



CONSORZIO di BONIFICA
in DESTRA del FIUME SELE

**MINICENTRALE
TUSCIANO - BOSCARIELLO**

PROGETTO DEFINITIVO

ELABORATO	Relazione idrologica-idraulica
C	

PROGETTAZIONE

Dott. ing. Vincenzo Napoli

**RESPONSABILE UNICO
DEL PROCEDIMENTO**

Dott. ing. Francesco Marotta

Febbraio 2014

RELAZIONE IDROLOGICA – IDRAULICA

1. Premessa

Il presente progetto prevede la realizzazione di una minicentrale idroelettrica ubicata in località Boscariello, nel Comune di Eboli (SA), alimentata dalle acque del F. Tusciano, derivate mediante esistente presa a quota 80,65 m s.m., con funzionamento esteso a tutto l'anno.

Il progetto prevede l'utilizzo della risorsa idrica ad uso idroelettrico per portata di 0,832 mc/s, sfruttando un salto lordo di 38,65 m tra l'esistente Traversa sul F. Tusciano (Lat = 40.625° N - Long = 14.993° E) e lo scarico a valle della turbina, a quota 42 m s.m..

Nel seguito della presente Relazione si riportano:

- lo studio idrologico (Parte A) ripreso dal Progetto *“Ristrutturazione della rete irrigua del Tusciano – Interconnessione Bacino del Sele”* – ammesso a finanziamento nel PSR Campania 2007 – 2013 – Misura 1.25 – Sottomisura 1, con DDGR Comparto n. 786 del 17.12.2013, le cui opere sono in fase di prossima realizzazione, con finanziamento già previsto;
- i calcoli idraulici (Parte B) finalizzati alla valutazione del salto utile.

PARTE A - IDROLOGIA

2. - DEFINIZIONE DEL BILANCIO IDROLOGICO E DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE

2.1 - Bilancio idrico ed idrologico

2.1.1 - Generalità

Ai sensi dell'art. 7.2 del D.M. 28 luglio 2004 e dell'art. 61 del D.Lgs. 152/06, il bilancio idrologico ed idrico è di competenza della Regione nella quale ricade il corso d'acqua in esame. Pertanto l'analisi di seguito sintetizzata fa riferimento al "*Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania*".

Per bilancio idrologico si intende (D.M. 28 luglio 2004) la "comparazione, nel periodo di tempo considerato e con riferimento ad un determinato bacino e sottobacino, superficiale e sotterraneo, tra afflussi e deflussi naturali, ovvero deflussi che si avrebbero in assenza di pressione antropica".

L'equazione del bilancio idrologico è espressa dalla continuità dei volumi entranti, uscenti ed invasati nel bacino superficiale in un intervallo di tempo Δt prefissato:

$$A - E = I + R + \Delta V$$

dove:

- A = volume di acqua di precipitazione affluita nel bacino
- E = volume di acqua sottratta al bacino per evapotraspirazione
- I = volume di acqua che si infila nel sottosuolo
- R = volume di acqua di origine meteorica che contribuisce al deflusso superficiale (ruscellamento)
- ΔV = variazione del volume degli invasi nel bacino imbrifero.

La somma, per ogni bacino, del contributo delle sorgenti, del contributo degli acquiferi minori e del ruscellamento costituisce il deflusso superficiale naturale del bacino stesso.

Come detto precedentemente, per il bilancio si è fatto riferimento alle procedure e ai risultati ottenuti nell'ambito del "*Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania*", che vengono di seguito sintetizzati.

In particolare, per il bacino del fiume Tusciano, essendo disponibile una significativa serie storica delle portate, relativa alla stazione idrometrografica di Olevano, il deflusso medio annuo e la portata media annua sono state stimate prima con analisi diretta e poi con analisi indiretta attraverso l'equazione del bilancio.

2.1.2 - Dati termo-pluviometrici e di portata

I dati di base presi a riferimento nel “*Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania*” per le elaborazioni necessarie alla definizione del bilancio idrologico sono stati tratti dagli annali dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico – Compartimento di Napoli, ed in particolare sono quelli di seguito indicati.

- Precipitazioni mensili ed annue

Sono stati presi in esame i dati delle serie storiche delle precipitazioni mensili ed annue registrate in n. 344 stazioni di misura dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico – Compartimento di Napoli.

Le stazioni pluviometriche prese in esame per le successive fasi di elaborazione, a livello locale e su scala regionale, relative alle serie storiche con numero di dati maggiore o uguale a 10 ($n \geq 10$), sono risultate in numero di 272.

