



Valle Dora Energia

PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO IDROELETTRICO SALBERTRAND - CHIOMONTE

VALLE DORA ENERGIA s.r.l.
L'AMMINISTRATORE DELEGATO
(dott. arch. Giuseppe Garbati)

a cura di:

 ETATEC S.R.L. SOCIETA' DI INGEGNERIA STUDIO PAOLETTI INGEGNERI ASSOCIATI	prof. ing. Alessandro Paoletti 	dott. ing. Giovanni Battista Peduzzi 	dott. ing. Filippo Malingegno
	L'Amministratore Delegato (dott. ing. Roberto Garbati) 	Il Direttore Produzione Idroelettrica (p.i. Luigi Bonifacino) 	Il Responsabile Project Management (dott. Andrea Verlucca Moreto)

Titolo:

RELAZIONE IDROLOGICA

Revisioni:	N°	Descrizione		Data	
	0	EMISSIONE PER VERIFICA ASSOGGETTABILITÀ V.I.A.		APRILE 2012	
Numero Elaborato:	Tipologia	Commessa	Documento	Numero	Scala
	PD	442-04	AT	A.03.01	

I N D I C E

1.	PREMESSA	3
2.	REGIME IDROLOGICO MEDIO.....	8
2.1	VALUTAZIONE DELLA RISORSA NATURALE.....	8
2.1.1	Definizione dell'anno idrologico medio.....	10
2.1.2	Definizione dell'anno idrologico scarso.....	11
2.1.3	Regime naturale della Dora Riparia a Serre La Voute	12
2.1.4	Regime naturale del rio Galambra alla sezione di presa	15
2.2	VALUTAZIONE DELLA RISORSA RESIDUA DISPONIBILE.....	19
2.2.1	Regime residuo della Dora Riparia a Serre La Voute	19
2.2.2	Regime residuo del rio Galambra alla sezione di presa	22
2.2.3	Sintesi dati idrologici.....	22
2.3	CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE	23
2.3.1	Deflusso Minimo Vitale calcolato tramite le formule indicate nella D.G.R. 74-45166.....	23
2.3.2	Deflusso Minimo Vitale calcolato tramite le formule indicate nel Piano di Tutela delle Acque.....	28
2.3.3	Valutazione dei DMV di base	31
2.4	MODULAZIONE DEL DMV	36
2.4.1	Tipologie di modulazione del DMV.....	36
2.4.2	Modulazione di Tipo B – Impianto Salbertrand-Chiomonte.....	38
2.5	PRODUCIBILITÀ DEGLI IMPIANTI	49
2.5.1	Valutazioni preliminari.....	49
2.5.1.1	Impianto Salbertrand - Chiomonte	49
2.5.2	Producibilità reale.....	53
2.5.2.1	Impianto Salbertrand - Chiomonte	53
2.5.3	Sintesi delle producibilità.....	62
3.	VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA	64
3.1	INTRODUZIONE	64
3.2	STUDIO DI RIFERIMENTO	64

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

3.2.1	Definizione degli idrogrammi di piena sintetici.....	64
4.	CONCLUSIONI.....	70

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

RELAZIONE IDROLOGICA

1. PREMESSA

La presente relazione idrologica costituisce parte integrante del “*Progetto Definitivo della riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte*”, finalizzato a definire i nuovi possibili assetti produttivi degli esistenti impianti in Valle Susa lungo la Dora Riparia a seguito dell'entrata in esercizio dell'impianto idroelettrico Pont Ventoux – Susa che ne sottende le attuali risorse naturali.

Nella seguente Figura 1 è riportato uno schema planimetrico esemplificativo degli esistenti impianti idroelettrici presenti in Valle Susa, ovvero di Salbertrand-Chiomonte (impianto di monte-oggetto della presente relazione) e Chiomonte-Susa (impianto di valle).

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

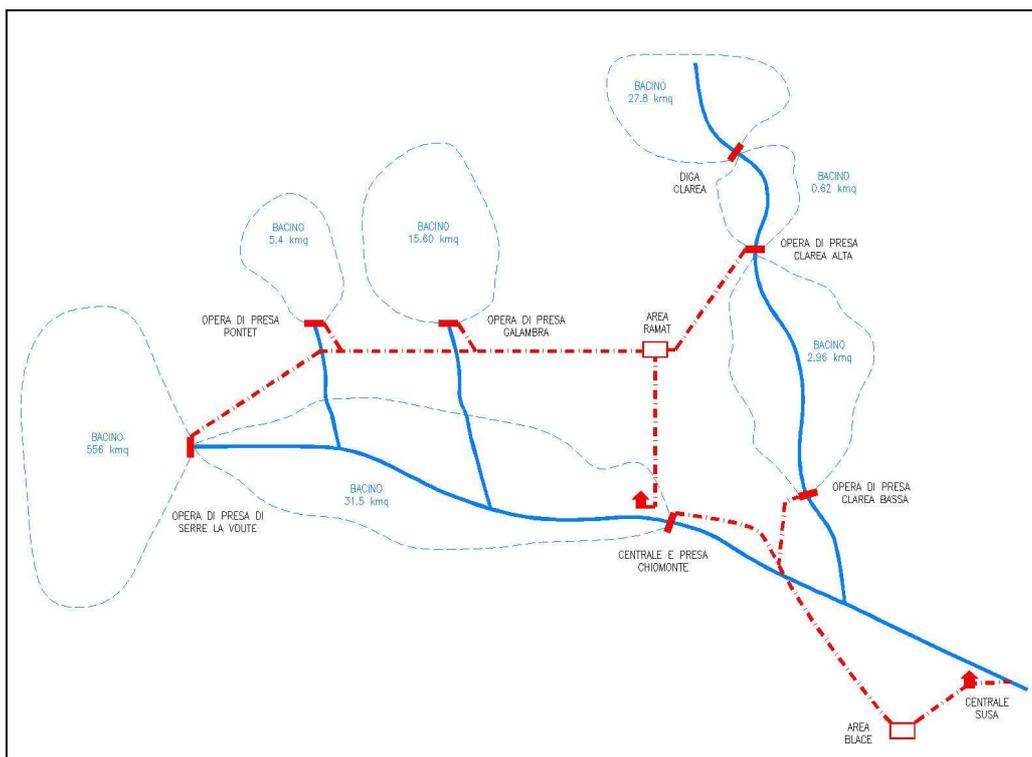


Figura 1 – Schema degli impianti oggetto di intervento

Proprio la progettazione e l'esecuzione del nuovo impianto Pont Ventoux – Susa ha dato il via, sin dagli anni '80, a studi sulla risorsa idrica della Dora Riparia e dei suoi principali affluenti.

L'analisi idrologica esposta nella presente relazione non poteva non tenere conto dei numerosi studi pregressi, a cui pertanto si è fatto riferimento:

- studio di *“Riqualificazione impianti idroelettrici di Salbertrand – Chiomonte e Chiomonte – Susa. Verifiche di affidabilità delle tubazioni metalliche, studi di assetto d'impianto e analisi della risorsa idrica disponibile”* (2007) redatto da R&C per conto di *IRIDE Energia S.p.A.*;

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

- progetto di “*Concessione per la costruzione dell'impianto di Pont Ventoux*” – redatto da Alpina S.p.A. (1996), in collaborazione con Etatec S.r.l., per conto di Astaldi S.p.A..

In particolare sono state analizzate in dettaglio le elaborazioni condotte nel primo dei due studi citati, più recente e quindi aggiornato con i dati relativi agli anni dal 1989 al 2005 e già volto a verificare la producibilità attesa dei due impianti in oggetto a seguito dell'entrata in esercizio della derivazione di Pont - Ventoux.

Lo studio si è fondato sulle serie storiche delle misurazioni idrometriche registrate da *IREN ENERGIA S.p.A. (già A.E.M. S.p.A.)* tra gli anni 1958 e 2005 presso le stazioni di Serre la Voute, di Galambra e di Clarea Alta. Dette serie storiche sono antecedenti l'entrata in funzione, nel novembre del 2005, dell'impianto Pont Ventoux – Susa, per il cui dimensionamento sono state utilizzate, come detto, le stesse serie storiche fino all'anno 1989.

La disponibilità di dati registrati localmente, pur in forma di livelli idrometrici da convertire in portate, su un periodo di oltre 30 anni conferisce ai risultati generali dello studio una sufficiente solidità se rapportato alle possibili alternative rappresentate da regionalizzazioni più o meno articolate fondate su bacini simili.

Come anticipato, già nei primi anni '90 gli scriventi si sono occupati dello studio del regime idrologico dei bacini afferenti l'impianto di Pont Ventoux, riscontrando la buona affidabilità della conversione dei livelli idrometrici registrati in portate.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Si può pertanto premettere come i risultati generali in termini di risorsa media annua disponibile siano da ritenersi, almeno per le sezioni di Serre La Voute e Chiomonte sulla Dora Riparia sufficientemente affidabili per gli scopi di valutazione su base trentennale dell'investimento in oggetto. In altri termini, per quanto concerne l'anno medio, il possibile errore di valutazione insito nell'analisi non è difforme in ordine di grandezza da altre variabili (es. l'oscillazione del prezzo dell'energia o dei CV) da cui dipende la vita dell'impianto e la valutazione di impatto dello stesso.

Diverso discorso si è riscontrato sulla valutazione dei deflussi al rio Galambra e, in particolare, ai rii Clarea e Pontet. Tali bacini, di estensione assai più ridotta e quindi più sensibili a condizioni locali anche temporanee, hanno meritato approfondimenti mirati, riassumibili nelle scelte progettuali di seguito esposte.

Gli approfondimenti hanno condotto alla proposta, condivisa da *IREN ENERGIA S.p.A.*, di escludere le derivazioni dai rii Pontet e Clarea (sia alla presa alta che a quella bassa) e di monitorare con cura la sezione del rio Galambra da cui dipende una significativa quota della producibilità annua dell'impianto Salbertrand - Chiomonte.

Su tali presupposti, nei capitoli seguenti viene esposto il metodo di valutazione della risorsa idrica alle due prese di Serre La Voute e Galambra, che verranno mantenute a servizio dell'impianto Salbertrand – Chiomonte e il calcolo della producibilità attesa dall'impianto oggetto di interesse, dato base per l'analisi ambientale e costi-benefici dell'intervento proposto.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

La relazione è completata dalla sintesi dei dati caratteristici del regime di piena delle sezioni di corsi d'acqua in oggetto. Poiché l'intervento è basato sulla valorizzazione ed adeguamento di opere esistenti, non si verifica un impatto sul regime di deflusso delle piene paragonabile ai casi in cui si realizzano derivazioni ex-novo, con opere di presa di nuova edificazione. L'individuazione delle portate di piena di riferimento, e le conseguenti verifiche idrauliche, sono comunque una componente non trascurabile su opere la cui vita attesa è dell'ordine di numerosi decenni.

All'interno della Relazione Idraulica (atto A.03.02) sono quindi utilizzate tali portate per le verifiche di compatibilità nonché per la corretta definizione delle opere di protezione spondale in corrispondenza dello carico delle acque turbinate nell'alveo della Dora Riparia.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

2. REGIME IDROLOGICO MEDIO

2.1 VALUTAZIONE DELLA RISORSA NATURALE

Come descritto in premessa, i dati idrometrici utilizzati nello studio di riqualificazione redatto da R&C, e riferiti al periodo 1958 ÷ 2005, sono stati forniti dalle strutture tecniche di *IREN ENERGIA S.p.A.*, e rilevati alle prese di Serre La Voute, Galambra e Clarea Alta.

Gli stessi dati (fino all'anno 1989) sono stati utilizzati per il dimensionamento dell'impianto di Pont Ventoux – Susa, progetto al quale lo stesso studio fa riferimento.

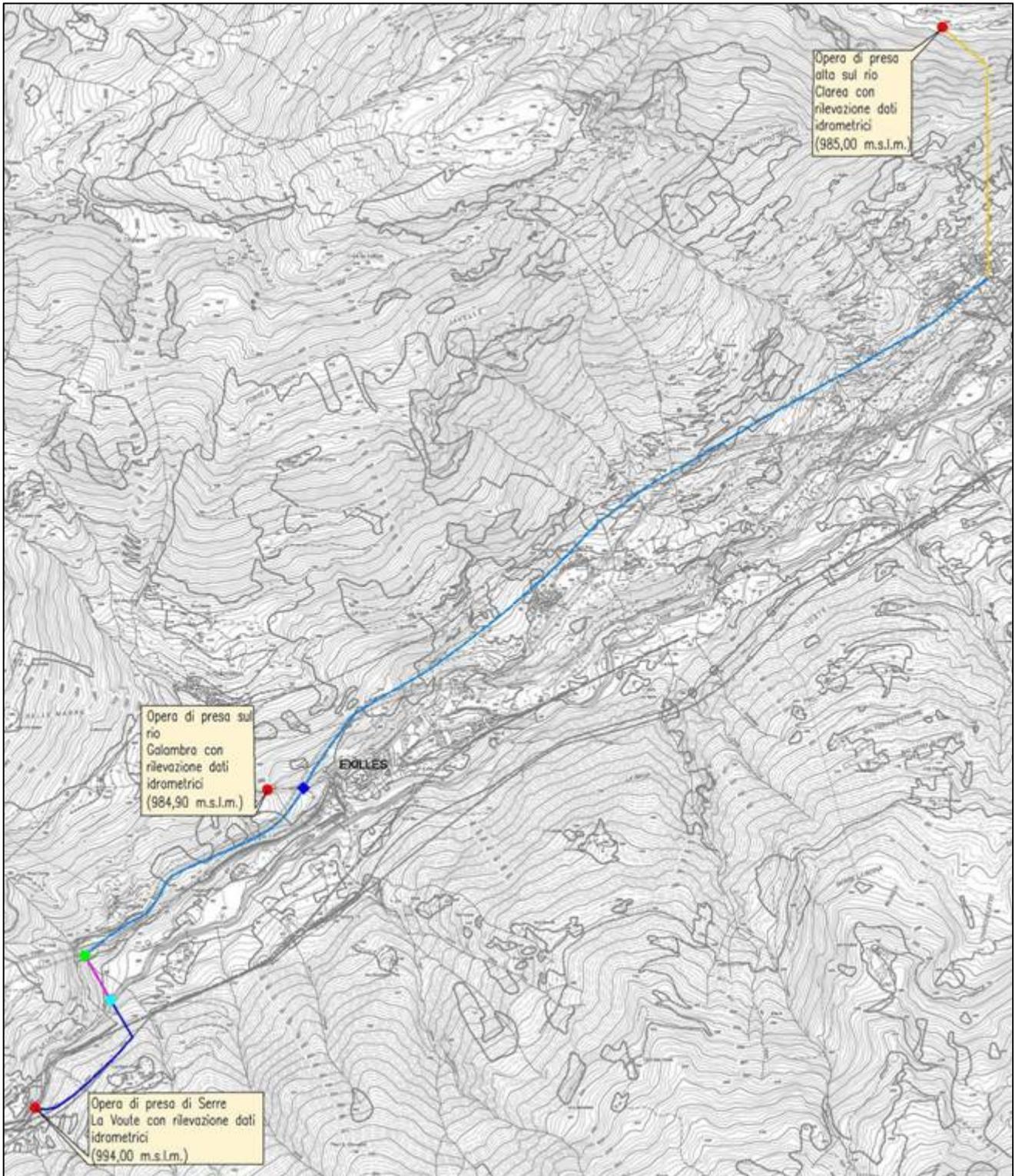
Come riportato nella relazione idrologica del progetto dell'impianto di Pont Ventoux – Susa (Relazione Idrologica - Paragrafo 1.7 - “Conclusioni dell'analisi dei dati e serie trentennale di portate medie giornaliere elaborate” - Elaborato IA0100ID2K00140 – Alpina, 1996), per la determinazione delle portate alla sezione di Pont Ventoux si è fatto riferimento alla serie storica a partire dall'anno 1958 a alla sezione di Salbertrand sulla base delle seguenti motivazioni:

- la serie, da cui si è estratto il campione è la più numerosa a disposizione;
- le modalità di misura sono note e sono risultate affidabili alle verifiche svolte dagli scriventi;
- la sezione di misura è molto prossima alla sezione di Pont Ventoux, di interesse per la determinazione di tutta l'analisi idrologica delle portate alla presa di interesse.

Le medesime valutazioni sono riproponibili, a maggior ragione, per la valutazione delle portate proprio alla presa di Serre La Voute.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Figura 2 – Stazioni di rilevamento dei dati idrometrici – IREN ENERGIA S.p.A



Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Maggiori difficoltà sono insite nella determinazione delle portate “teoriche” sul rio Galambra, da pesarsi sulla base della reale morfologia del bacino e del tratto di asta oggetto di derivazione.

I dati di portata giornaliera come sopra definiti nel periodo 1958÷2005 sono stati quindi elaborati in modo da ottenere le portate giornaliere caratteristiche dell'anno idrologico medio e dell'anno idrologico scarso, le cui definizioni vengono di seguito esposte.

Tra i due valori quello assunto come riferimento per la progettazione è l'anno idrologico medio.

2.1.1 Definizione dell'anno idrologico medio

Esistono diverse metodologie di calcolo cui fare riferimento per ricavare l'anno idrologico medio, tra cui quelle utilizzate più frequentemente, di seguito descritte.

Il primo metodo è quello denominato “*a giorno fisso*”, in cui si seguono i seguenti passi operativi:

- a) si ordinano cronologicamente gli anni (48 nel caso in oggetto, dal 1958 al 2005) di dati di portata, costituenti il campione disponibile. Si ottengono così 365 campioni, trascurando il 29 febbraio degli anni bisestili, ciascuno composto da 48 dati che hanno in comune la data di rilevamento;
- b) si opera la media di ciascuno dei 365 campioni, così da avere 365 dati associati ciascuno ad un giorno preciso dell'anno.

Il risultato è l'anno idrologico medio che rappresenta il regime tipico di quel corso d'acqua.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Il limite di tale metodologia è che, mediando a data fissa, si applica un filtro di dati, poiché non vengono associati fra loro i massimi ed i minimi, ottenendo di fatto un taglio nei valori di portata massima e minima (effetto di smorzamento e schiacciamento sui valori centrali).

La seconda metodologia denominata “*di equal durata (o a durata fissa)*” è definita come segue:

- a) si ricavano le curve di durata di ciascuno dei 48 anni, ottenute ordinando in maniera decrescente i valori di portata relativi a ciascun anno del campione;
- b) sulla base delle curve di durata, si ottiene la curva delle portate medie di assegnata durata, definita mediando, a parità di durata, i 48 valori di portata associati ai singoli anni.

