

*PNRR - Fondo Complementare Nazionale del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza  
(PNRR) per le Aree colpite dai terremoti del 2009 e del 2016, Sub-misura A4,  
"Investimenti sulla rete stradale statale"*

**S.S. n 260 "PICENTE" Dorsale Amatrice - Montereale - L'Aquila  
Lotto V° dallo svincolo di Cavallari al confine regionale  
1° STRALCIO**

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

<b>PROGETTISTI:</b> <i>Ing. Daniela Di GIOVANNI</i> <i>Ordine Ingegneri di Chieti n. 963</i> 		<b>GRUPPO DI PROGETTAZIONE</b> <i>Geom. Andrea PANCIOLO</i> <i>Geom. Maurizio RICCI</i> <i>Ing. Aldo PARIS</i> <i>Ing. Daniela CIAVARELLA</i> <i>Ing. Davide LUBERTI</i> <i>Ing. Paola Di GIANNATALE</i> <i>Ing. Matteo CASTELLANI</i> <i>Ing. Michele SERGIACOMO</i>
<b>IL GEOLOGO</b> <i>Dott. Geol. Valerio MANZON</i> <i>Ordine Geologi del Lazio n.860</i> 		
<b>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</b> <i>Geom. Renzo ROSSI</i>		
<b>VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO</b> <i>Ing. Antonio MARASCO</i> 		
<b>PROTOCOLLO</b> 362361	<b>DATA :</b> 31/05/2022	

## B - STUDI E INDAGINI PRELIMINARI IDROLOGIA E IDRAULICA RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	B24-T00SG00IDRRE00B.dwg			
S1AQ01	F	2201	CODICE ELAB. T00SG00IDRRE00		B	-
B	ESITO CONFERENZA DEI SERVIZI E SUDDIVISIONE IN STRALCI		GIUGNO 2022	A.PARIS	D. DI GIOVANNI	A. MARASCO
A	PRIMA EMISSIONE		FEBBRAIO 2022	A.PARIS	D. DI GIOVANNI	A. MARASCO
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## Sommario

<b>1. PREMESSA</b>	<b>3</b>
1.1. LA CONFERENZA DI SERVIZI PRELIMINARE	3
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	3
<b>2. QUADRO NORMATIVO</b>	<b>5</b>
<b>3. INQUADRAMENTO NEL CONTESTO TERRITORIALE</b>	<b>6</b>
3.1. CARATTERISTICHE DEL TRACCIATO ESISTENTE	6
3.2. CARATTERISTICHE CLIMATICHE DEL TERRITORIO INTERESSATO	7
3.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	10
3.4. CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI BACINI IDROGRAFICI	17
3.4.1. Il Bacino idrografico del fiume Tronto	20
3.4.2. Il bacino idrografico del fiume Aterno	22
3.5. AMBIENTE IDRICO	27
3.5.1. Qualità delle acque superficiali	29
<b>4. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO</b>	<b>38</b>
<b>4.1. PIANO STRALCIO DI DIFESA DALLE ALLUVIONI (P.S.D.A. ABRUZZO)</b>	<b>38</b>
4.1.1. Aree di pericolosità idraulica definite nel P.S.D.A. Abruzzo	39
4.1.2. Aree di Rischio idraulico definite nel P.S.D.A. Abruzzo	40
4.1.3. Considerazioni finali sulle Aree di Pericolosità e di Rischio	42
<b>5. LE INTERFERENZE IDRAULICHE</b>	<b>44</b>
<b>5.1. STUDIO IDROLOGICO</b>	<b>45</b>
5.1.1. Caratterizzazione dei bacini idrografici	46
5.1.2. Il Piano Stralcio di Difesa Alluvioni – P.S.D.A.	47
5.1.3. Il metodo della grandezza indice secondo le linee guida del progetto VAPI	48
5.1.4. Legge di distribuzione di probabilità TCEV	50
5.1.5. Stima delle portate al colmo	51
5.1.6. Curva di crescita regionale	52
5.1.7. Portata indice mQ	53
5.1.8. Procedura per la valutazione della portata al colmo	56
<b>5.2. CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA</b>	<b>57</b>
5.2.1. PSDA	57

5.2.2.	Risultati	59
<b>5.3.</b>	<b>STUDIO IDRAULICO</b>	<b>60</b>
5.3.1.	Teoria del modello idraulico bidimensionale	60
5.3.2.	Costruzione dei modelli	65
5.3.3.	Risultati analisi idraulica	67
5.3.4.	Lettura dei risultati e dimensionamento delle opere	68
5.3.5.	Interferenze con il torrente Rio di Lago	69
5.3.6.	Interferenze con il torrente Mondragone	69
5.3.7.	Interferenza con il torrente Fosso di Rasciano	71
5.3.8.	Tabella riepilogativa degli attraversamenti idraulici	74
5.3.9.	Deviazione e sistemazione dei corsi d'acqua interferenti l'infrastruttura	75
<b>6.</b>	<b>STUDIO DEI PRESIDI IDRAULICI E SISTEMI DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA</b>	<b>76</b>
<b>6.1.</b>	<b>DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA</b>	<b>76</b>
6.1.1.	Smaltimento acque nei tratti in rilevato	76
6.1.2.	Smaltimento acque nei tratti in trincea	77
<b>6.2.</b>	<b>VASCHE DI PRIMA PIOGGIA</b>	<b>78</b>

## 1. PREMESSA

Il presente elaborato fa parte del Progetto di Fattibilità Tecnico ed Economica per la realizzazione dell'intervento di adeguamento della "SS.260 "Picente" Dorsale Amatrice -Montereale -L'Aquila - Lotto V dallo svincolo di Ca-vallari al confine regionale" di cui viene posto a base gara il solo 1° stralcio, oggetto del presente appalto, finanziato per un importo complessivo dell'investimento di 22 Mln di Euro.

Sono stati pertanto emessi tutti gli elaborati di progetto aggiornati con il tracciato approvato, in sede di Conferenza dei Servizi, indicando i tratti del tracciato oggetto del presente 1°Stralcio e quelli del 2°Stralcio di completamento esclusi dal presente appalto.