- Temperature mensili ed annue

Sono stati presi in esame i dati delle serie storiche delle temperature mensili ed annue registrate in n. 179 stazioni di misura dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico – Compartimento di Napoli.

Le stazioni termometriche prese in esame per le successive fasi di elaborazione, a livello locale e su scala regionale, relative alle serie storiche con numero di dati maggiore o uguale a 10 ($n \geq 10$), sono risultate in numero di 111.

- Portate mensili ed annue

Sono stati presi in esame i dati delle serie storiche delle portate mensili ed annue registrate in n. 36 stazioni di misura dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico – Compartimento di Napoli relative ai bacini dal Fiume Volturno al Fiume Bussento.

Le stazioni idrometriche prese in esame per le successive fasi di elaborazione relative alle serie storiche con numero di dati maggiore o uguale a 10 ($n \geq 10$), avendo escluso da tali elaborazioni le stazioni aventi bacini di estensione assai limitata e/o la cui portata è costituita, in parte prevalente, da apporti sorgentizi, sono risultati in numero di 13.

2.1.3 - Stima diretta del deflusso medio annuo e della portata media annua

Nelle 13 stazioni per le quali la serie storica delle portate è stata ritenuta significativa si è provveduto ad effettuare una stima diretta della portata media annua e quindi del deflusso medio annuo (vedi *Tabella* di seguito riportata).

Cod.	STAZIONE	Zero idrometrico	Y [m s.m.m.]	S [kmq]	Primo anno di osservazione	Ultimo anno di osservazione	Periodi di osservazione	Portata media (m³/s)	Deflusso ⁽¹⁾ (mm)	Afflusso ⁽¹⁾ (mm)
1	ALENTO a CASALVELINO	5,20	350	285	1958	1994	58-77;80-81;86;88;93	4,33	481,29	1239,87
2	BUSSENTO a CASELLE IN PITTARI	313,00	850	113	1952	1968	52-67	5,31	1484,20	1410,80
5	CALORE IRPINO a MONTELLA (Ponte S. Francesco)	477,73	1047	123	1951	1994	31;33-42;45-78; 81; 83;87-88;93;	2,25	577,28	1413,98
7	CALORE IRPINO a SOLOPACA	46,66	536	2966	1965	1990	65-74;76;78-79;84;	38,20	406,77	1107,10
9	CALORE IRPINO ad APICE (Ponte in cemento)	153,00	607	533	1951	1993	33-42; 46-73;	11,91	705,57	1120,56
10	CALORE LUCANO a PERSANO	8,00	665	673	1957	1994	23-24;27-42;57-67; 69-76;78-80;82;93	26,78	1257,83	1348,96
18	SELE a CONTURSI (Ponte della Provinciale)	62,00	707	329	1951	1994	32-40;51-62;64-68; 70-75;78-79;	11,21	1075,88	1336,87
20	SELE ad ALBANELLA (Ponte Barizzo)	0,95	670	3235	1951	1994	31-42;46-77;79-80; 88-91;83	64,09	625,47	1181,03
25	TAMMARO a PAGO VEIANO	210,00	880	556	1958	1994	58-76; 92-93	6,08	345,66	1064,87
26	TANAGRO a POLLA (Molino Maltempo)	430,89	812	659	1951	1994	23-92	10,20	488,78	1273,05
29	TUSCIANO ad OLEVANO	132,99	450	95	1957	1970	57-69	3,60	1195,00	1632,80
31	VOLTURNO a CANCELLO ARNONE	2,60	532	5558	1951	1993	31-42;50-75;79;92	99,50	565,14	1149,72
33	VOLTURNO ad AMOROSI (Ponte Volturmo)	35,12	540	2015	1951	1994	33-42;50-53;57-80;88	45,52	713,14	1316,63

⁽¹⁾ - Valore medio annuo riferito all'intero periodo di osservazione ripreso dall'ultimo Annale del S.I.M.N. - Parte seconda

In particolare per la stazione idrometrica del Tusciano ad Olevano:

- il deflusso medio annuo è pari a 1195,00 mm;
- la portata media annua è pari a 3,60 m³/s

2.1.4 - Stima indiretta della portata media annua e del deflusso medio annuo

Per la stima indiretta del deflusso medio annuo nelle stazioni idrometriche si è fatto riferimento, come specificato al paragrafo 2.2.1, all'equazione del bilancio. In particolare, sono stati stimati i valori dell'afflusso medio annuo e della temperatura media annua utilizzando le procedure indicate in dettaglio nel “Piano di Tutela delle Acque della Regione Campania”. Sono state inoltre stimate le “Perdite per evapotraspirazione” con le formule di TURC, COUTAGNE, WUNDT e THORNTHWAITE, di seguito indicate.