Tale curva è quindi assunta come rappresentativa della risorsa disponibile nell'anno idrologico medio della serie.

Questo secondo metodo è ritenuto più corretto e rappresentativo del regime di corsi d'acqua “torrentizi”.

2.1.2 Definizione dell'anno idrologico scarso

Secondo quanto previsto dalla D.P.G.R. 29/07/2003 n. 10/R, per svolgere un'accurata analisi idrologica è necessario definire anche l'anno idrologicamente scarso, ovvero quello caratterizzato da portate medie con frequenza di superamento dell'80%.

Questo porta ad escludere dall'analisi i valori di portata maggiori e quindi verificare la disponibilità idrica in situazioni di scarse precipitazioni quali ad esempio gli anni dal 2003 al 2007.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Per costruire gli anni idrologicamente scarsi caratteristici di ogni singola captazione a servizio degli impianti oggetto di studio si è proceduto nel modo seguente:

- a) per ciascun anno del campione è stata determinata la curva di durata, si hanno così a disposizione 48 campioni di 365 dati ciascuno;
- b) per assegnata durata, vengono disposti i dati in modo decrescente, ottenendo così 48 curve di durata caratterizzate da una frequenza di superamento $i/N+1$;
- c) l'anno idrologicamente scarso è quello che presenta frequenza di superamento pari all'80%.

2.1.3 Regime naturale della Dora Riparia a Serre La Voute

A partire dalle serie storiche dei dati rilevati da *IREN ENERGIA S.p.A.*, è stato possibile definire il regime naturale della Dora Riparia, sia per l'anno medio che per l'anno scarso, considerando il bacino sotteso dall'opera di presa di Serre La Voute (556 km²) e applicando la metodologia *a durata fissa*.

I valori di portata utilizzati non tengono conto della presenza a monte dell'impianto Pont Ventoux – Susa, caratterizzando, pertanto, il bacino in termini di portate naturali al lordo della porzione derivata per alimentare tale impianto.

Come detto la curva di regime naturale è stata ricavata con il metodo *a durata fissa* prima descritto, ottenendo una serie di 365 dati, a cui però non è associabile alcun riferimento cronologico all'interno dell'anno.

È stato, quindi, necessario riordinare la serie in modo da poter essere utilizzata per la simulazione di un anno tipo, avendo perciò cura di rispettare il regime

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

tipico del corso d'acqua. A tal fine, si è fatto ricorso al criterio di seguito illustrato.

Si è stabilito un ordinamento decrescente dei giorni dell'anno in base alla risorsa idrica disponibile, definita con il metodo *a giorno fisso*; in particolare, ai giorni ordinati come sopra indicato, si sono assegnati man mano i valori di portata decrescente dedotti dalla curva di durata media. Si è potuto così costruire l'anno medio su cui si esegue successivamente la simulazione dei prelievi.

Nelle figure seguenti sono riportati i grafici rappresentanti l'idrogramma e le curve di durata per l'anno idrologico medio e scarso.

In Figura 3 è possibile notare come le portate naturali presentino i valori più elevati nel periodo tra maggio e luglio con massimi superiori a $10 \text{ m}^3/\text{s}$ e picchi di quasi $50 \text{ m}^3/\text{s}$ nel mese di giugno. Una seconda serie di picchi, di intensità decisamente inferiore, attorno ai $10 \text{ m}^3/\text{s}$, si osserva invece nel mese di ottobre. La portata media annua risulta essere di circa $11,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Figura 4 sono rappresentate le curve di durata per l'anno medio e l'anno scarso come sopra definiti. È possibile osservare come, all'aumentare della durata considerata, le due curve tendano a sovrapporsi.

Può essere interessante confrontare l'anno idrologicamente medio e quello scarso in relazione al valore di portata che si ha in alveo per la durata di 100 giorni:

- anno idrologicamente medio: $Q_{100} = 12,75 \text{ m}^3/\text{s}$;

- anno idrologicamente scarso: $Q_{100} = 9,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

La variazione percentuale tra anno idrologicamente medio e anno scarso è di circa il 30%.

Lo stesso confronto può essere fatto per i valori di portata presenti in alveo per le durate di 200 e 300 giorni:

- anno idrologicamente medio: $Q_{200} = 6,80 \text{ m}^3/\text{s}$;

- anno idrologicamente scarso: $Q_{200} = 5,72 \text{ m}^3/\text{s}$.

- anno idrologicamente medio: $Q_{300} = 5,06 \text{ m}^3/\text{s}$;

- anno idrologicamente scarso: $Q_{300} = 4,36 \text{ m}^3/\text{s}$.

In questo caso le variazioni percentuali, così come è possibile osservare dalla Figura 4, diminuiscono, in particolare per una durata di 200 giorni risulta pari al 16%, mentre per 300 giorni pari al 14%.

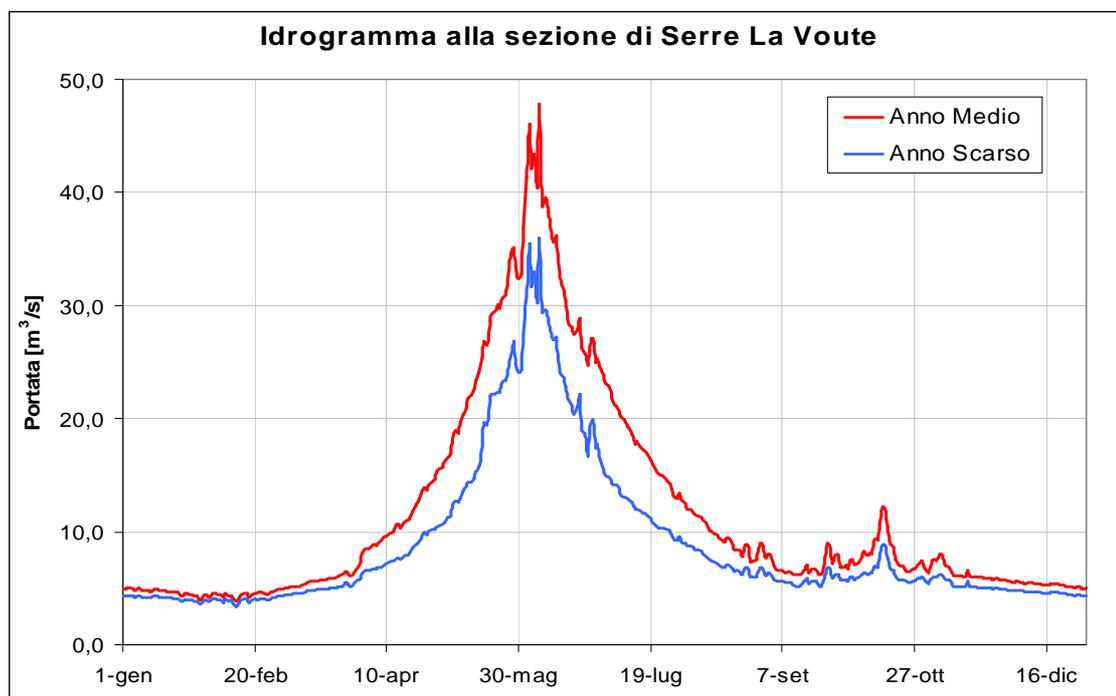


Figura 3 – Idrogramma della portata naturale della Dora Riparia alla sezione di presa di Serre La Voute, valutato per l'anno idrologicamente medio e scarso

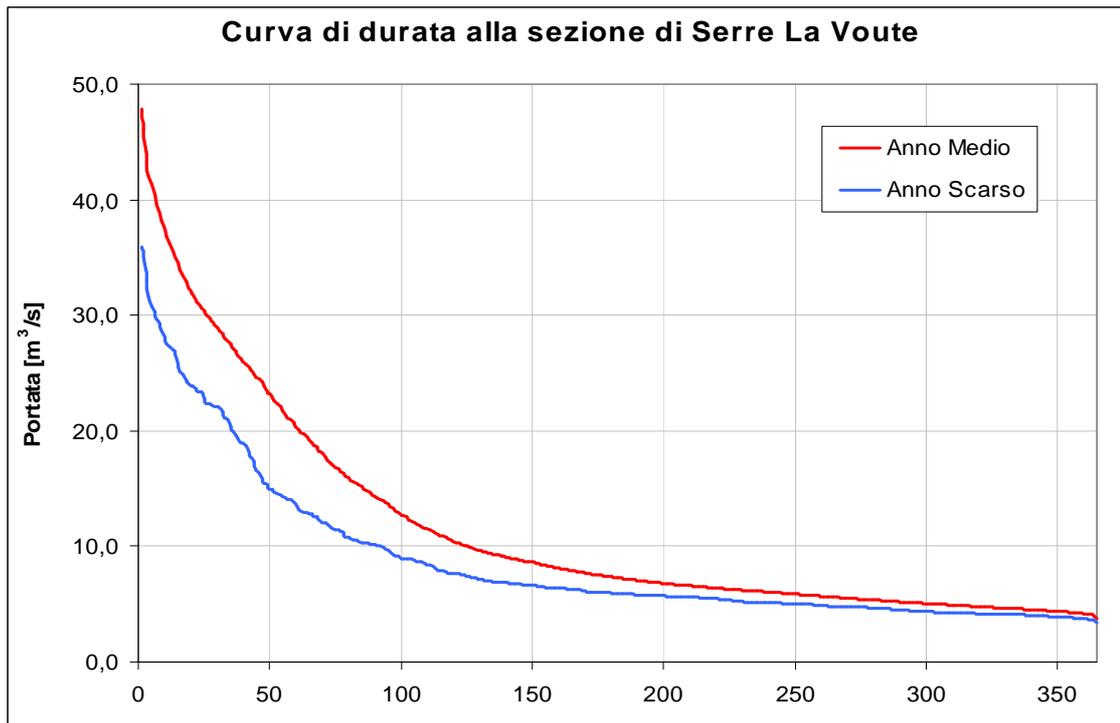


Figura 4 – Curva di durata della portata naturale della Dora Riparia alla sezione di presa di Serre La Voute, valutata per l'anno idrologicamente medio e scarso

2.1.4 Regime naturale del rio Galambra alla sezione di presa

Il bacino del rio Galambra, chiuso in corrispondenza dell'opera di presa contribuente all'impianto Salbertrand – Chiomonte, presenta una superficie complessiva di 15,6 km².

Anche in questo caso si disponeva di una serie storica di misurazioni di livello idrico e la metodologia utilizzata per la ricostruzione del regime naturale del corso d'acqua è quella *a durata fissa*.

Per l'ordinamento cronologico delle portate giornaliere del rio Galambra si è fatto riferimento a quello ottenuto per la Dora Riparia a Serre La Voute.

Ricavata la curva di durata della presa Galambra sono stati associati i valori giornalieri di portata al giorno dell'anno di egual durata della Dora. Detta

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

scelta è coerente con il principio di similitudine idrologica tra due bacini nella stessa area anche se le due situazioni, presentando caratteristiche altimetriche, morfologiche, areali, ecc. difformi, non possono essere del tutto sovrapponibili. Da tale situazione deriva la maggior prudenza con cui si giudicano i valori di deflusso e in particolar modo la distribuzione cronologica delle portate al rio Galambra.

In ordine cautelativo, onde evitare di sovrastimare la risorsa idrica disponibile alla sezione di riferimento, i valori giornalieri di deflusso ricavati secondo il criterio sopra descritto, sono stati ridotti di un fattore correttivo pari a 0,85.

Pur con tale prudenza tuttavia i risultati sono da ritenersi, in termini medi, affidabili anche se risulterà opportuno sfruttare il periodo intercorrente tra la progettazione definitiva e la concessione per monitorare attentamente la sezione di presa, mediante misurazioni di portata associate a misurazioni di livello.

Sotto tali premesse si riporta in Figura 5 l'andamento medio delle portate del rio Galambra. Si osserva come, anche in questo caso, le portate naturali presentino una serie di picchi, di intensità compresa tra $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$ e $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$, tra la metà del mese di maggio e la fine di giugno. Una seconda serie, con valori assoluti di portata più contenuti, intorno a $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, si riscontra invece nel mese di ottobre.

La portata media annua risulta essere di circa $0,418 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Figura 6 sono rappresentate le curve di durata relative all'anno idrologicamente medio e scarso le quali, all'aumentare della durata considerata, tendono a sovrapporsi, anche se in modo meno accentuato.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Può essere interessante confrontare l'anno idrologicamente medio e quello scarso in relazione al valore di portata che si ha in alveo per 100 giorni:

- anno idrologicamente medio: $Q_{100} = 0,53 \text{ m}^3/\text{s}$;

- anno idrologicamente scarso: $Q_{100} = 0,41 \text{ m}^3/\text{s}$.

La variazione percentuale tra anno idrologicamente medio e anno scarso è di circa il 29%.

Lo stesso confronto può essere fatto per i valori di portata presenti in alveo per le durate di 200 e 300 giorni:

- anno idrologicamente medio: $Q_{200} = 0,255 \text{ m}^3/\text{s}$;

- anno idrologicamente scarso: $Q_{200} = 0,17 \text{ m}^3/\text{s}$.

- anno idrologicamente medio: $Q_{300} = 0,116 \text{ m}^3/\text{s}$;

- anno idrologicamente scarso: $Q_{300} = 0,06 \text{ m}^3/\text{s}$.

In questo caso le variazioni percentuali risultano, per una durata pari a 200 giorni, del 33%, mentre per 300 giorni di circa il 48%.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

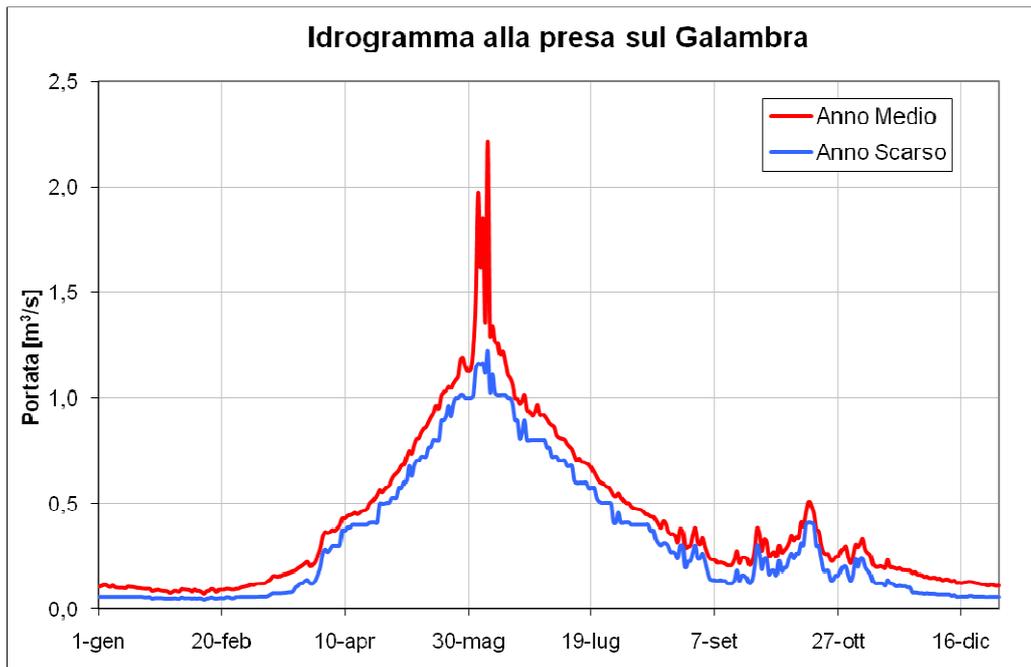


Figura 5 – Idrogramma della portata naturale del rio Galambra alla sezione di presa, valutato per l'anno idrologicamente medio e scarso

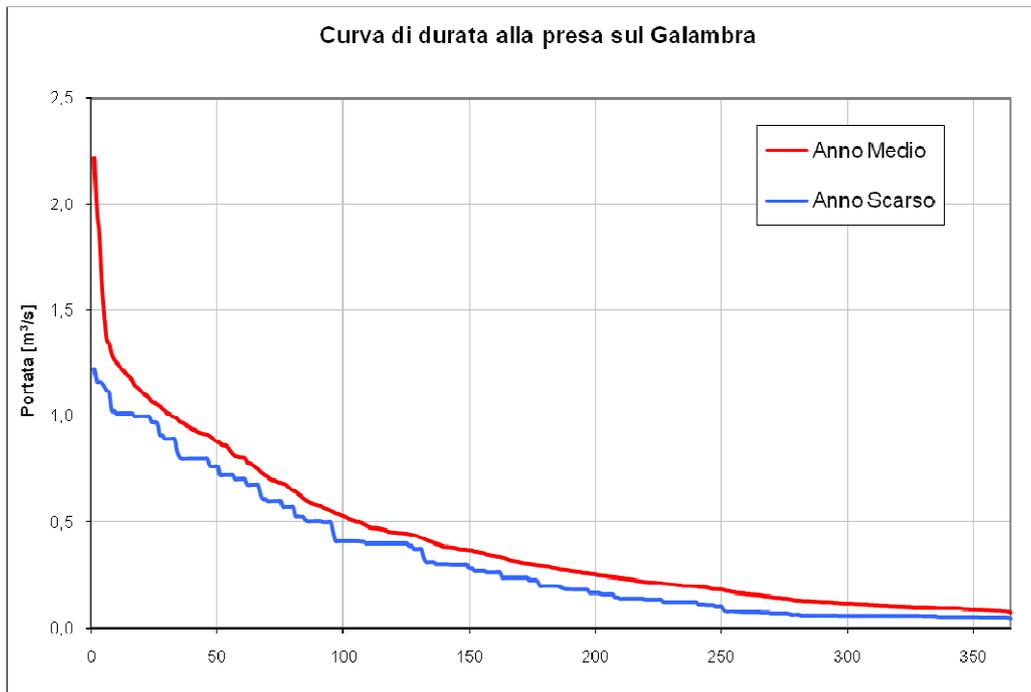


Figura 6 – Curva di durata della portata naturale rio Galambra alla sezione di presa, valutata per l'anno idrologicamente medio e scarso

2.2 VALUTAZIONE DELLA RISORSA RESIDUA DISPONIBILE

2.2.1 Regime residuo della Dora Riparia a Serre La Voute

Con l'entrata in esercizio, nell'anno 2005, dell'impianto di Pont Ventoux la risorsa disponibile alla presa di Serre La Voute risulta diminuita a causa dei prelievi a monte, dei quali, pertanto, si è tenuto conto nella determinazione della risorsa residua.