### 1.1. LA CONFERENZA DI SERVIZI PRELIMINARE

A seguito della conclusione della redazione del PFTE dell'intero intervento da parte della Struttura Territoriale Abruzzo e al fine di acquisire, prima della presentazione del progetto definitivo, le condizioni per ottenere, alla sua successiva presentazione, i necessari pareri, intese, concerti, nulla osta, autorizzazioni, concessioni o altri atti di assenso, comunque denominati, a cura delle Amministrazioni in indirizzo, ai sensi dell'art. 14, comma 3, della L. 241/90, secondo le previsioni dell'art. 48, comma 5 del D.L. 77/2021 e s.m.i., il Soggetto Attuatore, nominato con O.C.D.P.C. n. 408/2016, nell'esercizio dei poteri di cui all'art. 3 comma 5 dell'O.C.D.P.C. n. 394/2016, con nota CDG-0179553 del 21/03/2022, ha convocato la Conferenza di Servizi Preliminare ai sensi dell'art. 14, comma 3, della L. 241/90, con svolgimento in forma simultanea ed in modalità sincrona ex art. 14-ter della legge medesima, per il giorno 05/04/2022 con inizio alle ore 10:30.

Con Determinazione n°258 del 02/05/2022 di conclusione della Conferenza di Servizi tenutasi il 05/04/2022, relativamente all'approvazione del seguente progetto di fattibilità tecnico ed economica: Codice Progetto 8SAQ01E2201: S.S. 260 "Picente" (Dorsale Amatrice - Montereale - L'Aquila) - Lotto V - dallo svincolo di Cavallari al confine regionale il Soggetto Attuatore ha approvato il verbale della Conferenza di Servizi che sostituisce a ogni effetto tutti gli atti di assenso, comunque denominati, di competenza delle Amministrazioni e dei gestori di beni e servizi pubblici interessati, rilevando che nulla osta alla prosecuzione dell'elaborazione del progetto definitivo dell'intervento di cui in oggetto.

Si allegano tutti gli atti della CdS di cui sopra nell'elaborato A05-T00EG00GENRE05\_A.

### 1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione riassume i risultati delle indagini sviluppate nello studio idrologico-idraulico del territorio interessato dal progetto di fattibilità tecnico-economica del tracciato del 1° STRALCIO del V Lotto della S.S.260 "Picente", per il tratto che va dall'innesto con la S.P.106 in zona Piè di Colle di Montereale, procedendo in direzione Nord fino al confine con la Regione Lazio.

La progettazione di detta opera nasce dall'esigenza di migliorare l'inserimento del collegamento viario della SS.260 "Picente" nel sistema integrato di collegamenti regionali e nazionali, restituendo maggiore funzionalità ed affidabilità a tale direttrice viaria ed inoltre riducendo la condizione di isolamento e marginalità delle aree più interne dell'Appennino, incrementando i livelli di connessione e accessibilità fisica.

L'Area oggetto del presente studio, ovvero quella sottesa dal tracciamento stradale ipotizzato, è ubicata nella Regione Abruzzo, quasi interamente nel comune di Montereale, in Provincia di L'Aquila, e coinvolge quasi unicamente il bacino idrografico del Fiume Aterno, corso d'acqua che si origina tra i comuni di Montereale e Campotosto. Nel tratto finale, dalla rotatoria di S.Lucia fino al confine regionale, ci si trova all'interno del bacino del fiume Tronto.

Fermo restando gli obiettivi L'intento di ANAS S.p.A. è quello di realizzare un lungo tratto di strada in variante rispetto all'esistente, mirato a dare continuità tipologico-costruttiva e di percorrenza a quanto in esecuzione del Lotto VI, nonché a regimentare quella parte del traffico diretta fuori Regione, lasciando l'attuale percorso della S.S.260 quale collegamento principale per gli spostamenti tra i piccoli borghi.

A tal fine, il proseguo della relazione espone le caratteristiche idrauliche ed idrologiche, di un contesto territoriale in parte naturale ed in parte antropizzato, in cui l'inserimento dell'opera deve essere effettuato mirando a salvaguardare la situazione antecedente alla realizzazione, ed al più a migliorarla.

Quanto riportato nella seguente trattazione, in ordine ai risultati quantitativi ed alle determinazioni di carattere qualitativo dei fenomeni fisici studiati, è da considerarsi, indipendentemente dal livello di approfondimento, rispondente al livello progettuale di studio di fattibilità, per cui come valido indirizzo ad una più specifica analisi degli aspetti concorrenti alla costituzione di un modello idrologico ed idraulico ancor più veritiero rispetto ai fenomeni naturali interferenti con l'infrastruttura.

## 2. QUADRO NORMATIVO

Si espone di seguito l'elenco della normativa vigente comunitaria e statale in materia di compatibilità idrologica.

### Normativa comunitaria:

- Dir. N. 1985/337/CEE del 27/06/1985 – Direttiva del Consiglio concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati;
- Dir. N. 1977/11/CEE del 03/03/1997 – Direttiva del Consiglio che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati;
- Decreto legislativo 16 gennaio 2008, n. 4: Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale. (G.U. 29 gennaio 2008, n. 24, S.O.)
- D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152: Norme in materia ambientale. (G.U. n. 88 del 14/04/2006);
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004, n. 42: Codice dei beni culturali e del Paesaggio ai sensi dell'art. 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137;

### Normativa regionale:

- L.R. 12 aprile 1983, n. 18: Norme per la conservazione, tutela, trasformazione del territorio della Regione Abruzzo;
- Norme per la conservazione, tutela, trasformazione del territorio della Regione Abruzzo e ss. mm.ii.;
- Piano Regionale Paesistico, approvato con atto del Consiglio Regionale n. 141/21 del 21/03/1990.
- D.G.R.119 del 22/03/2002 2 ss.mm.ii.: Criteri ed indirizzi in materia di procedure ambientali. Ulteriori modifiche in esito all'entrata in vigore del D.Lgs 16 gennaio 2008 n. 4 (G.U. n. 24 del 29 gennaio 2008) approvata con D.G.R. n. 209 del 17 marzo 2008;
- DGR n. 1386 del 29/12/2004: Atto di indirizzo e direttive piano stralcio di bacino difesa dalle alluvioni dei bacini di rilievo regionale abruzzesi e del bacino interregionale del Liri (Legge 183/89);



Abruzzese ed Appuro Sannitico e con la S.S. 261 della Valle Subequana) le aree protette del "Parco Nazionale Gran Sasso e Monti della Laga", del "Parco Naturale Regionale Sirente – Velino" e del "Parco Nazionale dei Monti Sibillini".