TURC:
$$E = \frac{P}{\sqrt{0,9 + P^2/E_{TP}^2}}$$

in cui: $E = 300 + (25 \cdot \bar{t}) + (0,005 \cdot \bar{t}^3)$; \bar{t} è la temperatura media annua; P è la precipitazione espressa in centimetri;

COUTAGNE:
$$E = P - \mu \cdot P^2$$

in cui: $\mu = 1/[0,8 + (0,14 \cdot \bar{t})]$; \bar{t} è la temperatura media annua; P è la precipitazione annua espressa in centimetri;

WUNDT:
$$E = P - \mu_1 \cdot P^2$$

in cui: $\mu_1 = 0,9808 - (0,24 \cdot \ln \bar{t})$; \bar{t} è la temperatura media annua; P è la precipitazione annua espressa in centimetri.

Il deflusso medio annuo è stato calcolato per differenza tra l'afflusso medio e il valor medio delle perdite. Le elaborazioni svolte sono riportate nelle tabelle che seguono.

PARAMETRI CARATTERISTICI E STIMA DEL BILANCIO IDROLOGICO MEDIO ANNUO DELLE SUBAREE RICOMPRESE NEL BACINO																			
Codice bacino	Descrizione	Subarea	Zona Pluv.	S [km ²]	Y _{min} [m s.m.]	Y _{max} [m s.m.]	Y _{med} [m s.m.]	A _{med} [mm]	t _{med} [°C]	P ₁ TURC [mm]	P ₂ COUTAGNE [mm]	P ₃ WUNDT [mm]	P ₄ THORNT.POT. [mm]	P ₄ THORNT.EFF. [mm]	D ₁ TURC [mm]	D ₂ COUTAGNE [mm]	D ₃ WUNDT [mm]	D ₄ THORNT. [mm]	D ₄ (P) THORNT.EFF. [mm]
29	TUSCIANO ad OLEVANO	1	12	15,5	947,0	1690,0	1292,6	2063,6	8,2	260,7	0,00	37,4	573,1	419,7	1802,9	2063,6	2026,1	1490,5	1643,9
		2	11	95,2	143,0	1785,0	898,6	1923,4	10,8	358,1	325,1	409,2	655,9	462,0	1565,4	1598,4	1514,2	1267,5	1461,5
media				255,6	1771,7	953,8	1943,1	10,5	344,4	279,5	357,1	644,3	456,0	1598,6	1663,5	1585,9	1298,8	1487,0	

S = superficie del bacino
Y = quota s.l.m.
A = afflusso meteorico (ottenuto dalle elaborazioni del presente studio)
t_{med} = temperatura media (ottenuto dalle elaborazioni del presente studio)
P = perdita per evapotraspirazione
D = deflusso
media = valore medio pesato (rispetto alla superficie del bacino)