Utilizzando i dati di portata giornaliera disponibile rielaborati all'interno dei già citati studi, è stata calcolata la risorsa residua alla presa di Serre La Voute, sia per l'anno medio che per l'anno scarso, seguendo il procedimento qui sinteticamente descritto:

- per la valutazione della risorsa idrica media disponibile a Pont Ventoux è stata operata una riduzione di ciascun dato della serie storica di portate di Serre La Voute mediante un coefficiente pari al rapporto tra le aree dei due bacini sottesi dalle due sezioni di presa:

$$Q_{i\ PV} = Q_{i\ SLV} \cdot \frac{S_{PV}}{S_{SLV}} \quad (2.1)$$

dove:

$Q_{i\ PV}$ = portata media giornaliera alla presa di Pont Ventoux [m³/s];

$Q_{i\ SLV}$ = portata media giornaliera alla presa di Serre La Voute [m³/s];

S_{PV} = superficie del bacino sotteso alla presa di Pont Ventoux [km²];

S_{SLV} = superficie del bacino sotteso alla presa di Serre La Voute [km²].

- ai valori medi giornalieri così ottenuti a è stato sottratto il valore medio giornaliero della portata derivata alla presa (valore massimo 33 m³/s, come da Disciplinare di Concessione di derivazione a Pont Ventoux) e

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

determinato il rilascio (pari al DMV di $1,56 \text{ m}^3/\text{s}$, come da Disciplinare di Concessione, ad esclusione dei giorni con portata maggiore di $33+1,56 \text{ m}^3/\text{s} = 34,56 \text{ m}^3/\text{s}$);

- la portata giornaliera residua disponibile a Serre La Voute è ricavata quindi sommando il rilascio alla presa di Pont Ventoux e il contributo del sottobacino, determinabile per differenza tra $Q_{i \text{ SLV}}$ e $Q_{i \text{ PV}}$.

Nelle seguenti figure sono riportati i grafici relativi all'idrogramma e alla curva di durata delle portate residue alla sezione di Serre La Voute calcolate per l'anno idrologico medio e scarso.

In Figura 7 è possibile notare come le portate residue presentino anch'esse i valori di maggiore intensità, che superano i rilasci imposti a Pont Ventoux con un picco a giugno di $15 \text{ m}^3/\text{s}$, tra i mesi di maggio e luglio.

Una seconda serie, con valori assoluti di portata più contenuti, intorno ai $2 \text{ m}^3/\text{s}$ si riscontra invece nel mese di ottobre.

La portata media annua risulta essere di circa $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le curve di durata (cfr. Figura 8) sono caratterizzate da un appiattimento e da una marcata sovrapposizione, per durate elevate, tra la curva relativa all'anno idrologicamente scarso e quella relativa all'anno medio.

Le portate corrispondenti ad una durata di 100 giorni sono:

- anno idrologicamente medio: $Q_{100} = 2,28 \text{ m}^3/\text{s}$;
- anno idrologicamente scarso: $Q_{100} = 2,07 \text{ m}^3/\text{s}$.

La variazione percentuale tra anno idrologicamente medio e anno scarso è di circa il 9,2%.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Lo stesso confronto può essere fatto per i valori di portata presenti in alveo per le durate di 200 e 300 giorni:

- anno idrologicamente medio: $Q_{200} = 1,95 \text{ m}^3/\text{s}$;
- anno idrologicamente scarso: $Q_{200} = 1,88 \text{ m}^3/\text{s}$.
- anno idrologicamente medio: $Q_{300} = 1,85 \text{ m}^3/\text{s}$;
- anno idrologicamente scarso: $Q_{300} = 1,81 \text{ m}^3/\text{s}$.

In questo caso le variazioni percentuali, così come è possibile osservare dalla Figura 8, diminuiscono, in particolare per una durata di 200 giorni risulta pari al 3,7%, mentre per 300 giorni pari al 2,2%.

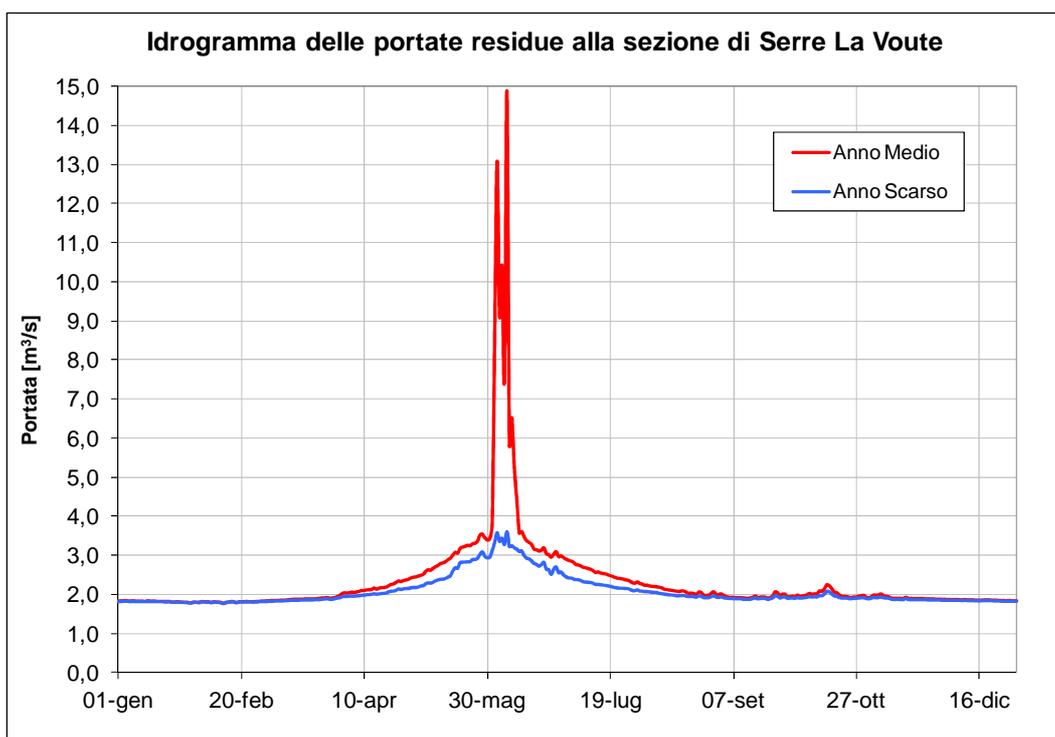


Figura 7 – Idrogramma della portata residua della Dora Riparia alla sezione di presa di Serre La Voute, valutato per l'anno idrologicamente medio e scarso

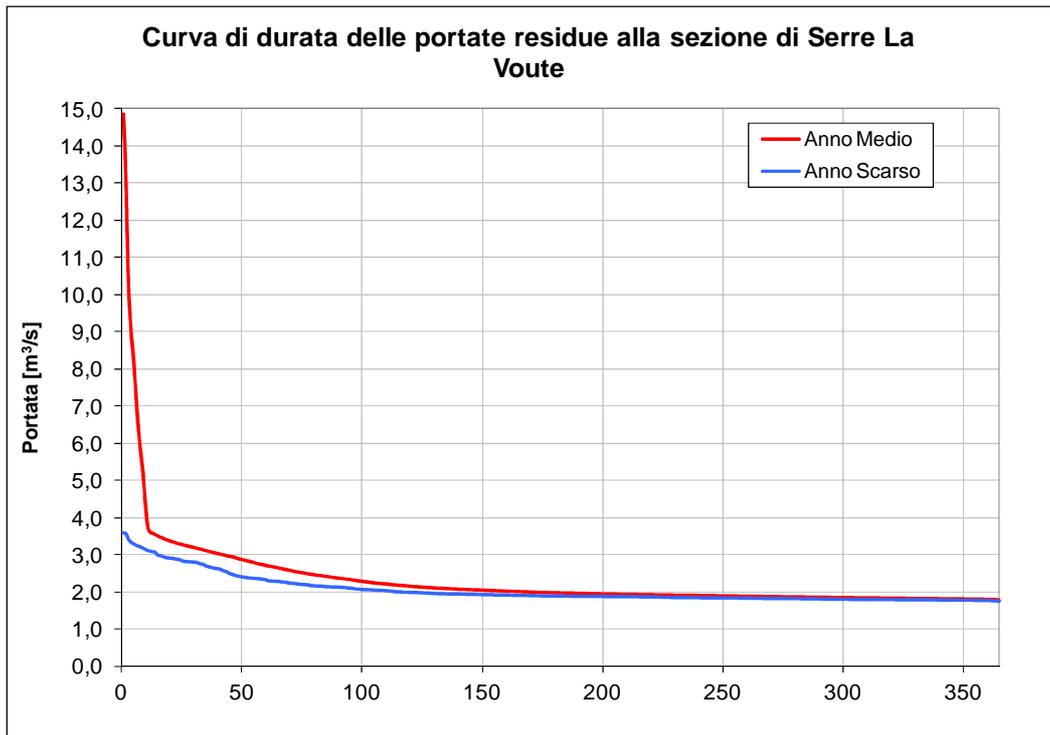


Figura 8 – Curva di durata della portata residua della Dora Riparia alla sezione di presa di Serre La Voute, valutata per l'anno idrologicamente medio e scarso

2.2.2 Regime residuo del rio Galambra alla sezione di presa

Per la presa sul rio Galambra, essendo il corso d'acqua privo di prelievi a monte di tale sezione, le risorse residue coincidono con quelle naturali, determinate nel precedente capitolo e rappresentate nelle Figure 5 e 6.

2.2.3 Sintesi dati idrologici

Allo stato attuale, pertanto, le portate medie disponibili alle sezioni di interesse, nelle ipotesi di regime sopracitate, sono pari a:

- Sezione di presa di Serre La Voute = 2,34 m³/s;
- Sezione di presa Galambra = 0,42 m³/s;

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

2.3 CALCOLO DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE

La vigente normativa in materia di derivazione da corpo idrico superficiale prevede l'obbligo di rilascio di un Deflusso Minimo Vitale a valle di qualsiasi opera di presa, definito come *“il deflusso che, in un corso d'acqua, deve essere rilasciato a valle delle captazioni idriche al fine di mantenere vitali, le condizioni istantanee di funzionalità e di qualità degli ecosistemi interessati”*.

A tale scopo la normativa vigente individua diverse metodologie di calcolo del Deflusso Minimo Vitale. Nei già citati studi ne sono state analizzate due: la prima indicata nella Delibera della Giunta Regionale del Piemonte n. 74-45166 del 26 aprile 1995, la seconda nel Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte, approvato dal Consiglio Regionale in data 13 marzo 2007.

2.3.1 Deflusso Minimo Vitale calcolato tramite le formule indicate nella D.G.R. 74-45166

Il calcolo del DMV, effettuato utilizzando le formule indicate nella D.G.R. 74-45166, passa attraverso la definizione della portata specifica media annua e di tre parametri relativi alla sensibilità ambientale e al livello di protezione del bacino interessato.

Nell'Allegato A della Delibera si specificano i criteri di calcolo secondo i seguenti passaggi successivi:

1. Calcolo del valore della portata specifica media annua (qMEDA)

$$qMEDA = 0,0086 \cdot H + 0,03416 \cdot A - 24,5694 \quad [l/s \cdot km^2] \quad (2.2)$$

dove:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

- H = altitudine media del bacino [m s.m.], calcolabile con la formula $H = 0,5 \cdot (0,9 \cdot H_{MAX} + H_{MIN})$, in cui H_{MAX} ed H_{MIN} rappresentano rispettivamente l'altezza massima e minima nel bacino imbrifero;
- A = afflusso meteorico medio annuo ragguagliato [mm], per la cui definizione va fatto riferimento alla carta delle isoiete dell'All.A della D.G.R. 74-45166 di cui, nella figura seguente, si riporta un estratto relativo al bacino della Dora Riparia.



Figura 9 – Carta delle isoiete. Estratto da D.G.R. 74-45166

2. Calcolo del valore di deflusso minimo vitale

Il valore di DMV va calcolato mediante l'utilizzo della seguente formula:

$$DMV = K_A \cdot K_B \cdot K_C \cdot (q355 - N) \cdot S \quad [l/s] \quad (2.3)$$

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Dove:

- $K_A = 0,7$ per zone non classificate ad elevata sensibilità ambientale;
 $= 1$ per zone classificate ad elevata sensibilità ambientale;
 (ex art. 13 D.G.R. 74-45166: aree protette, tratti designati ex. D.Lgs. 130/92, tratti in zone montane di particolare pregio ambientale, tratti sottesi da captazioni idroelettriche in atto o in fase di istruttoria, zone di divieto di pesca, tratti a scarsa antropizzazione);
- $K_B = 1$ per tutte le derivazioni esistenti;
- $K_C = 1$ per i tratti non indicati in fig. 4, 5 e 6 ex D.G.R. 74-45166;
 (per il bacino della Dora Riparia l'unico tratto a protezione definito dalla D.G.R. è quello tra la confluenza con il T. Cenischia ed il T. Messa Vecchia - Zona a marmorata e/o temolo potenziali ex Fig.6)

3. Calcolo del valore della portata specifica minima di durata 355 giorni/anno (q_{355})

$$q_{355} = 0,07560 \cdot S^{0,068232} \cdot qMEDA^{1,234733} \quad [l/s \cdot km^2] \quad (2.4)$$

Dove:

S = superficie del bacino $[km^2]$.

Questa formula è valida per zona idrologica denominata A (bacino del Po ad esclusione dell'asta fluviale del fiume Po a valle della confluenza con il Pellice, dei tributari di destra dello stesso fiume Po a valle del Tanaro - ex. All.A - Fig.2 D.G.R. 74-45166).

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

4. Definizione del valore della portata specifica minima di durata 355 giorni/anno naturalizzato (q_{355-N})

Tale valore di portata va definito partendo dal valore di q_{355} precedentemente calcolato, mediante l'utilizzo del seguente grafico:

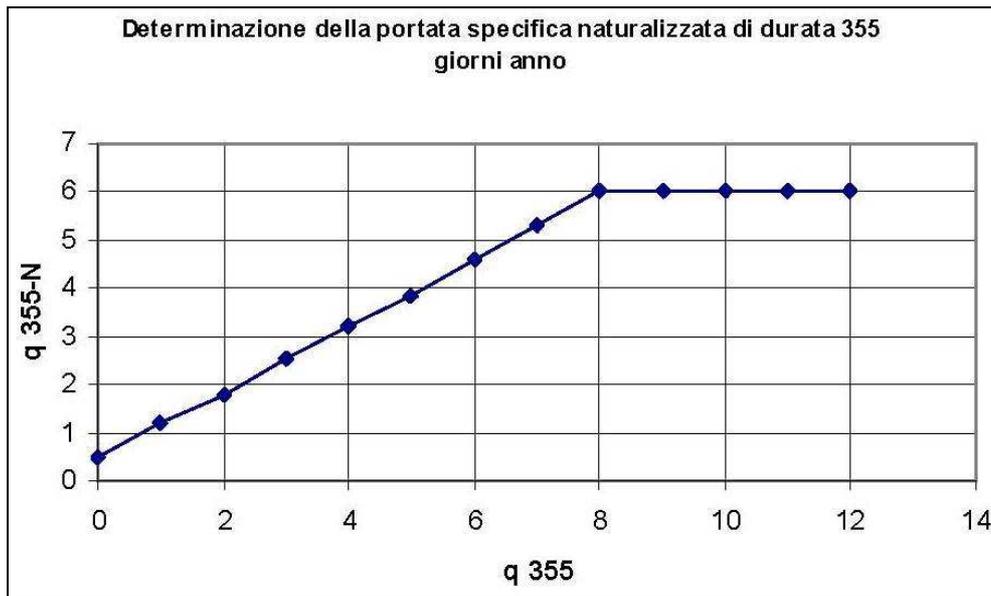


Figura 10 – Correlazione q_{355} – q_{355-N} . Estratto da D.G.R. 74-45166

Il valore di DMV ottenuto con la formula indicata al passo 2, dovrà essere compreso in un range di valori così definito:

DMV' (limite inferiore): 50 l/s

DMV'' (limite superiore): $DMV'' = \frac{1}{n} \cdot q_{MEDA} \cdot S$ [l/s] (2.5)

dove il coefficiente n è ricavabile in funzione di Q_{MEDA} [m^3/s] mediante il seguente grafico:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

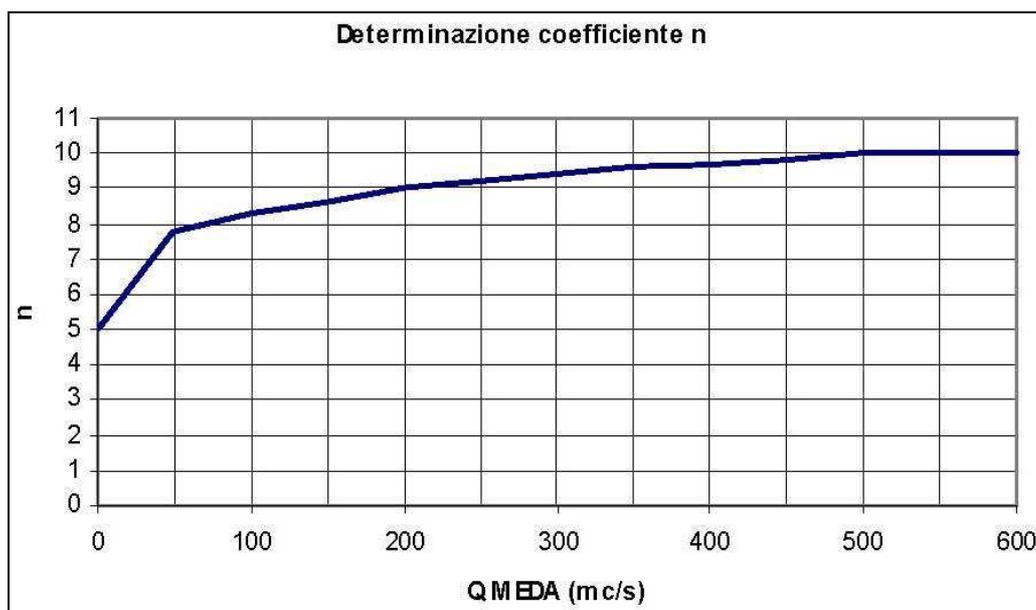


Figura 11 – QMEDA - n. Estratto da D.G.R. 74-45166

Nelle seguenti Tabelle 1 e 2 vengono riassunti i valori dei parametri utilizzati per il calcolo del DMV alle tre prese di interesse applicando le formule indicate nella D.G.R. 74-45166 e i risultati ottenuti.