La S.S.260 si configura lungo tutto il suo percorso come una strada extraurbana secondaria che corre parallelamente al Fiume Aterno fra il rilievo montuoso del Monte Cabbia, che la separa dalle Gole del Velino ad Ovest, ed i rilievi montuosi del Parco del Gran Sasso d'Italia ad Est.

La sede stradale attuale vira in direzione nord-est al km 16+500 circa, prima dell'innesto con la S.P.4 (che giunge poi allo svincolo di Piedicolle da cui è prevista la partenza della nuova tratta in progetto), attraversa il paese di Montereale collegandolo poi alle numerose frazioni, passando per Cavallari, Cavagnano e Aringo fino ad affiancare S.Lucia, per poi procedere verso il confine regionale.

La sezione tipo esistente ha una larghezza trasversale di circa 7 metri ed è suddivisa in due corsie da 3 metri ciascuna e due banchine di 0,50 m; in alcuni tratti, specialmente all'interno dei centri abitati, si rilevano delle strettoie che compromettono la sicurezza della circolazione.

All'altezza del km 21+800 si rileva la presenza di una intersezione a raso con la strada comunale proveniente dalla S.P.4, mentre dalle parti di Aringo, intorno al km 26+000, la S.S.260 è intersecata dalla S.P.2.

### 3.2. CARATTERISTICHE CLIMATICHE DEL TERRITORIO INTERESSATO

L'alta valle dell'Aterno è caratterizzata da un clima temperato fresco con inverni molto rigidi e precipitazioni abbondanti, spesso di carattere nevoso. La temperatura media annuale è di circa 9 °C con valori che arrivano frequentemente sotto lo zero nella stagione invernale; durante l'ondata di freddo del Febbraio 2012 è stata registrata una minima di -22,7 °C.

Per quel che riguarda le piogge, le precipitazioni nell'alta valle dell'Aterno sono abbondanti e più abbondanti che in altre parti dell'Appennino poichè, essendo la valle incassata fra catene di monti, contro di essi si addensano le nubi, portatrici di pioggia.

L'estate è meno piovosa. Si può dire che le piogge crescono in Ottobre, raggiungendo il massimo a Novembre, continuando ad essere sempre abbondanti a Dicembre. A Maggio diminuiscono, ma complessivamente non sono scarse; invece diminuiscono sensibilmente Giugno e scarseggiano a Luglio e ad Agosto.

Il regime delle temperature minime e massime e delle precipitazioni medie è riportato in Tabella I.

Montereale <sup>[15]</sup>	Mesi												Stagioni				Anno
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Inv	Pri	Est	Aut	
T. max. media (°C)	8	7	11	15	22	24	30	28	22	16	15	11	8,7	16	27,3	17,7	17,4
T. min. media (°C)	-5	-4	-1	0	4	7	11	11	7	5	-2	-6	-5	1	9,7	3,3	2,3
Precipitazioni (mm)	70	71	72	80	69	55	38	49	72	87	109	104	245	221	142	268	876

Tabella I - dati di temperatura e pluviometrici del territorio di Montereale (AQ)

### Regime Termico

Il primo indicatore climatico analizzato è rappresentato dalla Temperatura. Per tale analisi si è fatto riferimento al documento fornito dall'ISPRA "Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 – Anno XVI – Stato dell'Ambiente 80/2018", dal quale è stato possibile valutare la temperatura media registrata nell'anno 2020 relativa all'intero territorio nazionale.

Relativamente alla Regione Abruzzo, le temperature medie annue registrate nell'anno 2020 (ultimo anno disponibile) si attestano tra i 4°C e 16 °C.

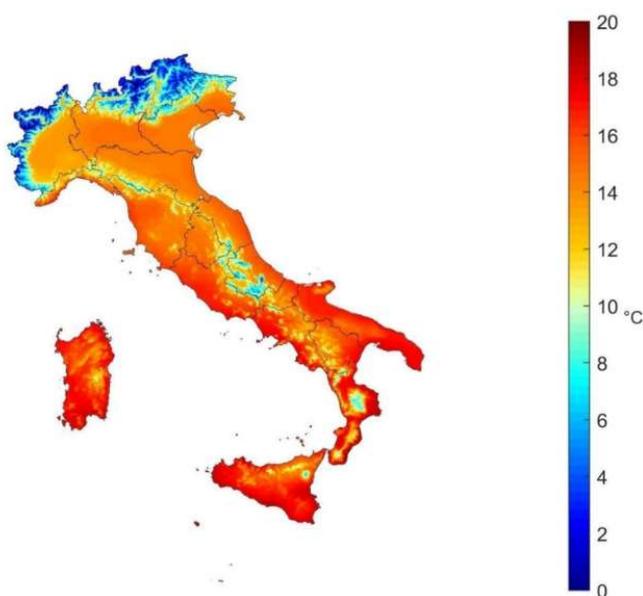
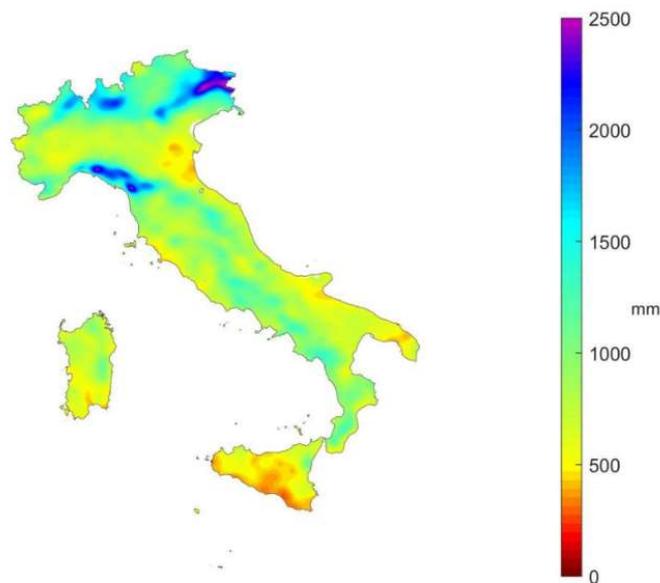


Figura 2 - Temperatura Media annua (fonte: documento ISPRA "Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 – Anno XVII)

### Regime Pluviometrico

In relazione alle precipitazioni registrate nell'anno 2020, rilevate dalle stazioni ricadenti sul territorio nazionale è possibile far riferimento alla Figura 3. Nello specifico si evidenzia come in Abruzzo i valori di precipitazione risultano mediamente alti.