STIMA DEL BILANCIO IDROLOGICO SUPERFICIALE MEDIO ANNUO PER I BACINI SOTTESI DALLE STAZIONI DI MISURA DEL SERVIZIO IDROGRAFICO														
Codice Stazione	Denominazione Stazione	S _q [km ²]	Y _{med} [m s.l.m.]	A _{med} [mm]	t _{med} [°C]	P ₁ TURC [mm]	P ₂ COUTAGNE [mm]	P ₃ WUNDT [mm]	P ₄ (*) THORNT.EFF. [mm]	D ₁ TURC [mm]	D ₂ COUTAGNE [mm]	D ₃ WUNDT [mm]	D ₄ THORNT. [mm]	D _{medio} [mm]
1	ALENTO a CASAVELINO	275,6	330,3	1126,5	14,8	509,4	683,5	701,4	456,3	617,1	443,1	425,1	670,2	503,9
2	BUSSENTO a CASELLE IN PITTARI	104,7	901,8	1778,3	11,7	395,5	483,6	545,5	497,0	1382,8	1294,7	1232,8	1281,3	1297,9
6	CALORE IRPINO a MONTELLA (Ponte S. Francesco)	115,8	996,5	1851,6	9,4	302,1	229,0	327,5	446,5	1549,5	1622,6	1524,1	1405,1	1525,3
7	CALORE IRPINO a SOLOPACA	2949,5	542,5	1041,5	12,9	416,2	577,5	599,1	442,6	625,3	463,9	442,4	598,8	532,6
9	CALORE IRPINO ad APICE (Ponte in cemento)	536,7	612,5	1182,2	12,3	399,3	522,8	557,6	444,2	782,9	659,4	624,6	738,0	701,2
10	CALORE LUCANO a PERSANO	649,7	630,7	1334,3	13,2	446,9	650,0	678,9	481,9	887,5	684,3	655,4	852,4	769,9
18	SELE a CONTURSI (Ponte della Provinciale)	315,9	711,1	1343,5	12,6	422,2	610,5	643,9	469,9	921,3	733,0	699,6	873,6	806,9
20	SELE ad ALBANELLA (Ponte Barizzo)	3113,6	661,0	1210,3	12,9	429,1	625,9	651,6	462,7	781,2	585,2	559,0	559,4	621,2
25	TAMMARO a PAGO VEIANO	549,7	629,1	1003,9	12,1	389,4	577,7	597,9	444,5	614,4	426,2	406,0	559,4	501,5
26	TANAGRO a POLLA (Molino Maltempo)	620,2	780,6	1368,3	12,0	400,6	587,4	624,6	473,3	967,7	780,9	743,7	895,0	846,8
29	TUSCIANO ad OLEVANO	110,7	953,8	1943,1	10,5	344,4	279,5	357,1	456,0	1598,6	1663,5	1585,9	1487,0	1583,8
31	VOLTURNO a CANCELLO ARNONE	5596,8	525,6	1148,0	12,9	423,8	601,7	626,8	463,7	724,2	546,3	521,2	684,3	619,0
33	VOLTURNO ad AMOROSI (Ponte Voltumo)	2007,9	580,5	1305,5	12,4	413,9	610,5	643,3	489,7	891,6	695,0	662,2	815,8	766,2

In definitiva, per la stazione del Tusciano ad Olevano è risultato

- deflusso medio annuo pari a 1583,80 mm;
- portata media annua pari a 4,77 m³/s.

2.1.5 - Portata media annua e deflusso medio annuo del F. Tusciano alla traversa

Le stime effettuate nell'ambito del PTA della Regione Campania sono state estrapolate, per similitudine idrologica, alla sezione del Fiume Tusciano alla traversa, cui corrisponde un'area sottesa di 144,60 km², ottenendo i seguenti risultati:

a) per stima diretta

➤ portata media annua pari a 5,48 m³/s;

b) per stima indiretta

➤ portata media annua pari a 7,26 m³/s;

2.2 - Deflusso minimo vitale

Ai sensi dell'art. 7.2 del D.M. 28 luglio 2004 e dell'art. 63 del D.Lgs. 152/06, la definizione del deflusso minimo vitale è di competenza dell'Autorità di Bacino nella quale ricade il corso d'acqua in esame. Pertanto, nel seguito si è fatto riferimento agli studi condotti dall'Autorità di Bacino Destra Sele, con particolare riferimento allo *“Studio finalizzato alla caratterizzazione del bilancio idrico, alla determinazione del Deflusso Minimo Vitale e del corpo idrico di riferimento dei bacini idrografici dei fiumi Tusciano, Picentino e Fuorni”* (settembre 2008).

Il concetto di deflusso minimo vitale (DMV) e' stato introdotto nel quadro legislativo italiano nella L.183/89 “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”; successivamente è stato inserito nel D.Lgs. 275/93 “Riordino in materia di concessioni di acque pubbliche”, nella L. 36/94 “Disposizione in materia di risorse idriche”, nel D.Lgs. 79/99 “Attuazione della Direttiva 96/92CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica”, nel D.M. 28 luglio 2004 “Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale” e nel D.Lgs. 152/06 “Norme in materia di ambiente”. La valutazione del deflusso minimo vitale deve essere condotta dall'Autorità di Bacino di competenza, secondo l'art.7.2 del D.M. 28 luglio 2004 e gli artt. 61 e 63 del D.Lgs. 152/06

Il deflusso minimo vitale può essere definito sinteticamente come la “portata minima da assicurare, in ciascun tratto omogeneo del corso d'acqua, per il mantenimento delle biocenosi acquatiche, per la salvaguardia del corpo idrico e per l'esercizio degli usi plurimi a cui lo stesso è destinato”.

La valutazione del deflusso minimo necessario alle attività antropiche e la valutazione della portata sufficiente a recepire, senza grave danno per l'ambiente, i carichi inquinanti veicolati dal corso d'acqua, non pone particolari difficoltà.