PARAMETRI UTILIZZATI	SERRE LA VOUTE	GALAMBRA
H_{max} [m s.m.]	3305	3343
H_{min} [m s.m.]	985,25	982,50
S [km ²]	556	15,60
H [m s.m.]	1980	1996
A [mm]	800	800
qMEDA [l/s km ²]	19,79	19,92
QMEDA [m ³ /s]	11	310,76
q355 [l/s km ²]	4,64	3,67
q355-N [l/s km ²]	3,69	3,02
K_A	1	0,70
K_B	1	1
K_C	1	1
n	6,40	

Tabella 1 – Parametri utilizzati nel calcolo del DMV secondo le formule D.G.R. 74-45166

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Opera di presa	DMV calcolato [l/s]	DMV' [l/s]	DMV'' [l/s]	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]
Serre La Voute	2051,4	50,0	1718,9	1718,9
Galambra	33,0	50,0	-	50,0

Tabella 2 - Valori DMV calcolati secondo le formule D.G.R. 74-45166

2.3.2 Deflusso Minimo Vitale calcolato tramite le formule indicate nel Piano di Tutela delle Acque

La formulazione proposta dal Piano di Tutela delle Acque utilizza anch'essa la portata specifica media annua, moltiplicandola per una serie di parametri morfologici, di interscambio con la falda, naturalistici, di fruizione, di qualità dell'acqua e di modulazione temporale.

Le formule utilizzate per il calcolo sono le seguenti:

$$DMV_{idrologico} \quad [l/s] = k \cdot qMEDA \cdot S \quad (2.6);$$

$$DMV_{base} \quad [l/s] = k \cdot qMEDA \cdot S \cdot M \cdot A \quad (2.7);$$

$$DMV \quad [l/s] = k \cdot qMEDA \cdot S \cdot M \cdot A \cdot Z \cdot T \quad (2.8).$$

dove:

k = parametro sperimentale assegnato per le singole aree idrografiche.

Il Progetto di Piano definisce in apposita cartografia i valori di k per i bacini di superficie superiore ai 50 km², specificando che per quelli di minori dimensioni "fino ad una loro più particolare definizione si utilizzano i valori regionalizzati -omissis- relativi alle stesse aree omogenee di riferimento assunte per i bacini più estesi". Tale valore per l'area in esame è reperibile sulla Cartografia di Piano alla Tavola A2.12 *Regolazione del deflusso minimo vitale* (di cui si riporta un estratto in Figura 12) e risulta pari a 0,15;

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

q_{MEDA} = contributo specifico medio annuale in regime naturale.

Per il relativo calcolo può essere utilizzata la formula di regionalizzazione indicata dalla D.G.R. n.74-45166 del 26 aprile 1995 e analizzata nel precedente capitolo;

S = superficie del bacino [km^2];

M = parametro morfologico.

I valori del parametro variano da 0,9 ad 1,3 e sono assegnati in funzione di quattro classi morfologiche dei corsi d'acqua riportate nella Cartografia di Piano alla Tavola A2.12 *Regolazione del deflusso minimo vitale*. L'area in esame rientra nella classe morfologica 1 "*Reticolo di versante in ambiente montano alpino*" ed ha valore pari a 0,90;

A = parametro di interscambio con la falda.

I valori del parametro variano da 0,7 ad 1,5 e sono assegnati in funzione di cinque classi di interscambio con la falda per tratti significativi del reticolo idrografico regionale riportate nella Cartografia di Piano alla Tavola A2.12 *Regolazione del deflusso minimo vitale*. Per i tratti non classificati, quali quelli in esame, il parametro vale 1;

Z = massimo valore tra i seguenti fattori correttivi N , F e Q ;

T = parametro di modulazione temporale.

La Regione dovrà definire il campo di applicazione, previsto principalmente per i tratti oggetto di applicazione dei parametri N , F , Q , ed i relativi valori entro il 31/12/2008. Il valore da assumere è attualmente pari ad 1.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

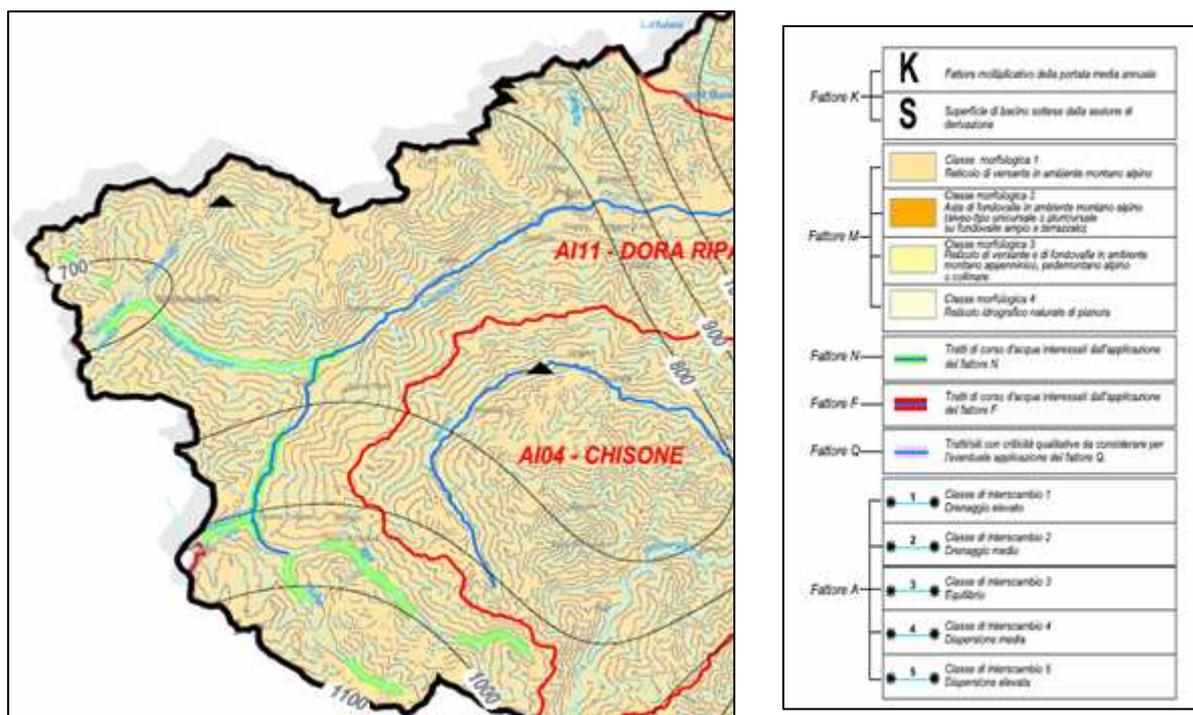


Figura 12 – Estratto Tavola A2.12 PTA Regione Piemonte

Nelle seguenti Tabelle 3 e 4 vengono riassunti i valori dei parametri utilizzati per il calcolo del DMV applicando le formule indicate nel PTA e i risultati ottenuti.

PARAMETRI UTILIZZATI	SERRE LA VOUTE	GALAMBRA
K	0,15	0,15
S [km²]	556	15,6
qMEDA [l/s km²]	19,79	19,92
M	0,90	0,90
A	1	1
Z	1	1
T	1	1

Tabella 3 – Parametri utilizzati per il calcolo del DMV secondo le formule

D.G.R. 74-45166

Opera di presa	DMV Idrologico [l/s]	DMV base [l/s]	DMV PTA [l/s]
Serre La Voute	1650,1	1485,1	1485,1
Galambra	46,6	42,0	42,0

Tabella 4 - Valori DMV calcolati secondo le formule PTA

2.3.3 Valutazione dei DMV di base

I risultati ottenuti applicando le due diverse metodologie sono riassunti nella seguente Tabella 5, riportata direttamente dallo studio di “*Riqualificazione impianti idroelettrici di Salbertrand – Chiomonte e Chiomonte – Susa. Verifiche di affidabilità delle tubazioni metalliche, studi di assetto d'impianto e analisi della risorsa idrica disponibile*” (2007).

Nella Tabella 5 sono evidenziati i valori di DMV non compatibili con le condizioni al contorno poste dal Disciplinare di Concessione di derivazione a Pont Ventoux, in base al quale sussiste un obbligo di rilascio di 1560 l/s per la derivazione di Pont Ventoux e di 1820 l/s per la diga di Gorge di Susa sulla Dora Riparia, e di 126 l/s per la derivazione Diga Clarea sul rio Clarea.

Opera di presa	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]	DMV PTA [l/s]
Serre La Voute	1718,9	1485,1
Galambra	50,0	42,0

Tabella 5 - Valori DMV calcolati secondo le formule D.G.R. e PTA, scenario 1

Al fine di identificare valori di rilascio delle opere di presa oggetto del presente progetto compatibili con quanto prescritto dal disciplinare di concessione dell'impianto Pont Ventoux-Susa, sono stati analizzati altri due scenari, denominati, per semplicità, scenario 2 e scenario 3.

SCENARIO 2:

Un primo approccio semplificato, preso in considerazione per definire valori di rilascio compatibili con quelli già imposti dalle Autorità competenti, è quello di attuare un ragguglio per area dei valori di DMV imposti in concessione alle due prese lungo la Dora Riparia.

In questo caso vi sono due valori a cui far riferimento, il DMV imposto alla presa di Pont Ventoux (monte) e quello relativo alla diga di Gorge di Susa (valle): pertanto, per individuare il valori di competenza della presa di Serre La Voute è stata eseguita un'opportuna interpolazione lineare tra questi due valori. I risultati, per le due sezioni di presa, sono riassunti nella seguente Tabella 6 in cui sono evidenziati i valori che risultano modificati rispetto a quelli calcolati nello scenario 1.

Opera di presa	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]	DMV PTA [l/s]
Serre La Voute	1718,9	1607,5
Galambra	50,0	42,0

Tabella 6 - Scenario 2, valori DMV calcolati secondo le formule D.G.R. 74-45166 – PTA, integrati con valori DMV raggugliati per aree

I valori modificati risultano più elevati rispetto a quelli calcolati precedentemente, in particolare viene modificata solamente la situazione relativa al PTA, la quale risulta più favorevole per la produzione rispetto a quella di cui alla D.G.R. 74-45166, ma anche più coerente con i valori di DMV attualmente imposti per l'impianto Pont Ventoux-Susa.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

SCENARIO 3:

Con lo scenario 3 è stata ulteriormente approfondita l'analisi, applicando un fattore Δ di riduzione del contributo specifico unitario al crescere del bacino di competenza.

Per la Dora Riparia, l'incompatibilità tra valori di DMV calcolati e valori di DMV imposti nel disciplinare Pont Ventoux-Susa sussiste unicamente nel caso di applicazione delle formulazioni del PTA (cfr. Tabella 5). Pertanto l'approccio di progressiva riduzione del contributo specifico per unità di superficie viene esclusivamente applicato a tali formulazioni per il calcolo del DMV completo (coincidente con il DMV_{base}) come evidenziato nella seguente

Tabella 7:

Opera di presa	S [km ²]	DMV [l/s]	q _{DMV} [l/s·km ²]	Δ fattore di variazione PTA
Serre La Voute	556	1485,1	2,671	0,987
Gorge di Susa	697,1	1669,7	2,395	0,885

Tabella 7 - Fattore di variazione Δ dei valori q_{DMV} ex PTA sulla Dora Riparia

Considerando i valori ottenuti con le vigenti metodologie di calcolo del PTA, è stato possibile valutare la variazione del contributo specifico per unità di superficie della q_{355-N} presso le prese (l'analisi della riduzione progressiva del contributo specifico non può essere applicata al valore calcolato di DMV in quanto per il fattore correttivo K_A presenta valori diversi presso le singole prese), applicandola quindi al contributo unitario connesso al valore di DMV imposto a Pont Ventoux (1560 l/s), pari a un q_{DMVimposto} = 2,974 l/s·km², ottenendo i seguenti valori:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Opera di presa	$q_{DMV\text{imposto}}$ [l/s·km ²]	DMV [l/s]
Serre La Voute	2,937	1633,0
Gorge di Susa	2,633	1835,7

Tabella 8 - Applicazione del fattore di variazione Δ a $q_{DMV\text{imposto}}$ sulla Dora Riparia

Si evidenzia che con tale approccio per la presa di Gorge di Susa si ottiene un valore di poco superiore a quello imposto (1820 l/s) e quindi, almeno teoricamente tale ipotesi potrebbe essere considerata cautelativa. In effetti, ponendo Δ pari ad 1 per Gorge di Susa, si otterrebbero dei valori di DMV per Serre La Voute più favorevoli per la produzione (pari a 1618,9 l/s). In realtà però va osservato che, esistendo due vincoli (DMV imposto a Pont Ventoux ed a Gorge di Susa), risulterebbe più corretto adottare l'assunzione fatta per lo scenario 2, ovvero limitarsi al ragguglio fatto per interpolazione lineare. I risultati finali ottenuti sono riportati in Tabella 9 in cui sono evidenziati i valori che risultano modificati rispetto a quelli calcolati nello scenario 1.

Opera di presa	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]	DMV PTA [l/s]
Serre La Voute	1718,9	1633,0
Galambra	50,0	42,0

Tabella 9 - Scenario 3, valori DMV calcolati integrati con quelli derivanti dall'applicazione dei fattori di variazione Δ

Riassumendo, si hanno quindi i tre seguenti scenari relativamente alle prese esaminate:

- scenario 1: valori calcolati con le formulazioni della D.G.R. e del PTA;
- scenario 2: risultati dello scenario 1 corretti con ragguglio per aree;

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

- scenario 3: risultati dello scenario 1 corretti con fattore di progressiva riduzione del contributo specifico unitario.

Opera di presa	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]	DMV PTA [l/s]	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]	DMV PTA [l/s]	DMV D.G.R. 74-45166 [l/s]	DMV PTA [l/s]
Serre La Voute	1718,9	1485,1	1718,9	1607,5	1718,9	1633,0
Galambra	50,0	42,0	50,0	42,0	50,0	42,0

Tabella 10 - Prospetto riassuntivo dei tre scenari per le diverse sezioni di presa

Sulla base delle analisi e delle attuali condizioni si propone pertanto di adottare i risultati ottenuti nell'ambito dello scenario 2, perché compatibili con le condizioni imposte dal Disciplinare di Concessione di derivazione a Pont Ventoux, applicando quindi unicamente un ragguglio per aree dei valori di rilascio imposti a Pont Ventoux, a Gorge di Susa ed a Diga Clarea.

Per quanto riguarda la presa sul Galambra si preferisce comunque mantenere il DMV al valore minimo accettabile, che risulta pari a 50 l/s.

Si ritiene che i valori medi annui riportati nella seguente Tabella 11 possano venire utilizzati come dato di riferimento (componente di base del DMV) per le valutazioni riportate nel successivo paragrafo in merito alla modulazione del DMV in corrispondenza delle opere di presa.

Opera di presa	DMV [l/s]	DMV [m ³ /s]
Serre La Voute	1607	1,607
Galambra	50	0,050

Tabella 11 - Valori di DMV utilizzati nelle elaborazioni

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Come si nota dalla precedente Tabella 11, e come esplicitato in premessa, sono escluse le prese Clarea Alta e Pontet in quanto non ritenute idonee ad un utilizzo nell'ambito dei nuovi impianti per il dubbio contributo che le stesse possono fornire, una volta depurate le portate residue del valore di DMV, e per la complicazione di dover attrezzare le stesse con idonei manufatti per la risalita delle specie ittiche non risultando sui due corsi d'acqua ostacoli tali che ne giustificano la mancata adozione.

2.4 MODULAZIONE DEL DMV

I valori di DMV riportati nella precedente Tabella 11 identificano la componente di base, ovvero il **valore medio annuo**; attualmente trovano applicazione il D.P.G.R. 17 luglio 2007, n. 8/R Regolamento Regionale recante *“Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale”* che, per le opere di presa di riferimento, così come riportato nell'Allegato C, prevede che il DMV venga modulato, ovvero si provveda ad una regolazione temporale dei rilasci a valle della traversa di derivazione adeguando la portata di rilascio del DMV rispetto al suo valore medio annuo.

2.4.1 Tipologie di modulazione del DMV

La modulazione temporale del deflusso minimo vitale, secondo quanto disposto *dall'Allegato C del D.P.G.R. 17 luglio 2007, n. 8/R*, prevede che si possano adottare n.2 possibili differenti modalità:

- Modulazione Tipo A: essa prevede l'adattamento della portata istantanea rilasciata in alveo alle fluttuazioni del regime idrologico misurate

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte
immediatamente a monte della traversa di captazione. In tale senso la portata rilasciata nel corpo idrico a valle della presa è la seguente:

<i>Portata istantanea in arrivo alla traversa Q_t</i>	<i>Regime di rilascio Q_r</i>
$Q_t \leq \text{DMV base}$	$Q_r = Q_t$
$Q_t > \text{DMV base}$	$Q_r = \text{DMV base} + X \% (Q_t - \text{DMV base})$

dove X rappresenta una percentuale variabile dal 10 al 20%.

- Modulazione Tipo B: essa prevede rilasci temporali con gradini differenziati, ciascuno dei quali applicabile per periodi di tempo di durata predefinita, comunque non inferiore a 30 giorni. L'entità dei gradini di portata superiore al DMV di base e la durata di ciascuno di essi è stabilita dall'autorità concedente nell'ambito del procedimento di concessione, tenendo presente i seguenti criteri:
 1. entità, durata e decorrenza di ciascun gradino di rilascio maggiorato sono rapportate agli specifici obiettivi di qualità del corpo idrico interessato dal prelievo;
 2. la modulazione è orientata ad assicurare valori di portata minima più elevati nei mesi in cui la portata media mensile naturale del corso d'acqua supera il valore medio annuo;
 3. le variazioni delle portate di rilascio del DMV sono effettuate attraverso opportune manovre sui dispositivi di regolazione di cui è dotata l'opera di presa.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Nel dato caso specifico degli impianti idroelettrici della Val di Susa oggetto di revamping, è preferibile adottare una modulazione del DMV di **Tipo B**: tale soluzione permette di meglio soddisfare le indicazioni riportate ai precedenti punti 1. e 2.; la modulazione di Tipo A richiederebbe invece una regolazione istantanea, complicata ed articolata dei dispositivi di gestione dell'impianto di cui sono dotate le opere di presa per la calibrazione dei rilasci in funzione della portata istantanea in arrivo delle stesse.

2.4.2 Modulazione di Tipo B – Impianto Salbertrand-Chiomonte

Con riferimento alla necessità di definire la modulazione del rilascio del DMV in corrispondenza delle opere di presa di Serre la Voute sulla Dora Riparia e del Galambra, sono stati indagati differenti scenari.