*Figura 3 - Precipitazione cumulata annua fonte: documento ISPRA "Gli indicatori del clima in Italia nel 2020 – Anno XVI"*

Più nello specifico, a sottolineare quanto pocanzi indicato, si rimanda allo studio contenuto nel PSDA dell'Autorità di Bacino della Regione Abruzzo, dal quale si evidenzia che la media dei massimi annuali della pioggia di n. 1 giorno si attesta, nella zona di interesse, attorno ai 20 mm (Figura 4).

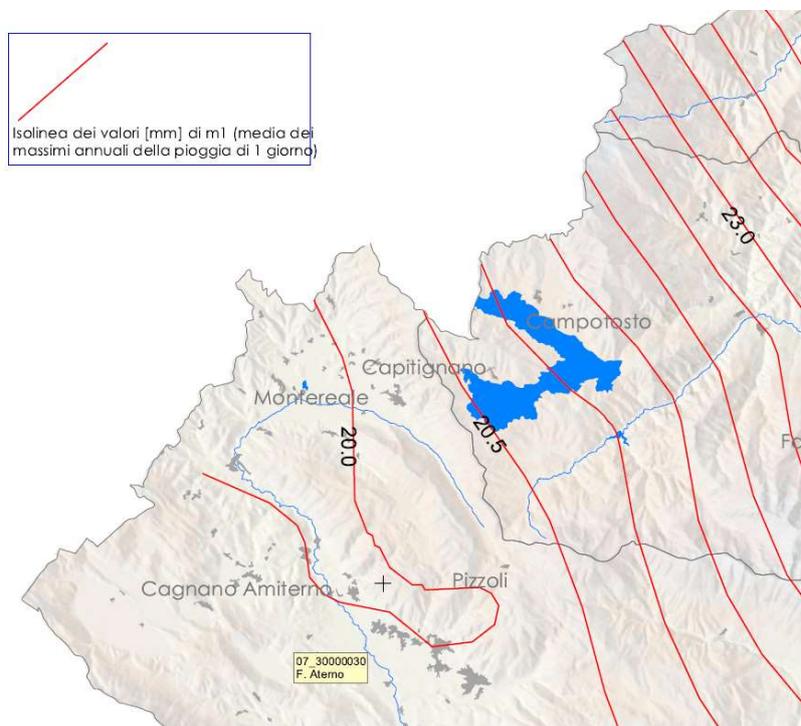


Figura 4 - Elaborato 6.3. PSDA Abruzzo - Stima della pioggia indice, mappa con isolinee dei valori di  $m1$

### 3.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in esame si trova immediatamente ad ovest del lago di Campotosto appartiene geologicamente ai "monti della Laga" i quali si sviluppano per oltre 24 km tra gli altopiani di Amatrice (RI), di Campotosto (AQ) e il subappennino teramano, inseriti geograficamente tra la catena dei M.ti Sibillini a Nord ed il massiccio del Gran Sasso a Sud. Essi costituiscono il più alto rilievo arenaceo dell'Appennino, si elevano per un settore di quasi 12 km oltre i 2000 mt s.l.m. e toccano le massime quote con M. Gorzano (mt 2458), la vetta più alta del Lazio, Cima Lepri (mt 2445), Pizzo di Sevo (mt 2419) e Pizzo di Moscio (mt 2411). A differenza degli altri gruppi montuosi dell'Appennino Centrale, in prevalenza formati da rocce carbonatiche (calcarei e dolomie), la Laga risulta costituita da una successione torbiditica di età messiniana, nota in letteratura come Formazione della Laga, corpo sedimentario di forma lenticolare e di notevole spessore (ca. 3000 mt), caratterizzato da un insieme di litofacies variabili da quella arenacea e pelitico-arenacea a quella marnosa.