Al contrario, il termine legato alla conservazione della vita acquatica rende il calcolo del DMV piuttosto complesso. Le biocenosi acquatica hanno uno sviluppo limitato non solo dalla disponibilità di cibo e dalla qualità chimica delle acque, ma anche da altre caratteristiche dell'ambiente fluviale come il regime di moto, la natura del substrato, la turbolenza e la temperatura.

La difficile correlazione tra le numerose variabili che influenzano la vita acquatica, nonché la varietà dei contesti biologici ed ambientali, non consentono di avere a disposizione uno strumento di valutazione unico, ma impongono una scelta critica del metodo più appropriato alle caratteristiche del bacino in esame ed agli obiettivi prefissati in sede di pianificazione.

2.2.1 - Metodi per la determinazione del DMV

Il D.M. 28 luglio 2004 stabilisce le “*Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la definizione del minimo deflusso vitale*”, pertanto è possibile individuare i metodi per la determinazione del DMV. Questi si suddividono in due categorie che non si escludono necessariamente, ma che possono essere utilizzate insieme integrandosi l’una con l’altra.

Partendo dai più semplici metodi empirici, si può via via affinare il calcolo utilizzando metodi più complessi che tengono conto di un numero sempre maggiore di variabili. Distinguiamo:

- **Metodi orientativi o regionali o tradizionali** detti anche **metodi idrologici**: prevedono il calcolo usando parametri sintetici come l’area del bacino sotteso dalla sezione di interesse, la portata media del corso d’acqua, un particolare valore della portata legato ad una prefissata durata dei deflussi. Di solito tali metodi sono tarati su valori di portata che assicurano lo sviluppo di una o più specie ittiche di riferimento (di solito salmonidi) e si adattano alla esigenza di poter generalizzare i risultati ad aree più estese di quelle di campionamento, mediante tecniche di regionalizzazione. Il vantaggio principale di questi metodi è di offrire in tempi brevi delle stime di portata minima abbastanza ragionevole laddove invece i metodi sperimentali richiedono lunghi tempi di attesa.
- **Metodi sperimentali o incrementali**: sono basati su tecniche di rilevamento finalizzate all’accertamento puntuale delle condizioni ambientali per una prefissata specie per la quale siano note le curve di idoneità ambientale, espresse di solito in termini di profondità delle acque, velocità della corrente e caratteristiche del substrato di riferimento. Questi metodi possono utilizzare variabili idrauliche non trasformate, come il perimetro bagnato, variabili idrauliche trasformate biologicamente come l’Area Disponibile Ponderata (PHABSIM) e variabili multiple biologicamente trasformate, come l’HQI di Binns. In questi ultimi due casi, i metodi si chiamano **Idrobiologici**.

L’approccio idrobiologico appare più rigorosamente basato dal punto di vista scientifico rispetto all’approccio idrologico, ma alquanto più dispendioso in termini di numero e durata dei rilievi di campo, richiedendo per la sua applicazione un impegno temporale di significativa entità.

2.2.2 - Metodo utilizzato dal Bacino Destra Sele

Nell'ambito degli studi specifici redatti, ed in particolare nel citato *“Studio finalizzato alla caratterizzazione del bilancio idrico, alla determinazione del Deflusso Minimo Vitale e del corpo idrico di riferimento dei bacini idrografici dei fiumi Tusciano, Picentino e Fuorni”*, l'Autorità di Bacino Destra Sele ha ritenuto che il metodo di determinazione del DMV più idoneo fosse quello dei Microhabitat, appartenente ai metodi di tipo sperimentali ed in particolare a quello idrobiologico. Come descritto nel paragrafo precedente, i metodi di tipo sperimentale, in cui si tiene maggiormente conto delle relazioni complesse esistenti tra portata e vita acquatica, utilizzano dati sperimentali specifici del corso d'acqua in esame, pertanto sono caratterizzati da una maggiore difficoltà di applicazione e da risultati validi localmente e per la specie considerata.

A differenza dei metodi orientativi, il cui grado di approssimazione è dovuto alla scelta, spesso arbitraria, dei valori di riferimento e della loro adattabilità a situazioni territoriali specifiche, i modelli sperimentali sono affetti da un errore prevalentemente dovuto alla raccolta ed elaborazione dei dati. I valori minimi e ottimali sono, in genere, indicati da punti caratteristici della relazione che lega la variabile scelta con la portata. Si distinguono in:

- metodi sperimentali semplici,
- metodi sperimentali idrobiologici (Habitat Quality Methods).

A questi ultimi appartiene il metodo dei “Microhabitat”¹ che si basa sulla relazione tra i parametri fisici velocità, profondità, tipo di substrato e disponibilità di habitat per la specie in esame. Sinteticamente, è un metodo concettuale che utilizza variabili idrauliche, strutturali e fisico-chimiche biologicamente trasformate.