Un primo scenario prevede il rilascio di un valore di DMV costante tutto l'anno di valore pari al DMV_{base} così come calcolato e riportato al Cap. 2.3.3. e riportati in Tabella 11.

In questo senso è stata simulato l'inserimento di una derivazione con una portata massima pari a $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e $2,2 \text{ m}^3/\text{s}$, rispettivamente in corrispondenza dell'opera di presa di Serre la Voute e del rio Galambra, con un DMV costante, rispettivamente, pari a $1,607 \text{ m}^3/\text{s}$ e $0,050 \text{ m}^3/\text{s}$ (cfr. Tabella 11).

Occorre osservare come tali valori, rispetto alle portate medie annue, siano rispettivamente pari a:

Dora Riparia – sez. di Serre la Voute:

- $Q_{\text{media annua naturale}} = 11,55 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $DMV_{base} = 1,607 \text{ m}^3/\text{s}$ pari al 13,91% della $Q_{\text{media annua naturale}}$

Rio Galambra – sez. opera di presa:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

- $Q_{\text{media annua naturale}} = 0,416 \text{ m}^3/\text{s}$;
- $DMV_{\text{base}} = 0,050 \text{ m}^3/\text{s}$ pari al 12,01% della $Q_{\text{media annua naturale}}$

Ciò premesso è stato ricostruito l'andamento delle portate medie mensili disponibili lungo i corsi d'acqua oggetto di riferimento immediatamente a monte delle opere di presa oggetto di riferimento.

Come si può osservare in Figura 13 ed in Figura 14, il mantenimento di un valore di DMV costante durante l'anno pari al valore base non è in grado di simulare il decremento delle portate minime invernali, nonché il mancato espletarsi del picco di portata estiva, che svolge un ruolo ecologico importante.

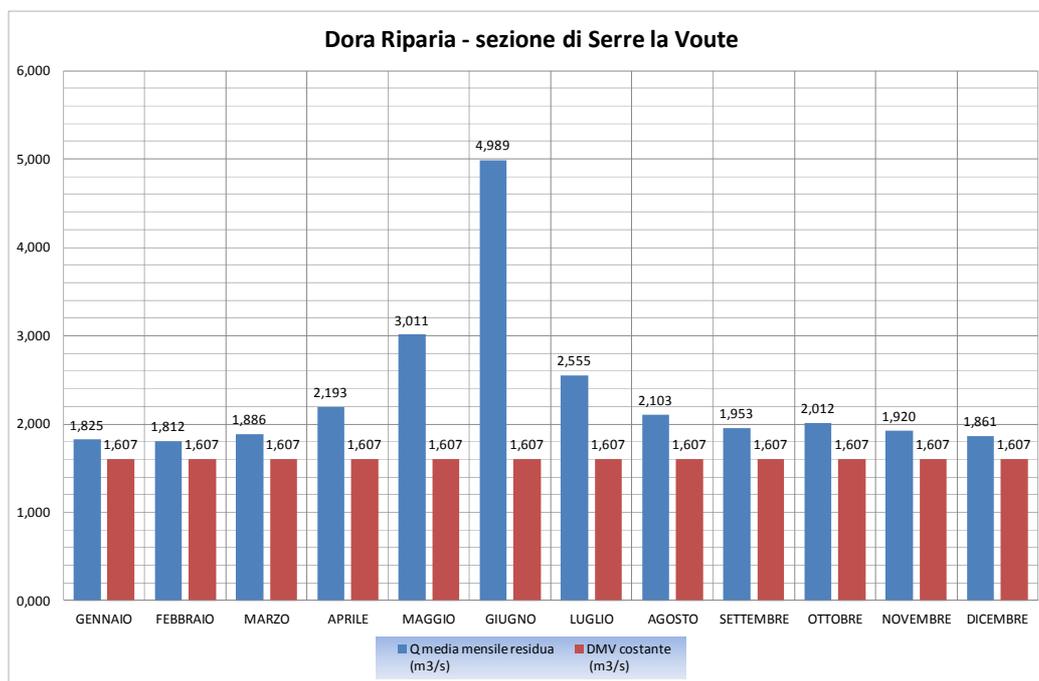


Figura 13 – Dora Riparia - Andamento delle portate medie mensili residue a monte dell'opera di presa (in blu) e della portata di DMV $_{base}=1,607 \text{ m}^3/\text{s}$ (in rosso) corrispondente al 13,91% Q_{med_a} , costante

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

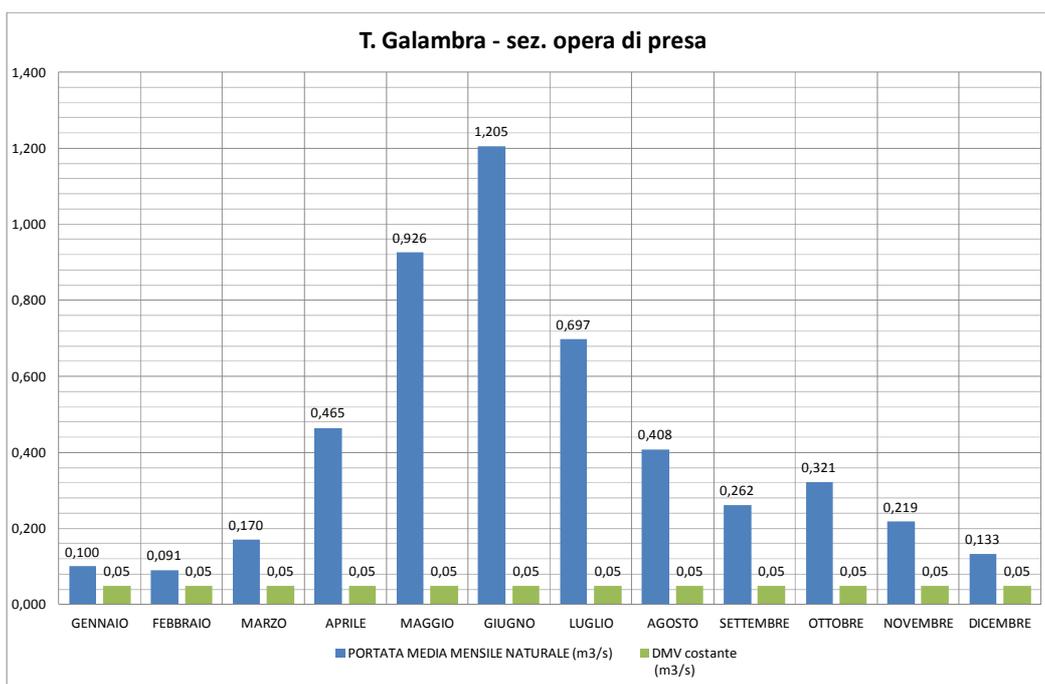


Figura 14 – rio Galambra - Andamento delle portate medie mensili residue a monte dell'opera di presa (in blu) e della portata di DMV_{base}=0,050 m³/s (in verde) corrispondente al DMV=12,01% Q_{med_a}, costante

Anche fronte di un possibile incremento del DMV rispetto al DMV_{base} fino al valore corrispondente al 15% della Q_{media annua naturale}, il mantenimento di un valore costante di rilascio durante l'anno non migliorerebbe le condizioni ecologiche ed ambientali dei corsi d'acqua, non essendo in grado di simulare le naturali variazioni stagionali anche considerando gli eventuali sfiori eccedenti la massima portata derivata.

Sarebbe quindi importante mantenere distinti gli andamenti idraulici stagionali, sulla base dei quali si sono strutturate e diversificate le comunità biologiche e le funzioni ecosistemiche tipiche del luogo. Un approccio volto a garantire un DMV costante in alveo, a fronte della derivazione della maggior parte delle portate di morbida, crea dunque scadimenti significativi nella funzionalità. Le condizioni idriche peggiorano al livello delle “portate costanti indotte”.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

È lecito attendersi la trasformazione delle strutture di ritenzione presenti lungo il corso d'acqua, verso strutture più libere e mobili durante le piene, a causa di due fattori concomitanti: la generale diminuzione della velocità della corrente, con deposito di sedimento più fine, associata al ripresentarsi con meno frequenza dei fenomeni di morbida e piena, che acquisteranno carattere di eccezionalità. Le considerazioni riguardanti l'accentuazione dei possibili effetti erosivi sono anch'esse legate alla trasformazione dei regimi di morbida e piena in eventi sporadici. È verosimilmente attendibile prevedere una diminuzione dell'idoneità ittica verso la non sufficienza e una limitata destrutturazione delle comunità macrobentoniche, per effetto, in questo caso, della mancata disponibilità di habitat estivi (in particolare pozze profonde, aree ombreggiate e zone di approvvigionamento del cibo) più che invernali (che saranno invece analoghi a quelli dati dalla presenza della piccola derivazione).

La scarsa attitudine del rilascio di DMV costante a conservare l'integrità funzionale dell'ecosistema, comporta la necessità di valutare approcci alternativi.

Si è quindi valutata l'opportunità di considerare il rilascio di DMV modulati nei diversi periodi dell'anno, al fine di riprodurre, pur se in scala ridotta, le normali fluttuazioni idrauliche alla base dello sviluppo della biodiversità locale. In tal senso è stato definito uno scenario comune per la derivazione della Dora Riparia nella sezione di Serre la Voute e del rio Galambra nella sezione dell'opera di presa esistente a monte del ponte canale, che prevede:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

- l'incremento del DMV medio annuo rilasciato nella misura del 15% della portata naturale media annua (quindi pari a **1,733 m³/s** per Serre la Voute e **0,065 m³/s** per il Galambra);
- la modulazione di tale DMV in diversi periodi dell'anno, con un minimo invernale ed un massimo estivo.

Considerato l'andamento delle portate media mensili residue, si è optato per il rilascio di un DMV modulato in n.4 fasi (invernale, estiva e due intermedie), con valori rispettivamente pari al 10%, al 20% e al 15% (sia in primavera che in autunno) della portata media annua, secondo i valori riportati in Tabella 12 ed in Tabella 13.

MESE	Q media mensile residua (m ³ /s)	DMV modulato (m ³ /s) tipo B	Q media mensile rilasciata (m ³ /s)
GENNAIO	1,825	1,155	1,155
FEBBRAIO	1,812	1,155	1,155
MARZO	1,886	1,733	1,733
APRILE	2,193	1,733	1,733
MAGGIO	3,011	2,310	1,733
GIUGNO	4,989	2,310	3,365
LUGLIO	2,555	2,310	2,308
AGOSTO	2,103	1,733	2,103
SETTEMBRE	1,953	1,733	1,733
OTTOBRE	2,012	1,733	1,733
NOVEMBRE	1,920	1,733	1,733
DICEMBRE	1,861	1,155	1,155
Q med_a	2,343	1,733	1,803
% di Qmed_a		15%	

Tabella 12 – Dora Riparia – Serre la Voute - Valori di DMV con modulazione Tipo B

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

MESE	Q media mensile residua (m ³ /s)	DMV modulato (m ³ /s) tipo B	Q media mensile rilasciata (m ³ /s)
GENNAIO	0,100	0,050	0,050
FEBBRAIO	0,091	0,050	0,050
MARZO	0,170	0,062	0,062
APRILE	0,465	0,062	0,062
MAGGIO	0,926	0,083	0,062
GIUGNO	1,205	0,083	0,083
LUGLIO	0,697	0,083	0,083
AGOSTO	0,408	0,062	0,083
SETTEMBRE	0,262	0,062	0,062
OTTOBRE	0,321	0,062	0,062
NOVEMBRE	0,219	0,062	0,062
DICEMBRE	0,133	0,050	0,050
Q med_a	0,416	0,065	0,065
% di Qmed_a		15%	15%

Tabella 13 – rio Galambra - Valori di DMV con modulazione Tipo B

In Figura 15 e Figura 16 è riportato l'andamento delle portate media mensili residue disponibili al netto del DMV e delle portate medie mensili rilasciate in alveo, considerando un DMV medio mensile modulato (tipo B) in corrispondenza delle opere di presa oggetto di analisi.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

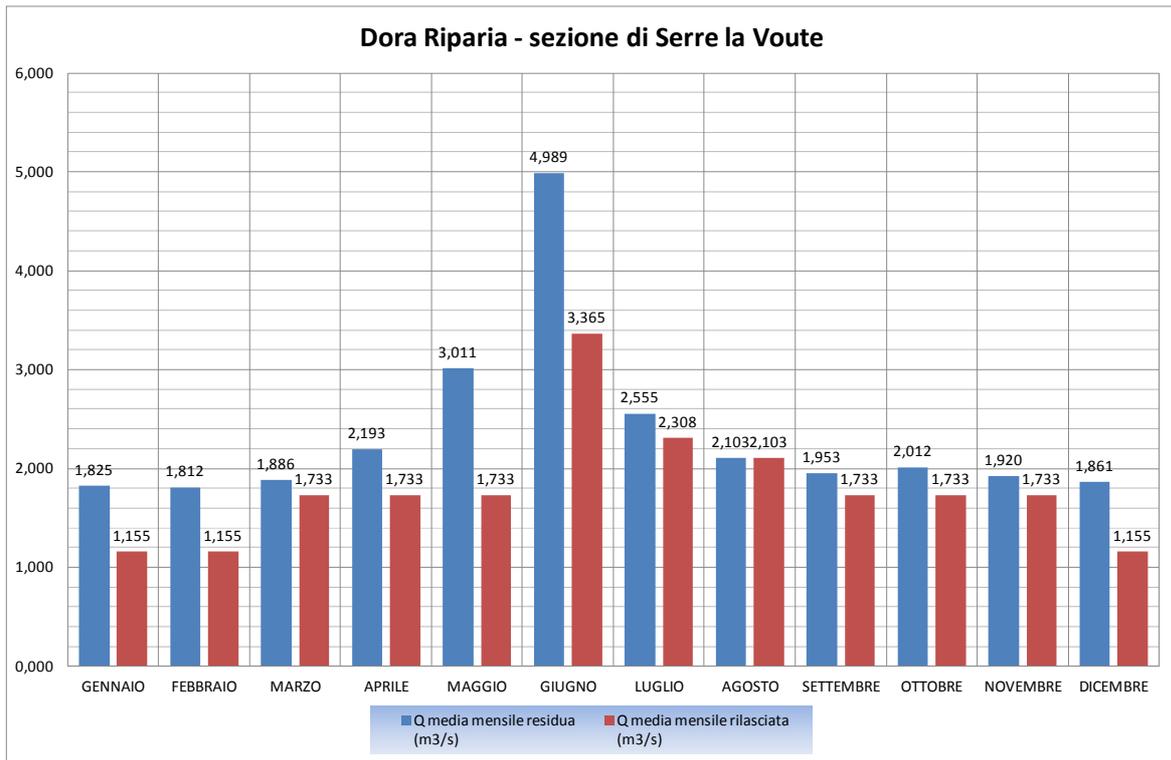


Figura 15 – Dora Riparia - Andamento delle portate medie mensili residue a monte dell'opera di presa (in blu) e delle portate in alveo a seguito della realizzazione di una derivazione (in rosso) con $Q_{max}=3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e $DMV \text{ medio annuo}=15,0\%$ Q_{med_a} , modulato

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

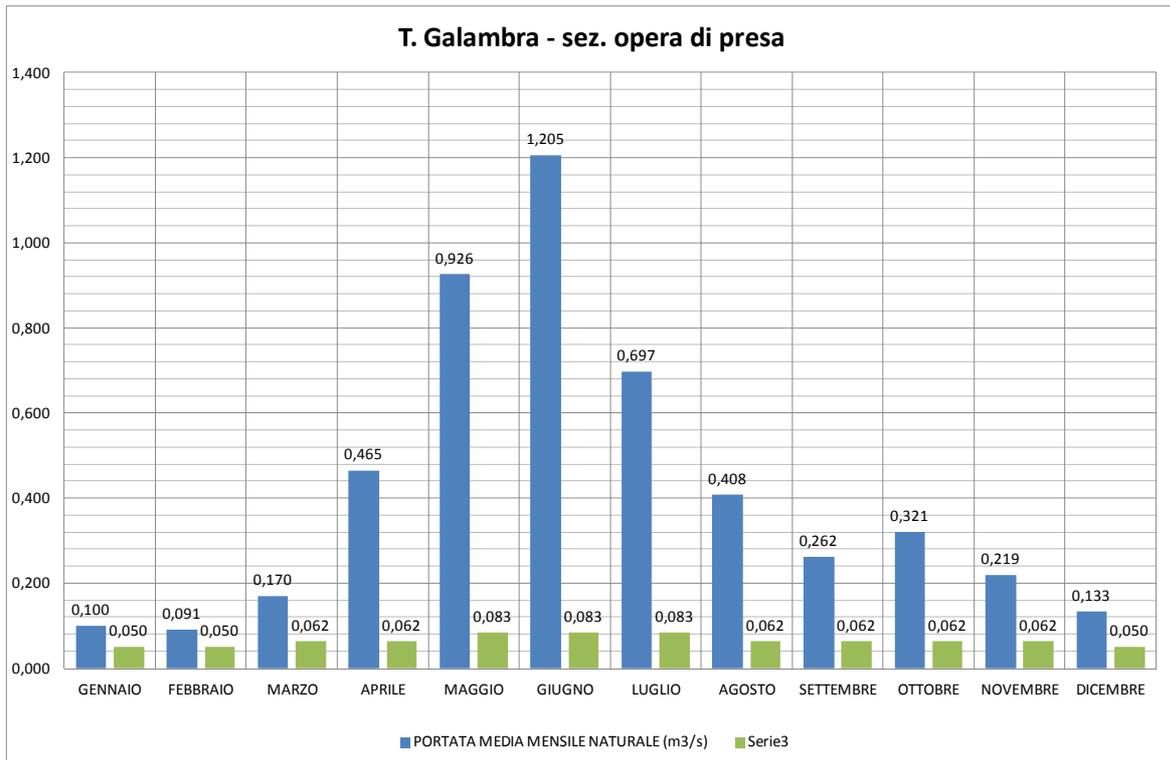


Figura 16 – rio Galambra - Andamento delle portate medie mensili residue a monte dell'opera di presa (in blu) e delle portate in alveo a seguito della realizzazione di una derivazione (in verde) con $Q_{max}=3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e $DMV \text{ medio annuo}=15,0\%$ Q_{med_a} , modulato

Lo scenario con n.4 diverse tipologie di modulazione stagionale è inoltre da preferire ad una modulazione con solo n.2 tipologie (estiva ed invernale) in quanto capace di meglio simulare gli andamenti del deflusso delle condizioni naturali (con un rilascio più consistente limitato ad un minor numero di mesi).