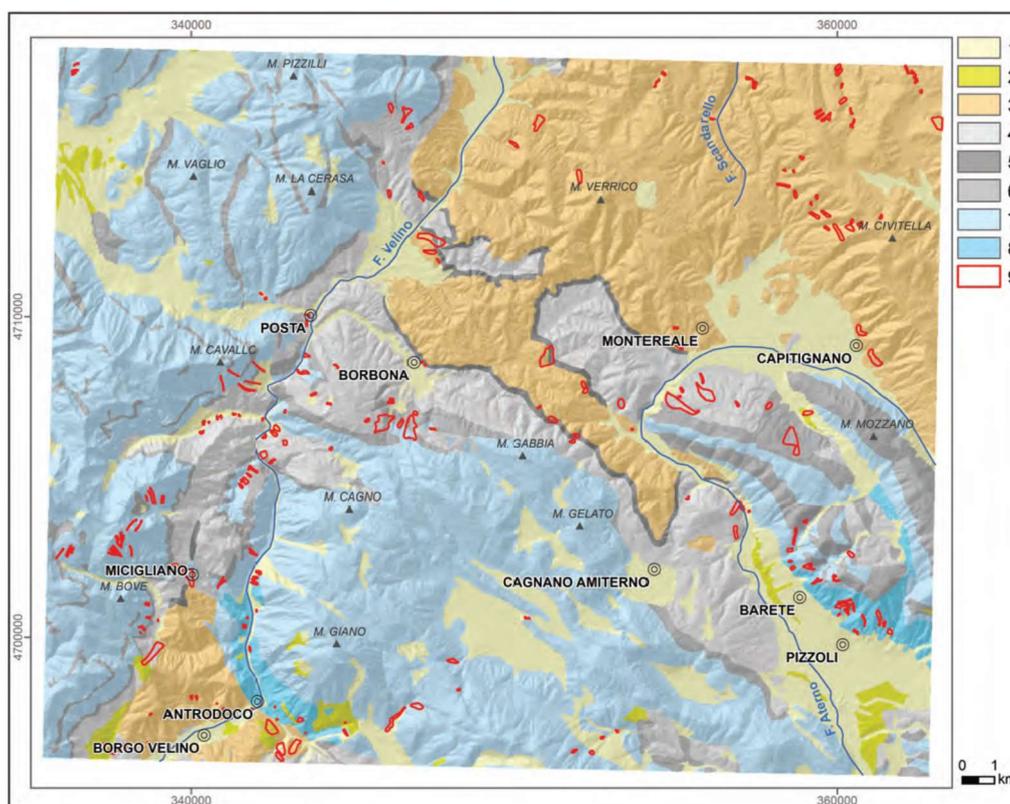


Fig. 5 – Carta litologica. Legenda: (1) Depositi quaternari; (2) Depositi quaternari cementati; (3) Flysch; (4) Calcarei marnosi; (5) Marne e marne Argillose; (6) Alternanza di calcari Argille e Marne; (7) Calcarei stratificati; (8) Calcarei Dolomiti e Dolomie; (9) Frane.

*Figura 5 - Carta litologica della zona di interesse*

Si ritiene che l'apparato torbiditico della Formazione della Laga, interpretabile come un sistema di conoidi sottomarine profonde, costituisca il riempimento di un profondo bacino a circolazione ristretta ed in forte subsidenza, formatosi nel Miocene superiore a seguito del sollevamento e corrugamento del Gran Sasso, testimonianza di un bacino marino profondo durante il Messiniano, quando tutto il Mediterraneo era contraddistinto da un ambiente evaporitico di bassa profondità (ADAMOLI, 1988).

La megastruttura è ivi costituita da una imponente monoclinale con immersione generale verso Est, fianco orientale di una piega anticlinale orientata NNW-SSE (Anticlinale della Laga), riferibile alla fase tettonica compressiva del Pliocene inferiore-medio. Essa determina un'evidente asimmetria dei versanti: più ripido e meno esteso quello occidentale, a reggipoggio in particolare nel tratto M. di Mezzo - Pizzo di Sevo e meno acclive e maggiormente sviluppato quello opposto, relativo alla superficie degli strati.

I maggiori cunei clastici di avanfossa ormai coinvolti nella catena costituiscono le note formazioni arenacee denominate da ovest verso est: la marnoso arenacea del Miocene medio superiore, la formazione della Laga (messiniano) e la formazione del Cellino (Pliocene inferiore) su cui la formazione della Laga sovrascorre al suo limite orientale.

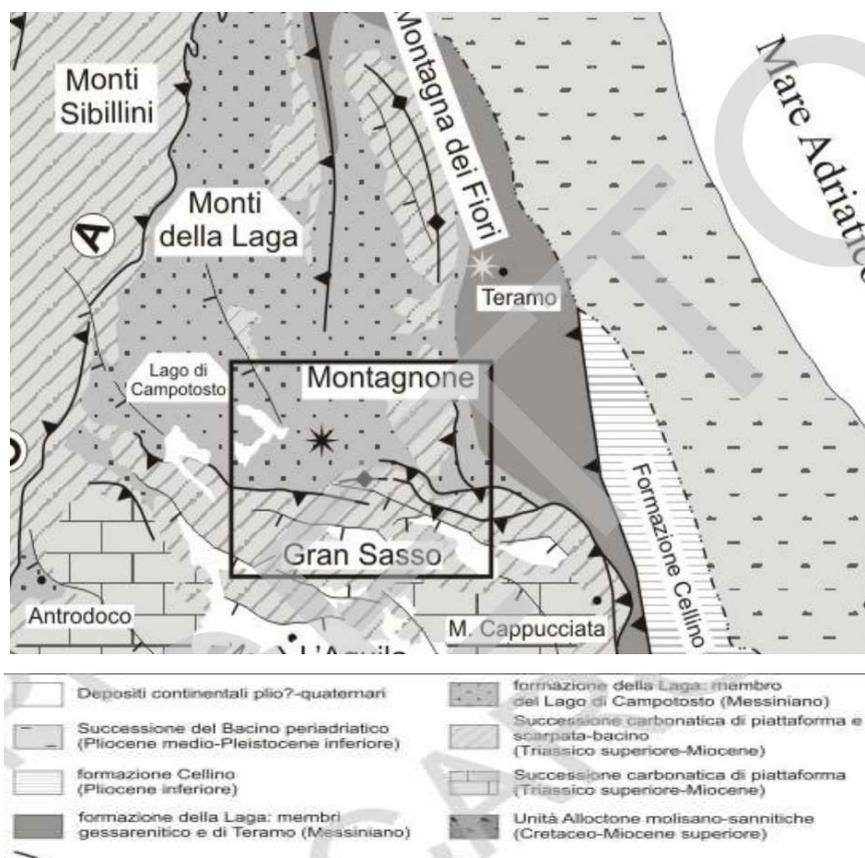
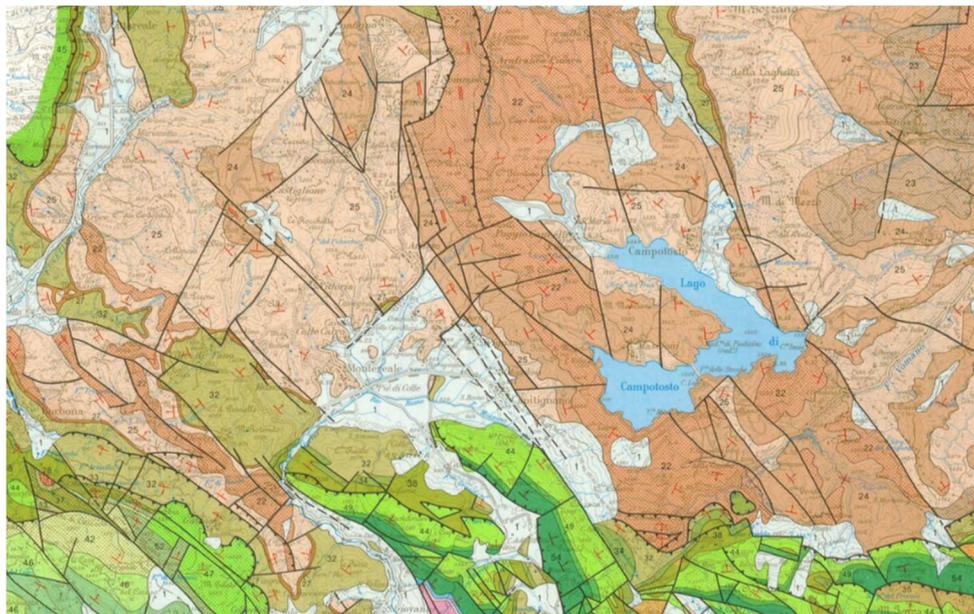