Il Metodo dei Microhabitat produce informazioni con maggiore grado di affidabilità ai fini della tutela della vita acquatica. In questo metodo si sceglie la specie ittica di riferimento per un dato tratto fluviale e, attraverso un certo numero di sezioni trasversali, a loro volta suddivise in celle, viene individuata la dimensione areale dell'habitat utile allo sviluppo della specie nei suoi diversi stadi di vita (giovane, adulto, riproduttivo). I parametri utilizzati per caratterizzare l'idoneità di una porzione della sezione idrica (cella di area A) sono la velocità, v , la profondità dell'acqua, p , e le caratteristiche del substrato s . L'idoneità di ciascuna cella è pesata tramite indici variabili tra

¹ Il microhabitat è la più piccola scala che viene utilizzata per misurare la disponibilità di habitat. Esso è definito come un'area localizzata che ha omogenee condizioni di velocità, profondità e substrato (in genere si possono tenere conto di anche di altre variabili a seconda della specie considerata), che permettano ad una determinata popolazione o organismo che lo occupa, definite condizioni per riprodursi, svilupparsi e trovare cibo e quindi vivere.

0 ed 1, che di solito sono espressi graficamente in funzione dei tre parametri indicati (curve di idoneità o preferenza).

Sulla base di questi grafici vengono calcolate le aree disponibili ponderate ADP_k relative ad ogni sezione trasversale k-sima utilizzando la relazione:

$$ADP_K = \sum_{i=1}^n C_i * f_v(v_i) * f_p(p_i) * f(s_i)$$

dove:

- ADP_k = area disponibile ponderata relativa alla sezione trasversale k-sima (m^2),
- C_i = area della cella i-sima (m^2),
- V_i = velocità media della corrente nella cella i-sima (m/s),
- P_i = profondità media della cella i-sima (m),
- S_i = natura del substrato nella cella i-sima;
- $f_v(v_i)$, $f_p(p_i)$, $f_s(s_i)$ = percentuali di idoneità compresi tra zero e uno per i tre parametri velocità, profondità e substrato, da desumersi, in relazione alla tipologia ed al grado di sviluppo del bioindicatore ittico, dalle relative curve di idoneità.

I valori da assegnare ad S_i in funzione della natura del substrato sono riportate in tabelle di codifica (vedi tabella che segue). Sommando i valori delle aree disponibili calcolate per tutte le sezioni del tratto in esame si ottiene l'area disponibile ponderata, in termini di habitat, per la determinata portata in esame e per il corso d'acqua.

$$ADP = \sum_{K=1}^m ADP_K$$

dove:

ADP = Area disponibile ponderata totale del tratto rappresentativo del corso d'acqua, in m^2 ,

ADP_k = area disponibile ponderata della sezione k-sima in cui è stato diviso il tratto, in m^2 .

Substrato	Codice
Detrito vegetale e materiale organico	1
Argilla Limo	2
Fango	3
Sabbia	4
Ghiaia	5
Ciottoli e pietre	6
Massi	7
Fondo roccioso	8

Codificazioni dei tipi di substrato secondo Bovee (1978)

Il valore ottenuto non indica le aree effettivamente utilizzabili dalla specie considerata, cosa che si sarebbe ottenuta usando un criterio binario, ma, essendo invece un valore ponderato, esprime piuttosto il ‘valore di habitat’ di tali aree. In altre parole se la velocità e la profondità sono ottimali all’interno di una certa area, la ADP sarà pari alla sua superficie totale, risulterà invece inferiore, nel caso che ai valori di questi parametri corrispondano indici inferiori ad uno.

Mentre il substrato è fisso per ogni cella, velocità e profondità sono funzioni del deflusso, quindi l’ADP può essere espresso in funzione della portata. La curva ADP-Q passa per l’origine e generalmente è caratterizzata da un solo massimo oltre il quale l’ADP cresce più lentamente. La portata corrispondente a questo massimo rappresenta un valore significativo per la specie considerata in relazione ad un suo stato vitale (*portata ottimale*, Q_{ott} , da assicurare, se possibile, in alveo).

La portata Q_{ott} , quindi, risponde al meglio alle esigenze biologiche ed ecologiche della specie ittica e dello stato vitale di riferimento, e la curva ADP-portata esprime la variazione con la portata della “quantità di habitat” disponibile (consente cioè di stabilire una relazione tra la portata di un corso d’acqua e la disponibilità di habitat per gli organismi acquatici).