Per ciò che riguarda le possibili modifiche indotte alla funzionalità dei corsi d'acqua, esse riguardano sicuramente le condizioni idriche, che però sono mantenute nella classe delle fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo senza modificarsi in portate costanti. La composizione del substrato dei corsi d'acqua non subirebbe sostanziali modifiche, grazie all'elevato rilascio di DMV estivo in grado di simulare, almeno parzialmente, il regime idraulico di

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

morbida e, di conseguenza, di mantenere funzionali le strutture di ritenzione più efficaci.

L'accresciuta disponibilità d'acqua durante la stagione estiva, comunque, prospetta uno scenario qualitativamente molto superiore rispetto a quello dato dall'inserimento di una derivazione con rilascio di DMV costante. Per le stesse ragioni, non sono attesi scadimenti significativi della componente biologica, ed in particolare della fauna invertebrata, che dovrebbe poter essere in grado di colonizzare, con questa scelta progettuale, microambienti altrimenti preclusi.

Sulla scorta di quanto sopra riportato, si prevede pertanto l'adozione di un rilascio del DMV di tipo modulato con n.4 diverse tipologie di modulazione stagionale, sia per la presa di Serre la Voute, sia per la presa sul rio Galambra, secondo i valori riportati nelle precedenti Tabella 12 e Tabella 13.

Al fine di valutare l'efficacia dei rilasci, così come precedentemente definiti, è previsto un Programma di Monitoraggio consistente in:

- misura in continuo delle portate di DMV rilasciate in corrispondenza delle opere di presa;
- misura delle componenti biologiche (I.B.E.) presenti a monte ed a valle delle opere di presa per un numero minimo di n.3 misure/anno per una durata minima di 2 anni;
- misura delle componenti chimico-fisiche microbiotiche presenti immediatamente a monte ed a valle delle opere di presa per un numero minimo di n.3 misure/anno per una durata minima di 2 anni.

La comparazione di tali dati ed analisi, conformemente a quanto disposto dall'Autorità di Bacino del fiume Po con delibera del Comitato Istituzionale n.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte 4/2006 (cfr. Allegato 3), permetterà di valutare gli effetti indotti dalla derivazione sullo stato del corpo idrico in ordine al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Gestione distrettuale del Po e del PTUA della Regione Piemonte.

Per i dettagli della tipologia e localizzazione dei punti di monitoraggio ambientale, si rimanda al Piano di Monitoraggio allegato al SIA del presente progetto.

Nelle successive Figura 17 e Figura 18 sono rappresentate le curve di durata delle portate in arrivo alle opere di presa di Serre la Voute e Galambra, delle portate derivate e delle portate rilasciate comprensive di DMV modulato e sfiori.

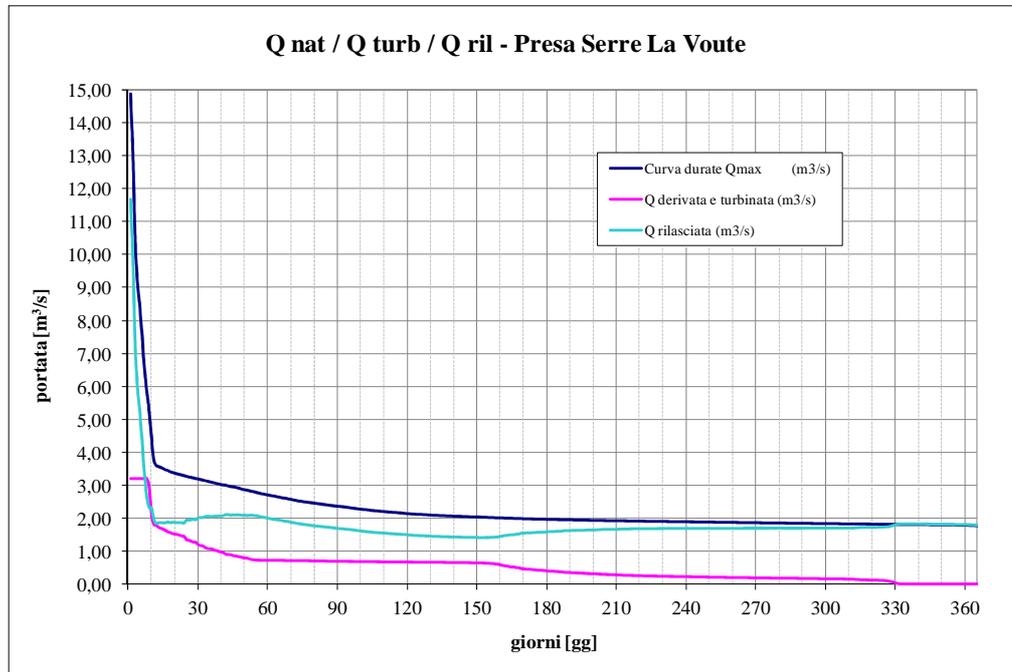


Figura 17 – Dora Riparia a Serre la Voute - curva di durata portate residue disponibili, portate rilasciate e portate derivate con $Q_{max}=3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e DMV medio annuo=15,0% Q_{med_a} , modulato

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

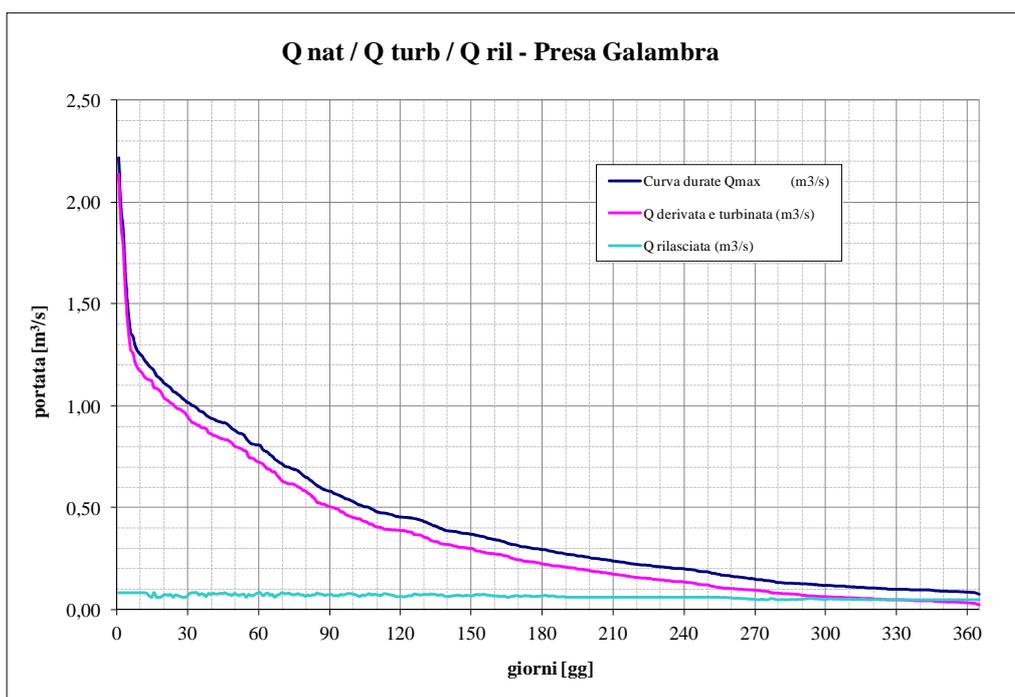


Figura 18 – rio Galambra sezione opera di presa - curva di durata portate residue disponibili, portate rilasciate e portate derivate con $Q_{max}=2,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e DMV medio annuo= $15,0\%$ Q_{med_a} , modulato

Pertanto, considerando le portate residue disponibili, sono state successivamente condotte le conseguenti valutazioni della producibilità dell'impianto Salbertrand-Chiomonte, come riportato nel successivo capitolo.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

2.5 PRODUCIBILITÀ DEGLI IMPIANTI

2.5.1 Valutazioni preliminari

A partire dalle curve di durata delle portate ricavate per le prese di interesse, e riportate nei precedenti capitoli, sottraendo il valore di Deflusso Minimo Vitale modulato così come calcolato al paragrafo precedente, sono state ricavate le portate utilizzabili per la produzione.

Una volta fissata la massima **portata utilizzabile** (cfr. Relazione Tecnica e di Dimensionamento degli impianti - atto A.03.05 e Relazione Generale - atto A.01.00), e considerato il salto disponibile, è stata ricavata la producibilità attesa per l'impianto di Salbertrand-Chiomonte.

Occorre qui premettere come la producibilità dell'impianto dipenda, oltre che dalla risorsa disponibile, anche dal livello del bacino presente nell'area di impianto di Ramat (utilizzato come compenso orario per la produzione nelle ore di maggior valore dell'energia elettrica venduta), dalla esatta definizione della turbina (in termini di rendimenti, portate minime turbinabili, tempo di minimo di funzionamento, ecc.), dalle perdite di carico lungo le condotte, ecc...

In prima analisi è stata effettuata una verifica di approssimazione per validare i valori già noti (circa 20.000.000 kWh/anno) senza entrare nel merito di ulteriori considerazioni, a cui si rimanda nel successivo capitolo. Ciò anche in relazione al dettaglio già raggiunto negli studi pregressi a cui si rimanda.

2.5.1.1 Impianto Salbertrand - Chiomonte

L'impianto di Salbertrand-Chiomonte sarà alimentato da due prese, quella sulla Dora Riparia all'altezza di Serre La Voute e quella esistente oggetto di

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte
riqualificazione posta sul rio Galambra, le cui caratteristiche idrologiche sono state riassunte nei precedenti capitoli.

Ricavate le portate naturali disponibili alle due prese, sono state depurate del valore di DMV modulato calcolato, quindi sommate e inserite nel modello di producibilità dell'impianto.

Per l'impianto di Salbertrand-Chiomonte come massima portata utilizzabile è stato assunto il valore di $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$, come definito in Relazione Generale (cfr. atto A.01.00), corrispondente, sulla curva di durata, a circa 16 giorni di superamento e che rappresenta la massima portata convogliabile dal canale di scarico del bacino di accumulo della Ramat.

In Figura 19 è riportata la curva di durata delle portate potenzialmente utilizzabili ai fini idroelettrici dall'impianto e la curva delle portate turbinabili.

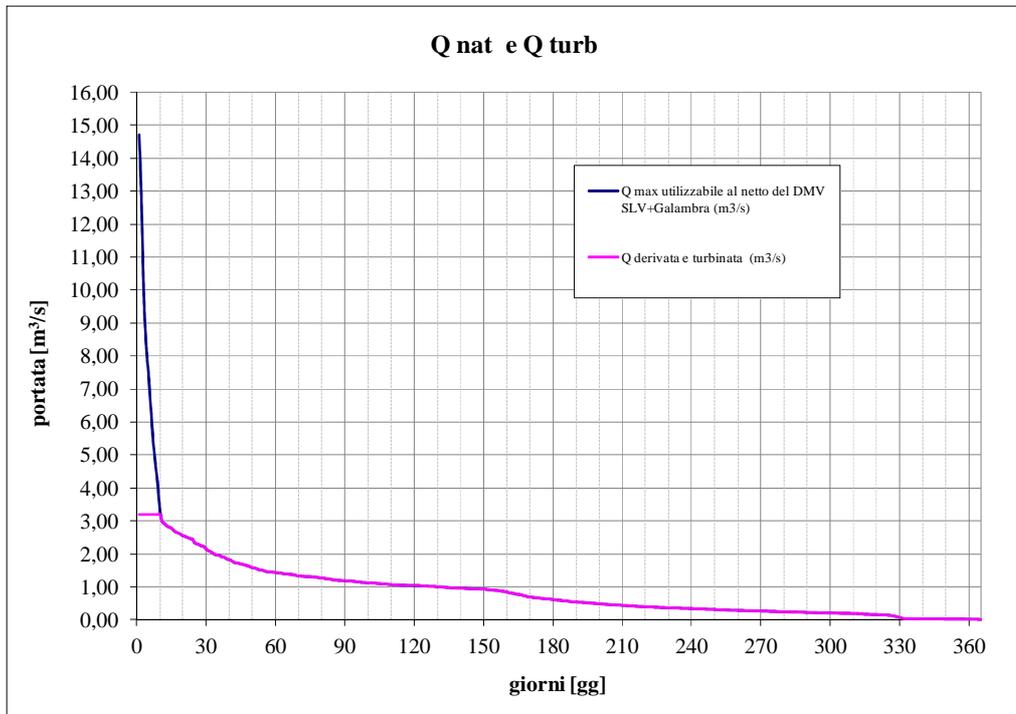


Figura 19 – curva di durata portate residue disponibili e portate turbinabili presso la centrale di Chiomonte

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

È stata quindi calcolata la producibilità come sommatoria dei singoli contributi giornalieri, determinati nel modo seguente:

$$E = g \cdot \eta \cdot \Delta H \cdot Q \cdot t \quad (2.9)$$

dove il rendimento η è dato da:

$$\eta = \eta_{turbina} \times \eta_{generatore} \times \eta_{trasf} \quad (2.10)$$

Per i diversi gruppi si è ipotizzato, in prima analisi, un rendimento del trasformatore pari a 0,95 e un rendimento delle turbine di 0,89, ottenendo un rendimento totale di 0,85.

Come premesso il modello (assunto un valore costante del rendimento al variare della portata massima turbinabile) ha unicamente lo scopo di validare la correttezza dei dati già elaborati.

L'analisi della producibilità è stata effettuata considerando una serie di portate massime derivabili, costruendo così la curva della producibilità riportata nella seguente Figura 20.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

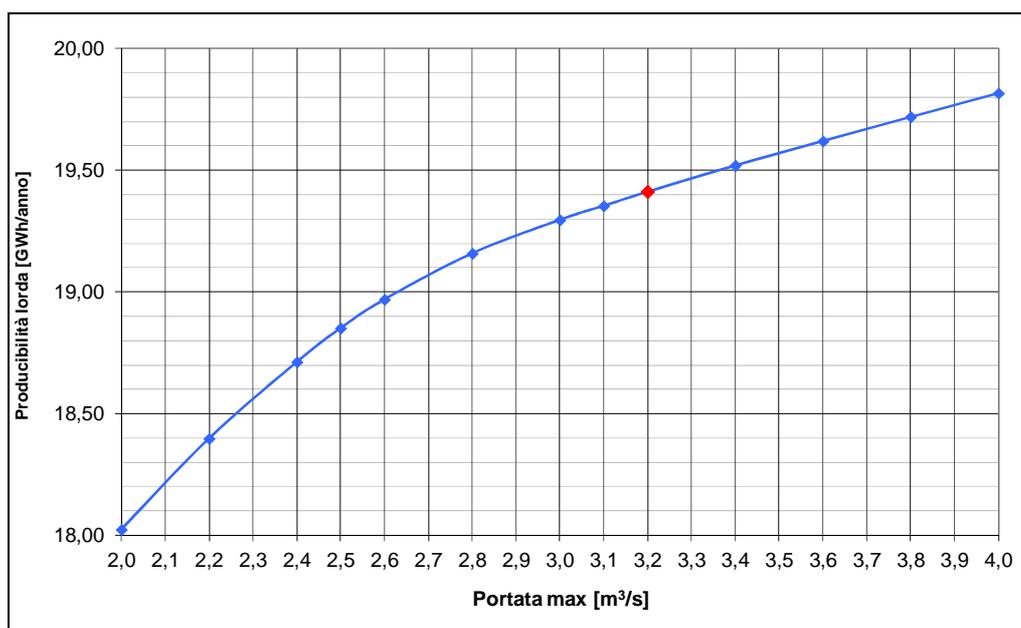


Figura 20 – Curva caratteristica - Produttività lorda al variare della portata massima per l'impianto Salbertrand-Chiomonte

Come evidenziato nella precedente Figura 20 (il dato è indicato in rosso), per una portata massima di 3,2 m³/s la produttività annua si assesterebbe a circa 19,61 GWh/anno.

Q_{max} [m ³ /s]	Produttività [GWh/anno]	Incremento Produttività [%]
2,0	18,139	-
2,2	18,529	2,15
2,4	18,861	1,79
2,5	19,008	0,78
2,6	19,135	0,66
2,8	19,338	1,06
3,0	19,488	0,78
3,1	19,552	0,33
3,2	19,615	0,32
3,4	19,737	0,62
3,6	19,851	0,58
3,8	19,965	0,58
4,0	20,079	0,57

Tabella 14 – Produttività teorica per l'impianto Salbertrand-Chiomonte

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

L'analisi evidenzia una curva di produzione estremamente piatta al variare della portata massima turbinabile con scostamenti assai ridotti (pari al 5%) ed ampiamente nei margini di errore per un campo di portate che varia da 2,5 m³/s a 3,5 m³/s.

Si è quindi ritenuto opportuno dimensionare la funzionalità idraulica dell'impianto considerando una massima portata derivabile compatibile sia con le capacità infrastrutturali (il canale di scarico sul versante di Ramat è infatti in grado di scaricare, in condizioni di sicurezza, una massima portata di 3,2 m³/s) sia con le condizioni ecologiche-ambientale dei corsi d'acqua oggetto di derivazione (assicurando la necessaria disponibilità idrica all'interno dell'alveo nel periodo estivo, andando ad incrementare, mediante gli sfiori, la portata di rilasciata in alveo).

Tale assunzione è infatti di fondamentale importanza per poter definire l'assetto funzionale e di riqualificazione dell'impianto Salbertrand – Chiomonte, come descritto in Relazione Generale (cfr. atto A.01.00).

2.5.2 Producibilità reale

2.5.2.1 Impianto Salbertrand - Chiomonte

Sulla base del percorso progettuale condotto, si prevede che nella nuova centrale di Chiomonte venga installata n.1 turbina Pelton a n.2 getti, ad asse orizzontale con range di portata utile compreso tra 0,8 m³/s e 3,2 m³/s.