Figura 6 - Carta delle formazioni geologiche

Gli eventi tettonici e climatici, che interessarono l'Appennino tra la fine del Pliocene e il Pleistocene, e la natura litologica del substrato hanno improntato l'attuale configurazione geomorfologica della catena, in particolare, una faglia diretta lunga alcune decine di km e con rigetto verticale di circa 1500-2000 metri (fase tettonica distensiva del Pliocene superiore) ne ha ribassato il fianco occidentale. Tale fenomeno è reso evidente dalla scarpata che divide, con un dislivello di oltre 1000 metri, gli altopiani di Amatrice e Campotosto con lo spartiacque principale.

Disturbi tettonici minori (faglie trascorrenti) a prevalente decorso trasversale hanno interessato soprattutto il versante occidentale reatino adiacente a quello in studio. Lungo di essi si sono impostati torrenti, localmente detti 'fossi', il cui profilo è generalmente caratterizzato da numerose rotture di pendenza, per l'alternarsi di rocce variamente erodibili e quindi da una serie di cascate che possono raggiungere dislivelli complessivi di diverse centinaia di metri (per esempio il F.so di Piè di Lepre ed il F.so dell'Ortanza nel versante occidentale, il F.so della Volpara in quello NE marchigiano).



*Figura 7 - Carta geomorfologica della zona di interesse*

La bassa permeabilità d'insieme della successione di arenarie e marne limita l'infiltrazione delle precipitazioni, consentendone in gran parte il deflusso superficiale o alimentando un sistema di circuiti sotterranei locali, di modesta estensione, all'interno dei corpi rocciosi maggiormente degradati o fratturati.

L'evoluzione geomorfologica del rilievo è stata inoltre influenzata dal glacialismo del Quaternario (depositi morenici e circhi glaciali), da intensi processi crioclastici e dalle diffuse DGPV deformazioni gravitative profonde di versante, recentemente riconosciute sul versante teramano della catena (ADAMOLI, I.c.).

I depositi morenici, legati al glacialismo würmiano sono poco diffusi e di modesta estensione, in quanto smantellati con facilità dall'azione delle acque dilavanti ed incanalate. Ammassi caotici di ciottoli e blocchi arenacei immersi in una matrice sabbioso-argillosa, interpretabili come materiale morenico, sono segnalati nella zona dell'Agro Nero a ca. 1500 mt s.l.m., ricca di laghi, sorgenti, pozze temporanee e pseudotorbiere.

Al glacialismo würmiano sono da riferire anche i circhi glaciali (una quindicina) e le tracce di erosione glaciale osservabili alla testata di alcuni 'fossi', soprattutto nel versante teramano, oltre i 2000 mt: in entrambi i casi, l'azione erosiva degli agenti meteorici, i movimenti neotettonici ed i fenomeni di deformazione gravitativa profonda hanno determinato la parziale scomparsa di queste forme o il loro occultamento sotto spesse coltri di materiale detritico.

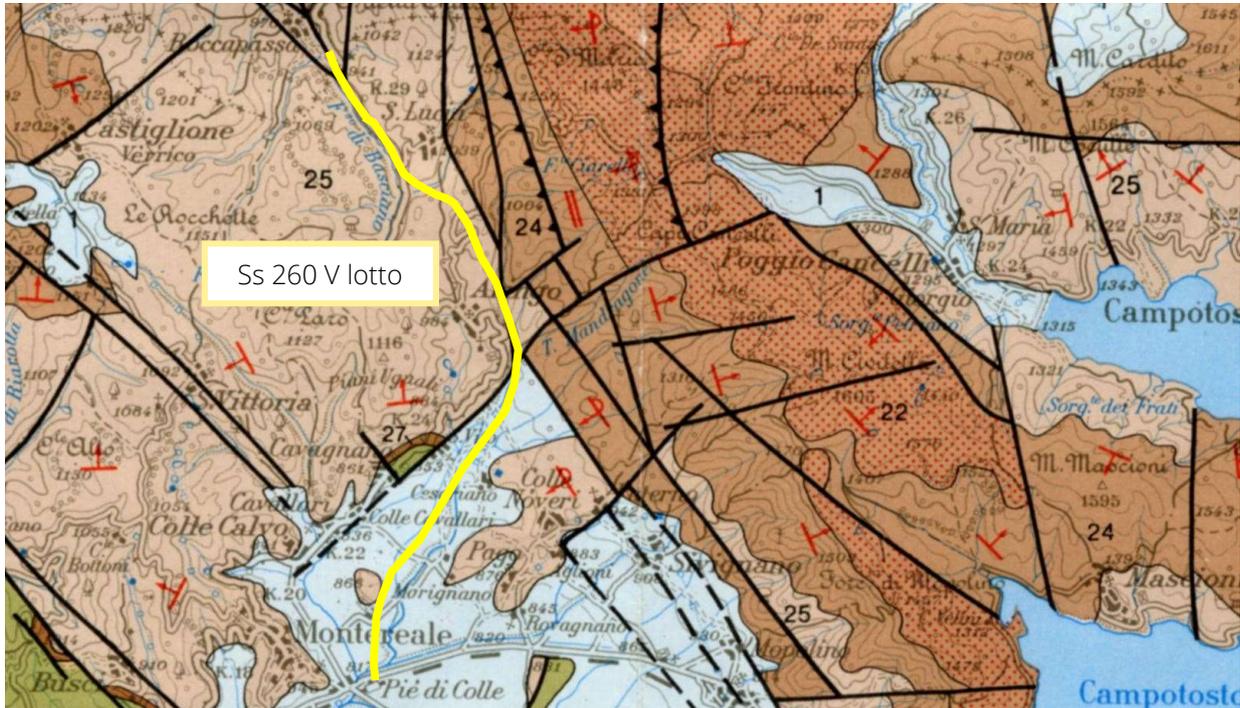
Interessanti forme periglaciali, piuttosto diffuse nei settori più elevati della catena, sono le 'vallette nivali', che rivestono grande importanza fitogeografica, come aree di rifugio per entità relitte artico-alpine e nelle quali la neve persiste anche fino alla fine di giugno, in particolare sulle sommità di Pizzo di Sevo, di Cima Lepri, di M. Gorzano e di Cima della Laghetta.