Al fine di pervenire ad una attendibile valutazione del DMV occorre, in una fase successiva, valutare gli effetti prodotti da un decremento della portata ottimale in termini di riduzione dell’ADP e, quindi, della quantità di habitat, valutandone la sostenibilità in funzione della valenza naturalistica del tratto fluviale in esame.

In particolare, in letteratura sono indicati i seguenti criteri:

- individuazione del break point, ovvero del punto di evidente variazione di pendenza della curva ADP-portata, che rappresenta il confine oltre il quale ulteriori incrementi dell’ADP sono conseguibili solo con un notevole aumento della portata e, quindi, individua il valore della portata che caratterizza il miglior compromesso tra le esigenze di tutela ambientale e quelle di natura economica;
- nel caso in cui la curva ADP-portata sia caratterizzata da un incremento graduale fino ad un massimo oltre il quale l’habitat disponibile decresce, il Deflusso Minimo Vitale potrà essere scelto in corrispondenza del suddetto massimo di ADP ovvero di sue percentuali variabili tra il 40% e l’80% del valore massimo.

I risultati ottenuti possono essere regionalizzati mediante comparazione dei valori del DMV con i principali parametri idromorfologici del bacino.

2.2.2.1 - Risultati delle analisi per il bacino del Fiume Tusciano

Il sistema di monitoraggio quali-quantitativo del Fiume Tusciano è costituito da n. 10 stazioni di campionamento, ubicate:

1. a valle delle sorgenti alte del Tusciano;
2. sul Tusciano nei pressi di Acerno, sottendente una parziale aliquota della parte montana del bacino idrografico del corso d'acqua (circa 38 km²);
3. sul Tusciano a monte della derivazione ENEL a servizio della Centrale di Olevano, sottendente una consistente aliquota della parte montana del bacino idrografico del corso d'acqua (circa 80 km²);
4. sul Tusciano a monte della restituzione della Centrale ENEL di Olevano, sottendente una superficie del bacino idrografico pari a circa 96 km². Tale stazione consentirà di dar conto degli effetti ambientali sul corso d'acqua del prelievo idrico dell'ENEL;
5. sul torrente Cornea a monte della confluenza nel Tusciano, che consentirà di monitorare il bacino del Cornea (circa 32 km²);
6. in corrispondenza del ponte autostradale subito a nord dell'abitato di Battipaglia, delimitante all'incirca la parte montana e pedemontana del bacino idrografico del Tusciano (circa 150 km²);
7. sul Tusciano a monte della confluenza con il torrente Vallimonio, a valle dell'abitato di Battipaglia;
8. sul torrente Vallimonio a monte della confluenza nel Tusciano, che consentirà di monitorare il bacino del Vallimonio (circa 9 km²);
9. sul torrente Lama a monte della confluenza nel Tusciano, che consentirà di monitorare il bacino del Lama (circa 23 km²);
10. sul Tusciano a monte della confluenza con il torrente Lama, delimitante buona parte dell'intero bacino idrografico del Tusciano (circa 215 km²).

Per quanto concerne la caratterizzazione delle comunità ittiche del bacino del fiume Tusciano, non avendo potuto procedere ad una campagna di campo per la determinazione di curve sperimentali relative alla fauna ittica, è stato necessario fare riferimento a curve di idoneità desunte dalla letteratura scientifica.

In particolare, sulla scorta della conoscenza delle caratteristiche principali dei corsi d'acqua in esame, pur ritenendole in linea generale particolarmente favorevoli per la vita dei Salmonidi, si è ritenuto opportuno, per completezza di indagine, fare riferimento sia ai Salmonidi che ai Ciprinidi, considerando:

- la Trota fario per le specie Salmonidi;
 - il Cavedano per la specie Ciprinidi;
- e prendendo in esame per ambedue le specie due diversi stati vitali:

- specie adulta;
- novellame.

Nell'ambito dello studio il metodo dei Microhabitat è stato applicato al tronco di chiusura del fiume Tusciano, caratterizzato da un bacino di area pari a circa 96 km².

Per tale tratto sono stati valutati valori di q_{ott} (portata ottimale unitaria) dell'ordine di 17-19 l/s km², (rispettivamente per il Cavedano e per la Trota fario), cui corrisponde una portata ottimale di 1,60-1,80 m³/s.