La curva di rendimento è rappresentata nella seguente Figura 21.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

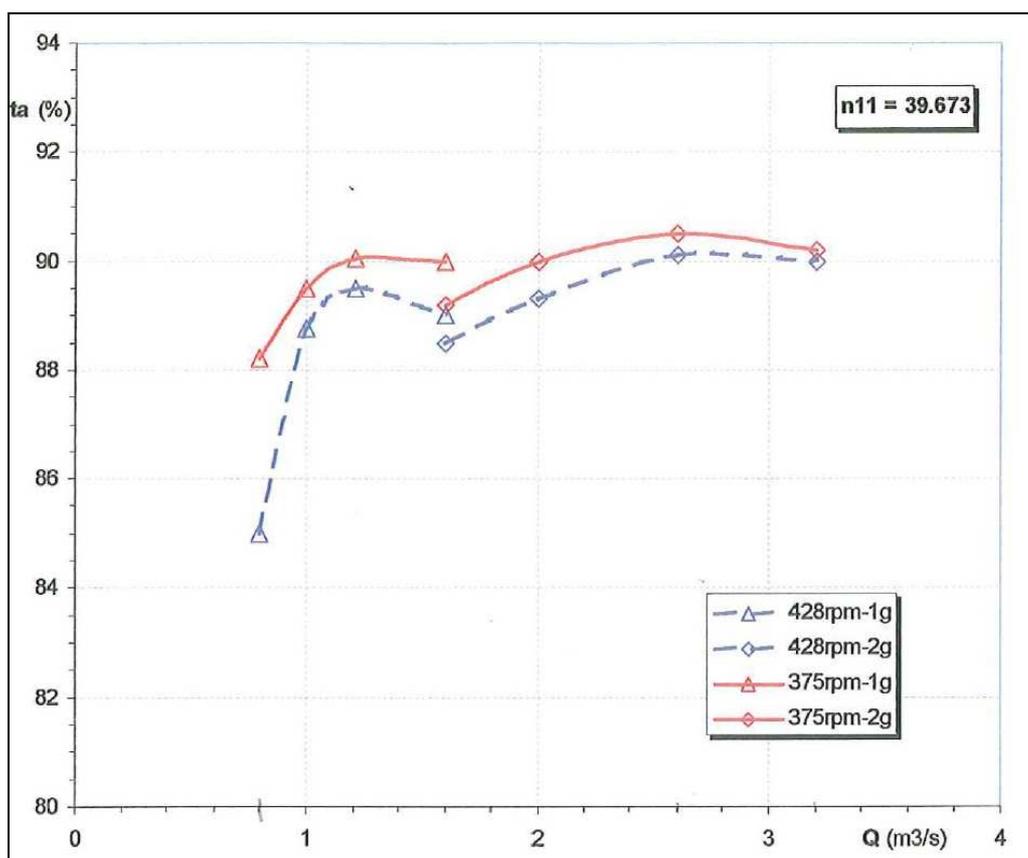


Figura 21 – Turbina Pelton centrale Chiomonte - Curva dei rendimenti

Come è possibile osservare nella precedente Figura 21 per una portata compresa tra $3,2 \text{ m}^3/\text{s}$ e $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ saranno in funzione entrambi i getti della turbina, con rendimenti che variano dallo 0,91 allo 0,89. Quando la portata scende sotto il valore di $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$ la turbina funzionerà ad un solo getto con rendimenti che ritornano a valori prossimi allo 0,9, prima di scendere a 0,88 per la portata minima turbinabile.

La producibilità è stata calcolata come sommatoria dei singoli contributi giornalieri, determinati nel modo seguente:

$$E = g \cdot \eta \cdot \Delta H \cdot Q \cdot t$$

dove il rendimento η è dato da:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

$$\eta = \eta_{turbina} \times \eta_{generatore} \times \eta_{trasf}$$

Per il rendimento del trasformatore e generatore si è assunto un valore pari a 0,95, mentre per il rendimento della turbina si è fatto riferimento ai grafici di Figura 21.

Il salto disponibile ΔH è invece dato dal salto geometrico (differenza tra la quota di media regolazione del bacino di accumulo e la quota dell'asse della turbina installata) diminuito delle perdite di carico distribuite e concentrate lungo lo sviluppo della condotta.

Viene di seguito riportata in Tabella 15 il valore delle producibilità calcolate con il procedimento prima descritto.

Tabella 15 - Funzionamento impianto Salbertrand-Chiomonte nell'anno medio

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m ³ /s)	Q derivata e turbinata (m ³ /s)	Q rilasciata (m ³ /s)	Producibilità (kWh)
1	14,694	3,200	11,494	203.099,67
2	12,655	3,200	9,455	203.099,67
3	9,861	3,200	6,661	203.099,67
4	8,364	3,200	5,164	203.099,67
5	7,465	3,200	4,265	203.099,67
6	6,455	3,200	3,255	203.099,67
7	5,470	3,200	2,270	203.099,67
8	4,747	3,200	1,547	203.099,67
9	4,129	3,200	0,929	203.099,67
10	3,310	3,200	0,110	203.099,67
11	2,975	2,975	0,000	188.814,18
12	2,922	2,922	0,000	185.462,64
13	2,855	2,855	0,000	181.188,66
14	2,816	2,816	0,000	178.738,32
15	2,785	2,785	0,000	176.790,87
16	2,714	2,714	0,000	172.229,41
17	2,667	2,667	0,000	169.663,67
18	2,640	2,640	0,000	167.897,73
19	2,596	2,596	0,000	165.115,49
20	2,555	2,555	0,000	162.542,10
21	2,530	2,530	0,000	160.915,11
22	2,506	2,506	0,000	159.413,82
23	2,471	2,471	0,000	157.185,79
24	2,458	2,458	0,000	156.361,22
25	2,341	2,341	0,000	148.908,49
26	2,314	2,314	0,000	147.214,63
27	2,284	2,284	0,000	145.276,46
28	2,245	2,245	0,000	142.810,69
29	2,231	2,231	0,000	141.926,28

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m³/s)	Q derivata e turbinata (m³/s)	Q rilasciata (m³/s)	Producibilità (kWh)
30	2,149	2,149	0,000	136.684,00
31	2,102	2,102	0,000	133.678,94
32	2,073	2,073	0,000	131.835,00
33	2,024	2,024	0,000	128.746,55
34	1,984	1,984	0,000	126.213,01
35	1,971	1,971	0,000	125.377,07
36	1,954	1,954	0,000	123.999,98
37	1,915	1,915	0,000	121.526,21
38	1,900	1,900	0,000	120.619,86
39	1,850	1,850	0,000	117.417,27
40	1,835	1,835	0,000	116.450,63
41	1,797	1,797	0,000	114.082,27
42	1,753	1,753	0,000	111.284,70
43	1,735	1,735	0,000	110.131,91
44	1,727	1,727	0,000	109.625,50
45	1,699	1,699	0,000	107.843,32
46	1,688	1,688	0,000	107.126,33
47	1,669	1,669	0,000	105.946,90
48	1,647	1,647	0,000	104.549,57
49	1,621	1,621	0,000	102.883,07
50	1,589	1,589	0,000	100.863,57
51	1,581	1,581	0,000	100.334,77
52	1,556	1,556	0,000	98.739,71
53	1,530	1,530	0,000	97.098,43
54	1,517	1,517	0,000	96.313,06
55	1,500	1,500	0,000	95.195,40
56	1,471	1,471	0,000	93.353,99
57	1,465	1,465	0,000	93.005,99
58	1,461	1,461	0,000	92.751,84
59	1,450	1,450	0,000	92.039,74
60	1,444	1,444	0,000	91.628,36
61	1,439	1,439	0,000	90.336,27
62	1,433	1,433	0,000	89.914,55
63	1,418	1,418	0,000	88.998,93
64	1,404	1,404	0,000	88.146,84
65	1,402	1,402	0,000	87.999,50
66	1,389	1,389	0,000	87.195,68
67	1,388	1,388	0,000	87.115,41
68	1,370	1,370	0,000	86.002,13
69	1,357	1,357	0,000	85.188,30
70	1,341	1,341	0,000	84.200,88
71	1,334	1,334	0,000	83.750,70
72	1,330	1,330	0,000	83.464,64
73	1,324	1,324	0,000	83.129,12
74	1,324	1,324	0,000	83.084,08
75	1,321	1,321	0,000	82.913,36
76	1,314	1,314	0,000	82.475,89
77	1,306	1,306	0,000	81.953,05
78	1,298	1,298	0,000	81.474,43
79	1,287	1,287	0,000	81.209,16
80	1,283	1,283	0,000	81.158,17
81	1,272	1,272	0,000	80.444,84
82	1,261	1,261	0,000	79.787,37
83	1,248	1,248	0,000	78.960,86
84	1,238	1,238	0,000	78.285,43
85	1,219	1,219	0,000	77.091,92
86	1,216	1,216	0,000	76.891,04
87	1,208	1,208	0,000	76.426,58

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m³/s)	Q derivata e turbinata (m³/s)	Q rilasciata (m³/s)	Producibilità (kWh)
88	1,207	1,207	0,000	76.360,53
89	1,200	1,200	0,000	75.880,20
90	1,195	1,195	0,000	75.594,98
91	1,191	1,191	0,000	75.322,56
92	1,187	1,187	0,000	75.091,61
93	1,181	1,181	0,000	74.725,99
94	1,178	1,178	0,000	74.487,38
95	1,164	1,164	0,000	73.609,16
96	1,161	1,161	0,000	73.435,57
97	1,148	1,148	0,000	72.639,80
98	1,142	1,142	0,000	72.236,28
99	1,137	1,137	0,000	71.944,40
100	1,132	1,132	0,000	71.604,71
101	1,128	1,128	0,000	71.383,16
102	1,125	1,125	0,000	71.141,47
103	1,124	1,124	0,000	71.082,07
104	1,114	1,114	0,000	70.461,93
105	1,109	1,109	0,000	69.777,52
106	1,106	1,106	0,000	69.547,35
107	1,094	1,094	0,000	68.850,71
108	1,094	1,094	0,000	68.800,81
109	1,084	1,084	0,000	68.182,08
110	1,078	1,078	0,000	67.818,49
111	1,075	1,075	0,000	67.631,60
112	1,074	1,074	0,000	67.554,72
113	1,066	1,066	0,000	67.061,26
114	1,063	1,063	0,000	66.873,87
115	1,062	1,062	0,000	66.777,63
116	1,060	1,060	0,000	66.701,25
117	1,057	1,057	0,000	66.513,85
118	1,057	1,057	0,000	66.492,47
119	1,056	1,056	0,000	66.433,91
120	1,054	1,054	0,000	66.291,33
121	1,053	1,053	0,000	66.232,26
122	1,051	1,051	0,000	66.128,90
123	1,046	1,046	0,000	65.822,34
124	1,043	1,043	0,000	65.622,72
125	1,041	1,041	0,000	65.482,18
126	1,030	1,030	0,000	64.048,68
127	1,028	1,028	0,000	63.923,80
128	1,026	1,026	0,000	63.841,55
129	1,024	1,024	0,000	63.712,31
130	1,015	1,015	0,000	63.148,31
131	1,012	1,012	0,000	62.974,25
132	1,007	1,007	0,000	62.652,81
133	0,997	0,997	0,000	61.988,60
134	0,992	0,992	0,000	61.690,50
135	0,989	0,989	0,000	61.502,17
136	0,986	0,986	0,000	61.359,17
137	0,978	0,978	0,000	60.857,12
138	0,975	0,975	0,000	60.625,99
139	0,973	0,973	0,000	60.523,77
140	0,970	0,970	0,000	60.370,70
141	0,968	0,968	0,000	60.245,32
142	0,964	0,964	0,000	59.973,91
143	0,959	0,959	0,000	59.674,30
144	0,957	0,957	0,000	59.520,05
145	0,952	0,952	0,000	59.247,78

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m³/s)	Q derivata e turbinata (m³/s)	Q rilasciata (m³/s)	Producibilità (kWh)
146	0,951	0,951	0,000	59.177,30
147	0,949	0,949	0,000	59.034,80
148	0,945	0,945	0,000	58.756,35
149	0,942	0,942	0,000	58.581,63
150	0,940	0,940	0,000	58.478,07
151	0,937	0,937	0,000	58.308,72
152	0,926	0,926	0,000	57.572,02
153	0,923	0,923	0,000	57.393,10
154	0,917	0,917	0,000	57.023,71
155	0,908	0,908	0,000	56.490,14
156	0,900	0,900	0,000	55.987,49
157	0,895	0,895	0,000	55.644,25
158	0,878	0,878	0,000	54.594,00
159	0,874	0,874	0,000	54.390,26
160	0,854	0,854	0,000	53.122,84
161	0,835	0,835	0,000	51.931,77
162	0,820	0,820	0,000	50.978,70
163	0,812	0,812	0,000	50.523,37
164	0,790	0,790	0,000	49.159,41
165	0,782	0,782	0,000	48.639,83
166	0,776	0,776	0,000	48.294,56
167	0,750	0,750	0,000	46.671,13
168	0,740	0,740	0,000	46.047,30
169	0,709	0,709	0,000	44.118,12
170	0,705	0,705	0,000	43.833,97
171	0,693	0,693	0,000	43.107,96
172	0,685	0,685	0,000	42.584,97
173	0,680	0,680	0,000	42.300,81
174	0,669	0,669	0,000	41.626,15
175	0,662	0,662	0,000	41.183,58
176	0,655	0,655	0,000	40.729,61
177	0,652	0,652	0,000	40.528,04
178	0,643	0,643	0,000	39.967,65
179	0,636	0,636	0,000	39.587,00
180	0,622	0,622	0,000	38.670,64
181	0,613	0,613	0,000	38.163,12
182	0,609	0,609	0,000	37.855,14
183	0,606	0,606	0,000	37.721,04
184	0,593	0,593	0,000	36.875,33
185	0,588	0,588	0,000	36.591,19
186	0,584	0,584	0,000	36.342,97
187	0,574	0,574	0,000	35.692,49
188	0,563	0,563	0,000	35.046,18
189	0,560	0,560	0,000	34.827,47
190	0,556	0,556	0,000	34.578,75
191	0,545	0,545	0,000	33.900,72
192	0,544	0,544	0,000	33.824,52
193	0,539	0,539	0,000	33.539,03
194	0,533	0,533	0,000	33.147,83
195	0,526	0,526	0,000	32.724,86
196	0,523	0,523	0,000	32.509,86
197	0,518	0,518	0,000	32.220,87
198	0,511	0,511	0,000	31.780,31
199	0,507	0,507	0,000	31.526,54
200	0,503	0,503	0,000	31.262,19
201	0,495	0,495	0,000	30.818,08
202	0,487	0,487	0,000	30.309,23
203	0,482	0,482	0,000	29.989,85

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m³/s)	Q derivata e turbinata (m³/s)	Q rilasciata (m³/s)	Producibilità (kWh)
204	0,476	0,476	0,000	29.598,64
205	0,471	0,471	0,000	29.306,10
206	0,467	0,467	0,000	29.045,28
207	0,463	0,463	0,000	28.784,47
208	0,459	0,459	0,000	28.576,51
209	0,456	0,456	0,000	28.372,09
210	0,450	0,450	0,000	27.963,22
211	0,447	0,447	0,000	27.822,25
212	0,443	0,443	0,000	27.531,88
213	0,436	0,436	0,000	27.138,50
214	0,432	0,432	0,000	26.860,06
215	0,428	0,428	0,000	26.641,54
216	0,423	0,423	0,000	26.317,26
217	0,419	0,419	0,000	26.084,64
218	0,416	0,416	0,000	25.896,48
219	0,412	0,412	0,000	25.644,06
220	0,409	0,409	0,000	25.457,25
221	0,405	0,405	0,000	25.171,77
222	0,401	0,401	0,000	24.960,29
223	0,398	0,398	0,000	24.762,93
224	0,396	0,396	0,000	24.604,33
225	0,394	0,394	0,000	24.486,66
226	0,392	0,392	0,000	24.382,28
227	0,387	0,387	0,000	24.072,10
228	0,384	0,384	0,000	23.895,87
229	0,381	0,381	0,000	23.730,22
230	0,378	0,378	0,000	23.532,84
231	0,376	0,376	0,000	23.398,90
232	0,374	0,374	0,000	23.257,92
233	0,370	0,370	0,000	22.990,04
234	0,369	0,369	0,000	22.960,50
235	0,365	0,365	0,000	22.725,69
236	0,363	0,363	0,000	22.588,23
237	0,362	0,362	0,000	22.496,60
238	0,360	0,360	0,000	22.415,54
239	0,358	0,358	0,000	22.288,66
240	0,355	0,355	0,000	22.105,38
241	0,353	0,353	0,000	21.941,89
242	0,351	0,351	0,000	21.809,30
243	0,348	0,348	0,000	21.626,02
244	0,346	0,346	0,000	21.527,33
245	0,342	0,342	0,000	21.262,98
246	0,336	0,336	0,000	20.885,83
247	0,333	0,333	0,000	20.720,16
248	0,331	0,331	0,000	20.614,42
249	0,330	0,330	0,000	20.526,32
250	0,328	0,328	0,000	20.392,38
251	0,324	0,324	0,000	20.159,75
252	0,319	0,319	0,000	19.831,93
253	0,317	0,317	0,000	19.715,62
254	0,312	0,312	0,000	19.430,11
255	0,311	0,311	0,000	19.317,32
256	0,307	0,307	0,000	19.112,65
257	0,304	0,304	0,000	18.911,97
258	0,302	0,302	0,000	18.809,53
259	0,302	0,302	0,000	18.762,60
260	0,300	0,300	0,000	18.654,68
261	0,298	0,298	0,000	18.538,37