### Assetto Geologico Locale

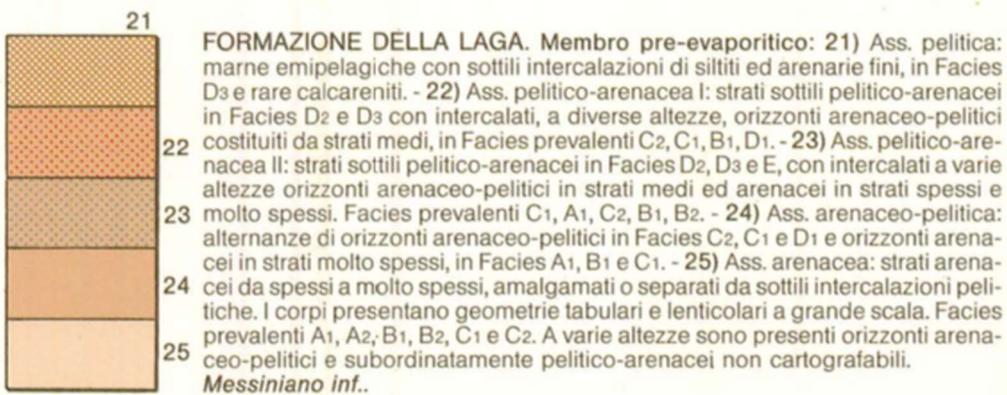
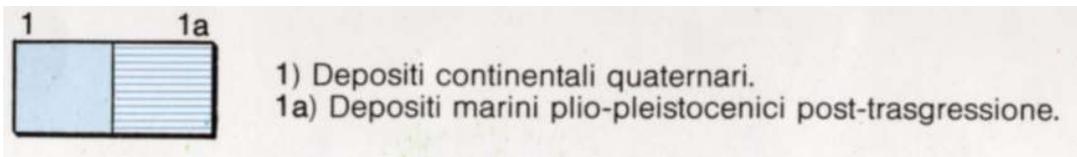
L'area in esame è suddivisibile da un punto di vista geolitologico in tre settori:

- 1) l'ampia alluvione della valle del torrente Mandragone affluente di destra del Rio Riano da Piè di Colle all'abitato di Aringo;
- 2) la dorsale costituita dalla formazione torbiditica della Laga (membro di Campotosto) che rappresenta lo spartiacque locale tra bacino del Tronto e bacino dell'Aterno;
- 3) le alluvioni della stretta, alta valle del fosso di Basciano immediatamente ad ovest dell'abitato di Santa Lucia sino al confine regionale.

Le alluvioni del torrente Mandragone (1 in carta geologica) si aprono a ventaglio con apice sull' alto corso del torrente ad est di Aringo, per poi ampliarsi sino ad una larghezza di circa un 1 km in corrispondenza della statale S.S.260 ad inizio V lotto (svincolo di Piè di Colle). Dalle indagini dirette effettuate per il progetto ANAS S.S.260 lotto IV si evince che alla rotatoria tra il tratto in costruzione e la attuale statale (Piè di Colle), tali alluvioni sono costituite da limi argillosi torbosi passanti a sabbie e ghiaie sabbiose fluviali organizzate in lenti sino alla profondità di circa 35 m dal piano campagna. Questa alluvione di chiara origine fluvio-lacustre, poggia direttamente sui depositi torbiditici arenaceo pelitici della formazione della Laga (24 in Carta geologica) e verosimilmente riduce il suo spessore sino a zero, procedendo verso nord est (abitato di Aringo) ove l'asta del torrente Mandragone assume un andamento erosivo a spese proprio di detti termini litologici. Poco a Nord Ovest di Marignano, riconoscibile da una variazione di pendenza, i depositi alluvionali fluvio lacustri passano verticalmente e/o lateralmente (interdigitazioni) a depositi di conoide di deiezione che si aprono allo sfioro delle vallecole torrentizie sulla valle principale: è presumibile quindi che la granulometria assuma una classe maggiormente grossolana.