Il DMV, ovviamente più ridotto, dovrebbe essere individuato valutando le conseguenze per la specie target di una progressiva riduzione dell'ADP corrispondente al valore ottimale, ADP(Q_{ott}). A titolo di orientamento, è stata calcolata la portata Q corrispondente sia all'80% che al 40% dell'ADP(Q_{ott}), ottenendo i seguenti valori per le portate e per le portate unitarie:

Cavedano (adulto)		Trota fario (adulto)	
$Q_{80\%}$ (m ³ /s)	$Q_{40\%}$ (m ³ /s)	$Q_{80\%}$ (m ³ /s)	$Q_{40\%}$ (m ³ /s)
1,10	0,70	1,20	0,70
$q_{80\%}$ (m ³ /s)	$q_{40\%}$ (m ³ /s)	$q_{80\%}$ (m ³ /s)	$q_{40\%}$ (m ³ /s)
11,5	7,3	12,5	7,3

Il criterio del break point, atteso l'andamento delle curve ADP(Q), risulta, invece, applicabile solo in alcuni casi, conducendo comunque a valori poco discosti da quelli indicati nella tabella precedente.

2.2.3 – DMV del fiume Tusciano alla traversa

Facendo riferimento alle valutazioni sintetizzate nel precedente paragrafo, ed in particolare ad i valori di $q_{80\%}$ e $q_{40\%}$ calcolati per il tratto terminale del Tusciano, è possibile concludere che alla traversa, dove il bacino sotteso ha una superficie di 144,60 km², il DMV risulta compreso tra 1,06 e 1,81 m³/s.

2.3 - Conclusioni

Dai risultati delle analisi idrologiche riportate nei paragrafi precedenti, effettuate, come detto, estendendo al bacino del F. Tusciano nella sezione della traversa i risultati ottenuti per il bacino del F. Tusciano ad Olevano nell'ambito del *PTA della Regione Campania* e dello *“Studio finalizzato alla caratterizzazione del bilancio idrico, alla determinazione del Deflusso Minimo Vitale e del corpo idrico di riferimento dei bacini idrografici dei fiumi Tusciano, Picentino e Fuorni”*, in riferimento rispettivamente al bilancio idrologico ed al DMV, appare

evidente che, nel tratto di interesse del progetto, il corso d'acqua non presenta criticità inerenti la quantità della risorsa idrica, e che la portata di concessione di 1.000 l/s (832 l/s in sinistra e 168 l/s in destra) di cui attualmente dispone il Consorzio non altera tale stato di equilibrio, essendo assolutamente compatibile con i valori di portata media annua e con il DMV calcolati.

PARTE B - IDRAULICA

3. Calcoli idraulici

Lo schema idraulico generale di progetto è illustrato nella Tavola 2 di progetto.

Con riferimento alle opere a servizio della minicentrale idroelettrica in esame, la quota piezometrica iniziale è assunta coincidente con la quota di pelo libero nell'“opera di presa” dalla traversa sul F. Tusciano, pari a 80,65 m s.m..

Le perdite di carico nella condotta adduttrice DN 1200, di lunghezza pari a 6.296 ml (fino al nodo di derivazione verso la minicentrale), valutate con la formula di Hazen-Williams sono pari a:

$$\Delta H_d = J \cdot L ;$$

con

$$J = \frac{10,675 \cdot Q^{1,852}}{C^{1,852} \cdot D^{4,874}}$$

dove:

Q = portata, in m³/s;

C = coefficiente di scabrezza, assunto pari a 140;

Tratto	ΔH_d (m)	j (m/m)	C	V (m/s)	Q (mc/s)	A (mq)	D (m)	L (m)
1	2,1	0,000331	140	0,74	0,83	1,13	1,20	6296

La quota piezometrica in corrispondenza dell'asse turbina, ponendo le perdite di carico concentrate ΔH_c pari a 0,55 m, è pari a 78,0 m (80,65 – 2,1 – 0,55 m); la quota di pelo libero nel pozzetto di scarico a valle della turbina è di 42,0 m s.m., governata da apposita soglia di sfioro.

Il salto lordo è pari a 38,65 m (80,65 – 42,00); il salto netto è pari a 36,0 m (38,65 – 2,65 m).

La potenza nominale media annua di concessione P_N dell'impianto è pari a

$$P_N = 9,81 \cdot Q \cdot \Delta H$$

Essendo:

$$Q = 0,832 \text{ mc/s}$$

$\Delta H = 38,65$ (salto utile lordo calcolato come dislivello tra il pelo libero di carico e il pelo libero di restituzione immediatamente a valle della turbina, pari a 90,65 – 42,00 m s.l.m.)

$$P_N = 9,81 \cdot 0,832 \cdot 38,65 = 315,5 \text{ kW}$$