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m³/s)	Q derivata e turbinata (m³/s)	Q rilasciata (m³/s)	Producibilità (kWh)
262	0,297	0,297	0,000	18.460,59
263	0,294	0,294	0,000	18.273,78
264	0,293	0,293	0,000	18.196,25
265	0,291	0,291	0,000	18.083,70
266	0,288	0,288	0,000	17.921,56
267	0,286	0,286	0,000	17.812,07
268	0,284	0,284	0,000	17.664,27
269	0,282	0,282	0,000	17.572,64
270	0,280	0,280	0,000	17.441,99
271	0,279	0,279	0,000	17.336,25
272	0,277	0,277	0,000	17.237,80
273	0,274	0,274	0,000	17.047,22
274	0,271	0,271	0,000	16.870,99
275	0,270	0,270	0,000	16.807,55
276	0,267	0,267	0,000	16.631,32
277	0,261	0,261	0,000	16.222,42
278	0,259	0,259	0,000	16.138,07
279	0,257	0,257	0,000	15.979,22
280	0,256	0,256	0,000	15.929,88
281	0,254	0,254	0,000	15.826,32
282	0,253	0,253	0,000	15.714,87
283	0,252	0,252	0,000	15.665,53
284	0,251	0,251	0,000	15.619,71
285	0,248	0,248	0,000	15.457,57
286	0,247	0,247	0,000	15.344,79
287	0,246	0,246	0,000	15.295,45
288	0,243	0,243	0,000	15.126,50
289	0,242	0,242	0,000	15.062,82
290	0,238	0,238	0,000	14.798,46
291	0,236	0,236	0,000	14.703,30
292	0,233	0,233	0,000	14.523,54
293	0,230	0,230	0,000	14.297,95
294	0,229	0,229	0,000	14.238,04
295	0,228	0,228	0,000	14.174,60
296	0,226	0,226	0,000	14.079,44
297	0,225	0,225	0,000	14.002,13
298	0,223	0,223	0,000	13.864,43
299	0,222	0,222	0,000	13.815,09
300	0,221	0,221	0,000	13.758,70
301	0,220	0,220	0,000	13.660,01
302	0,217	0,217	0,000	13.512,21
303	0,216	0,216	0,000	13.441,72
304	0,214	0,214	0,000	13.311,32
305	0,214	0,214	0,000	13.292,35
306	0,213	0,213	0,000	13.247,64
307	0,212	0,212	0,000	13.187,73
308	0,210	0,210	0,000	13.060,84
309	0,207	0,207	0,000	12.895,18
310	0,205	0,205	0,000	12.782,39
311	0,205	0,205	0,000	12.733,05
312	0,203	0,203	0,000	12.616,75
313	0,194	0,194	0,000	12.091,85
314	0,189	0,189	0,000	11.735,66
315	0,181	0,181	0,000	11.276,15
316	0,181	0,181	0,000	11.242,25
317	0,176	0,176	0,000	10.932,34
318	0,174	0,174	0,000	10.854,57
319	0,174	0,174	0,000	10.812,27

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Giorni (gg)	Q max utilizzabile al netto del DMV (m ³ /s)	Q derivata e turbinata (m ³ /s)	Q rilasciata (m ³ /s)	Producibilità (kWh)
320	0,172	0,172	0,000	10.717,11
321	0,168	0,168	0,000	10.445,73
322	0,166	0,166	0,000	10.332,94
323	0,159	0,159	0,000	9.910,03
324	0,159	0,159	0,000	9.863,09
325	0,154	0,154	0,000	9.603,39
326	0,148	0,148	0,000	9.179,12
327	0,138	0,138	0,000	8.572,95
328	0,120	0,120	0,000	7.490,99
329	0,103	0,103	0,000	6.430,19
330	0,080	0,080	0,000	4.978,18
331	0,062	0,062	0,000	3.829,27
332	0,048	0,048	0,000	2.970,35
333	0,048	0,048	0,000	2.970,35
334	0,047	0,047	0,000	2.935,33
335	0,047	0,047	0,000	2.917,47
336	0,045	0,045	0,000	2.811,72
337	0,045	0,045	0,000	2.811,72
338	0,044	0,044	0,000	2.758,85
339	0,044	0,044	0,000	2.758,85
340	0,044	0,044	0,000	2.758,85
341	0,044	0,044	0,000	2.758,85
342	0,044	0,044	0,000	2.758,85
343	0,044	0,044	0,000	2.758,85
344	0,044	0,044	0,000	2.758,85
345	0,044	0,044	0,000	2.705,97
346	0,042	0,042	0,000	2.600,22
347	0,040	0,040	0,000	2.494,47
348	0,040	0,040	0,000	2.494,47
349	0,038	0,038	0,000	2.388,72
350	0,038	0,038	0,000	2.388,72
351	0,038	0,038	0,000	2.388,72
352	0,038	0,038	0,000	2.335,85
353	0,038	0,038	0,000	2.335,85
354	0,038	0,038	0,000	2.335,85
355	0,037	0,037	0,000	2.282,97
356	0,037	0,037	0,000	2.282,97
357	0,036	0,036	0,000	2.230,10
358	0,036	0,036	0,000	2.230,10
359	0,034	0,034	0,000	2.124,34
360	0,034	0,034	0,000	2.124,34
361	0,033	0,033	0,000	2.071,47
362	0,032	0,032	0,000	1.965,72
363	0,032	0,032	0,000	1.965,72
364	0,028	0,028	0,000	1.754,22
365	0,024	0,024	0,000	<u>1.489,84</u>
TOTALE [kWh]				19.572.452,05

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Occorre notare come la centrale venga esercita anche con portata media derivata inferiore a $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$, grazie alla possibilità di gestire l'accumulo al serbatoio dell'area di Ramat per una volumetria pari a 20.000 m^3 .

2.5.3 Sintesi delle producibilità

Nella prima parte della presente relazione sono state esaminate e riassunte le indagini idrologiche effettuate all'interno degli studi pregressi che interessano gli impianti idroelettrici presenti in Valle Susa.

Tali studi si fondano sulle serie storiche delle misurazioni idrometriche registrate da *IREN ENERGIA S.p.A.* (ex *A.E.M.* di Torino S.p.A.) tra gli anni 1958 e 2005 presso le stazioni di Serre la Voute, di Galambra e di Clarea Alta, che erano già alla base del progetto di "*Concessione per la costruzione dell'impianto di Pont Ventoux*" sviluppato da Alpina (1996) in collaborazione con Etatec S.r.l..

Sono stati quindi determinati l'andamento medio annuo delle portate naturali in alveo e le corrispondenti curve di durata, per poi, una volta calcolati i DMV opportunamente modulati e sottratte le risorse captate a Pont Ventoux, ricavare le portate residue, alle prese di interesse, e definire la producibilità dell'impianto.

Le analisi e le ipotesi, ripercorse nella presente Relazione Idrologica, vengono ritenute dagli scriventi rappresentative e adeguate a descrivere i regimi dei corsi d'acqua lungo i quali insistono le prese a servizio dell'impianto con alcune precisazioni che conducono a:

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

- ritenere non idonea la derivazione dalle prese Pontet e Clarea Alta;
- ritenere perseguibile l'obiettivo di DMV calcolato con i parametri del PTUA della Regione Piemonte corretti sulla base dei rilasci imposti a Pont Ventoux e Susa (scenario 2);
- prevedere il rilascio di un DMV modulato con n.4 classi stagionali, di valore medio annuo corrispondente al 15% della portata media annua naturale del corso d'acqua (Dora Riparia e rio Galambra).

Per quanto sopra le dette portate sono state utilizzate come base per il calcolo della producibilità attesa dall'impianto (cfr. capitolo 2.5.2) e per i successivi calcoli idraulici di dimensionamento dei manufatti oggetto di riqualificazione, con gli approfondimenti già accennati relativi alla sostanziale invarianza della producibilità dell'impianto Salbertrand – Chiomonte al variare della portata massima di turbina.

Come già accennato risulta fondamentale un attento programma di monitoraggio dei deflussi del torrente Galambra che contribuisce in quantità sostanziale alla producibilità dell'impianto Salbertrand – Chiomonte.

In conclusione la risorsa annua media disponibile, sulla base della reale geometria dell'impianto, della sua funzionalità idraulica e delle macchine installate durante i lavori di adeguamento, assicura una producibilità media di **19,57 GWh/anno**.

Tale dato è stato assunto alla base delle verifiche economiche complessive nell'ambito dell'analisi costi/benefici per la verifica di convenienza all'esercizio e sostenibilità dell'intervento.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

3. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

3.1 INTRODUZIONE

In questo capitolo vengono espone le valutazioni idrologiche considerate per la definizione delle portate di piena nella Dora Riparia e nel rio Galambra in corrispondenza delle sezioni di interesse, al fine di poter accertare la compatibilità idraulica delle opere costituenti l'impianto esistente oggetto di riqualificazione.

3.2 STUDIO DI RIFERIMENTO

Al fine di completare la presente trattazione idrologica sono state assunte come riferimento le analisi condotte all'interno dello "*Studio di Fattibilità e della Sistemazione Idraulica del fiume Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluenza in Po*" (2003) redatto per conto dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Vengono di seguito riportate le principali valutazioni eseguite nel suddetto studio al fine di poter giungere ad una trattazione completa ed esauriente in merito alla definizione di idrogrammi di piena sintetici, con prefissato tempo di ritorno, in corrispondenza di significative sezioni del corso d'acqua, nel tratto in esame.

3.2.1 Definizione degli idrogrammi di piena sintetici

È generalmente noto che ad una generica onda di piena non possa essere associata una probabilità di accadimento riferita all'idrogramma nel suo complesso, ma solo ad alcuni parametri caratteristici dello stesso come la portata al colmo, il volume al di sopra di un assegnato valore di portata o la

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

portata media in un'assegnata durata. È quindi consuetudine nella pratica ingegneristica assumere come piene di riferimento onde sintetiche ottenute sulla base di opportune elaborazioni statistiche degli idrogrammi di piena reali osservati. Poiché le caratteristiche globali più rilevanti dell'idrogramma di piena sono la portata al colmo, il volume al di sopra di un assegnato valore di soglia ed il volume in un'assegnata durata (o, che è lo stesso, la portata media nella medesima durata) e poiché l'onda sintetica deve essere rappresentativa del rischio per tutte le possibili scelte dei valori di soglia o di durata, si può attribuire all'onda stessa un prefissato valore del tempo di ritorno imponendo che alla portata al colmo, ai volumi al di sopra di ogni valore di portata o alle massime portate medie di ogni durata parziale corrisponda un unico valore del tempo di ritorno, pari a quello assegnato.

L'analisi idrologica condotta nello Studio di Fattibilità ha permesso di individuare le onde di piena con assegnato tempo di ritorno (2, 5, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 500 anni) in corrispondenza delle sezioni significative del corso d'acqua come di seguito elencato:

1. Oulx (sul Torrente Ripa): sezione coincidente con la stazione di misura del Servizio Idrografico e Mareografico, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 91+070, in corrispondenza della sezione rilevata numero P77.
2. Beaulard (sulla Dora di Bardonecchia): sezione coincidente con la stazione di misura del Servizio Idrografico e Mareografico, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 96+680 (6.9 km a monte della confluenza del Torrente di Bardonecchia con la Ripa).

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

3. Salbertrand (dopo la confluenza dei due torrenti su citati): sezione in località Serre La Voute, in corrispondenza del manufatto di derivazione di proprietà dell'AEM di Torino, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 82+370, in corrispondenza della sezione rilevata numero 138.
4. Susa: sezione subito a monte della confluenza con il Torrente Cenischia, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 66+860, in corrispondenza della sezione rilevata numero P58.
5. Susa: sezione subito a valle della confluenza con il Torrente Cenischia, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 66+790, in corrispondenza della sezione rilevata numero P57.
6. S.Antonino di Susa, sezione coincidente con la stazione di misura del Servizio Idrografico e Mareografico, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 49+650, in corrispondenza della sezione rilevata numero 83.
7. Sezione di confluenza col Po a Torino, progressiva chilometrica lungo l'asta fluviale: 0+00, in corrispondenza della sezione rilevata numero 1.

L'analisi idrologica condotta nello Studio di Fattibilità si è basata innanzitutto sulle serie storiche dei valori misurati nelle stazioni gestite dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale di Oulx e di S.Antonino di Susa.

In particolare per la prima stazione sono disponibili gli idrogrammi delle altezze idrometriche del primo (a volte anche del secondo) colmo annuale per gli anni 1928-1950 e 1952-1957. La scansione dei dati è di un valore ogni 5 minuti.

Per la stazione di S.Antonino sono state invece analizzate le fotografie scattate alle strisciate originarie delle altezze idrometriche misurate dallo strumento nel

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte
periodo 1926-1948 e 1950-1958. Le fotografie riguardano fino a tre “massimi eventi di piena nell'anno”.

Per la stazione di Oulx è stato elaborato anche l'idrogramma di piena relativo all'evento del 2000, che è stato fornito dalla Regione Piemonte .

L'analisi idrologica condotta nello Studio di Fattibilità ha quindi permesso di individuare le portate al colmo di piena per le sezioni di riferimento come riportato nella seguente Tabella 16.

STAZIONE	T=2 anni	T=20 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Oulx	43	133	188	242	309	423
Beaulard	37	115	163	210	268	367
Salbertrand	66	203	287	369	470	644
Susa	75	230	326	418	534	731
Susa a valle del Cenischia	83	256	362	466	594	814
S.Antonino di Susa	94	289	409	525	671	919
Confluenza col Po	107	330	467	600	766	1049

Tabella 16 – Portate di massima piena – Studio di Fattibilità AdBPo (2003)

Ai fini della verifica delle quote di sicurezza idraulica nonché di compatibilità delle opere infrastrutturali esistenti costituenti l'impianto oggetto di riqualificazione, riportate in Relazione Idraulica (atto A.03.02), sono stati utilizzati i valori di portata di piena con tempo di ritorno 200 anni dello Studio di Fattibilità.

Per quanto riguarda le sezioni intermedie di riferimento per le quali lo Studio di Fattibilità non identifica il valore di portata, è stato utilizzato il metodo di regionalizzazione così come riportato nello Studio di Fattibilità stesso.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

È possibile infatti disporre per ognuna delle sezioni di interesse dell'espressione della massima portata media di assegnata durata e di assegnato tempo di ritorno nella formulazione:

$$q_D(T) = \beta_1 A^{\alpha_1} \left(1 + \frac{D}{\beta_2 A^{\alpha_2}} \right)^{-c} \left(\varepsilon + \frac{\alpha}{\kappa} \left(1 - \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T} \right)^\kappa \right) \right) \right)$$

$Q_d(T)$ = portata di durata D con assegnato tempo di ritorno T

T = tempo di ritorno

D = durata

ε , α , κ = parametri della distribuzione GEV (VAPI) dei dati per le due stazioni strumentate ed analizzate all'interno dello Studi di Fattibilità;

α_1 , β_1 = parametri di riferimento della legge di potenza per la regionalizzazione della portata media al colmo $\mu(Q_0) = \beta A^\alpha$

α_2 , β_2 = parametri di riferimento della legge di potenza per la regionalizzazione del fattore b per la definizione del fattore di riduzione $\varepsilon(D)$ secondo la

formulazione di NERC $\varepsilon_D = \left(1 + \frac{D}{b} \right)^{-c}$

c = parametri di riferimento della legge di potenza per la definizione del fattore

di riduzione $\varepsilon(D)$ secondo la formulazione di NERC $\varepsilon_D = \left(1 + \frac{D}{b} \right)^{-c}$

A = superficie del bacino di riferimento

Tale espressione fornisce l'andamento degli idrogrammi di piena una volta che sia nota l'area drenata.

In Tabella 17 sono riportati i valori assunti come riferimento per la definizione delle portate al colmo di piena secondo il metodo della regionalizzazione.

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

PARAMETRI DELLA REGIONE:		
r		0.3391
c		0.26
GEV	a	0.352
	e	0.635
	k	-0.32
REGIONALIZZAZIONE b	a	0.237721
	b	1.92955
REGIONALIZZAZIONE Q ₀	a	0.559402
	b	2.480602

Tabella 17 – parametri della regionalizzazione – Studio di Fattibilità AdBPo (2003)

Di seguito in Tabella 18 si riportano, per tempi di ritorno compresi tra 2 e 500 anni, i valori della portata al picco (durata pari a 0 ore) in corrispondenza delle sezioni di Serre la Voute, Chiomonte e Susa lungo la Dora Riparia e del t. Galambra in corrispondenza dell'opera di presa.

STAZIONE	Area [kmq]	T=2 anni	T=20 anni	T=50 anni	T=100 anni	T=200 anni	T=500 anni
Dora Riparia a Salbertrand	556	66	203	287	369	470	644
Dora Riparia a Chiomonte	621	70	216	305	392	500	686
Dora Riparia a Susa	692	75	230	326	418	534	731
Rio Galambra - opera di presa	15,6	8,9	27,5	39	50	63,7	87,3

Tabella 18 – Portate di massima piena nelle sezioni di riferimento

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

4. CONCLUSIONI

Si riassume in Tabella 19 i dati relativi alle prese di interesse per l'impianto.

IMPIANTO SALBERTRAND-CHiomonte	Opera di presa "Serre la Voute" su Dora Riparia	Opera di presa "Galambra" su Rio Galambra
Bacino imbrifero complessivo utile alla derivazione [km²]	556,00	15,60
Portata naturale media annua disponibile [m³/s]	2,342	0,42
Deflusso minimo vitale [m³/s]	1,736	0,065
Portata naturale media annua al netto del DMV [m³/s]	0,606	0,354
Portata massima derivabile [m³/s]	3,20	2,20
Portata media derivabile [m³/s]	0,537	0,354
Portata media rilasciata [m³/s]	1,805	0,065
Quota opera di presa [m s.m.]	990,50	984,90

Tabella 19 – Dati relativi alle opere di presa dell'impianto Salbertrand-Chiomonte

Si riassume in Tabella 20 i dati caratteristici dell'impianto.

	IMPIANTO SALBERTRAND-CHiomonte
Q media utilizzabile al netto del DMV [m³/s]	0,977
Q max derivabile e turbinabile [m³/s]	3,20
Q media derivabile e turbinabile [m³/s]	0,853
Quota max vasca di carico [m s.m.]	971,20
Quota sfioro vasca di carico [m s.m.]	971,70
Quota media regolazione vasca di carico [m s.m.]	966,65
Quota asse turbina [m s.m.]	653,10
Dislivello medio utile [m]	313,55

Progetto Definitivo di riqualificazione dell'impianto idroelettrico Salbertrand-Chiomonte

Dislivello medio netto utile [m]	303,10
Quota media pelo libero canale di restituzione [m s.m.]	650,00
Producibilità annua [kWh]	19.572.452,05
Potenza installata [MW]	8,70
Potenza nominale di concessione [kW]	2.623,76
Potenza massima [kW]	8.180,42
Lunghezza complessiva canale di derivazione [m]	8.380
Lunghezza condotta forzata [m]	590
Diametro interno condotta forzata [mm]	1000÷950

Tabella 20 – Dati relativi all'impianto di produzione

Pur trattandosi di un progetto che non modifica la geometria dei manufatti in alveo, trattandosi di opere già esistenti e costruite nel corso del secolo scorso, è stata comunque condotta un'attenta analisi idrologica dei fenomeni di piena per dedurne le portate di verifica delle quote di sicurezza idraulica e di compatibilità (manufatto sifone – ponte canale esistente a valle di Serre la Voute, ponte canale esistente a valle di Chiomonte, ponte canale a valle opera di presa sul rio Galambra, piano di posa delle macchine). I risultati sono quindi stati utilizzati nella Relazione Idraulica (cfr. atto A.03.02) a cui si rimanda per i dettagli del caso.

Milano, aprile 2012

I PROFESSIONISTI INCARICATI:

Prof. Ing. Alessandro Paoletti

Dott. Ing. Giovanni Battista Peduzzi

Dott. Ing. Filippo Malingegno