Ss 260 V lotto



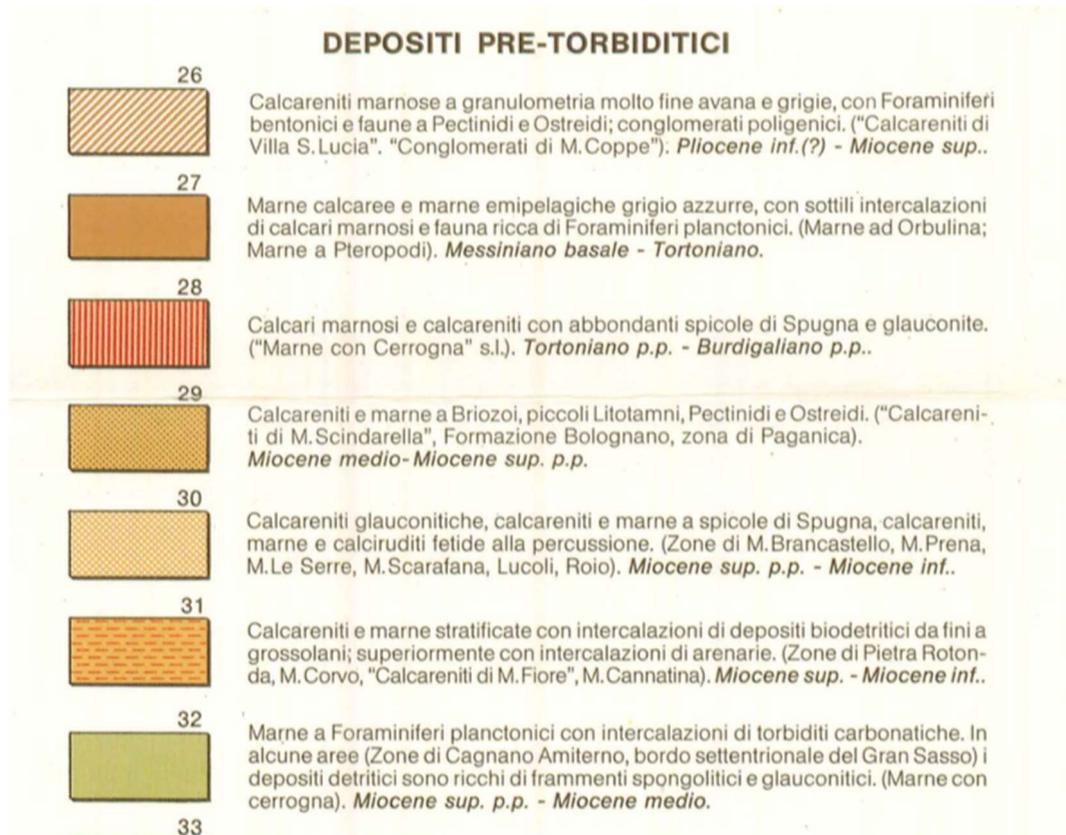


Figura 8 - Carta geologica della zona di interesse

I modesti rilievi che delimitano la valle fluvio-lacustre, riempita dai sedimenti alluvionali e detritici citati, sono costituiti sui termini della Formazione della Laga come si rileva dalla Carta geologica di cui sopra (Centamore et alii) e da un lembo di depositi pretorbiditici nei pressi dell'abitato di San Vito. Questi ultimi depositi, i più antichi affioranti nell'area in esame, sono ivi rappresentati da marne a foraminiferi del Miocene medio superiore con intercalazioni torbiditiche (32) e sono sottoposti a marne calcaree e marne emipelagiche (27) grigio-azzurre del Messiniano basale.

La formazione della Laga nel suo membro di Campotosto è suddivisa nelle associazioni seguenti:

- 24) associazione arenaceo-pelitica contraddistinta da alternanze di orizzonti arenaceo pelitici e francamente arenacei in strati spessi;
- 25) associazione arenacea in strati arenacei da spessi a molto spessi e con sottili orizzonti pelitici a geometria tabulare e lenticolare a grande scala, in cui si riconoscono le classiche facies di Bouma.

Nel tratto settentrionale dell'area in esame da Santa Lucia al confine regionale, la stretta valle del fosso di Basciano è scavata sui litotipi della associazione arenaceo pelitica anzidetta (24) e con andamento circa nord - sud corre parallelamente ad un importante sistema di faglie come si desume dalla cartografia geologica di cui sopra: ivi lo spessore delle alluvioni risulta presumibilmente inferiore a quello del fosso di Mandragone citato.

### 3.4. CARATTERISTICHE DEI PRINCIPALI BACINI IDROGRAFICI

Prima di analizzare le caratteristiche peculiari dei bacini idrografici maggiori è necessario chiarire che l'Area oggetto del presente studio, ovvero quella sottesa dalla tratta stradale in progetto, è ubicata nella Regione Abruzzo, quasi interamente nel comune di Montereale, in Provincia di L'Aquila, e coinvolge quasi unicamente il bacino idrografico del Fiume Aterno, corso d'acqua che si origina tra i comuni di Montereale e Campotosto. Nel tratto finale (1°STRALCIO), dalla rotatoria di S.Lucia fino al confine regionale, ci si trova all'interno del bacino del fiume Tronto. Ne deriva che, per quel che riguarda la programmazione e pianificazione fisico-ambientale dell'area, essa è divisa tra due differenti Enti di competenza territoriale: l'Autorità di Bacino Regionale dell'Abruzzo e l'Autorità di Bacino Interregionale del Tronto, entrambe appartenenti al Distretto idrografico dell'appennino Centrale (Figura 9)



Figura 9 - Limiti amministrativi del Bacino Idrografico dell'Appennino Centrale

Con la legge n. 221 del 28 dicembre 2015 (art. 51, comma 5, lettera d) viene stabilita l'attuale superficie totale del distretto, pari a Km<sup>2</sup>. 42.506, suddivisa secondo quanto riportato in Tabella II.

<b>Regione</b>	<b>Superficie compresa nel distretto (kmq)</b>	<b>% di territorio ricoperta nel distretto</b>
Abruzzo	9.238,08	21,734
Emilia Romagna	45,89	0,108
Lazio	13.642,84	32,096
Marche	9.220,29	21,692
Molise	132,37	0,311
Toscana	1.809,71	4,258
Umbria	8.416,03	19,800
<b>Stato</b>	<b>Superficie compresa nel distretto (kmq)</b>	<b>% di territorio ricoperta nel distretto</b>
Città del Vaticano	0,794	0,002

*Tabella II - suddivisione per competenza territoriale del Bacino Idrografico dell'Appennino centrale*

La delimitazione di tutti i bacini nazionali ed interregionali è stata fissata dal DPCM 22 Dicembre 1977. Ogni Autorità di Bacino dispone di un Piano Stralcio di Bacino, spesso chiamato più semplicemente Piano, avente valore di piano territoriale di settore e di strumento conoscitivo, normativo e tecnico – operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate ad assicurare in particolare la difesa, la conservazione e la valorizzazione del suolo rispetto ai dissesti di natura idraulica e geologica, la prevenzione del rischio idrogeologico, e la tutela degli aspetti ambientali ad esso connessi.

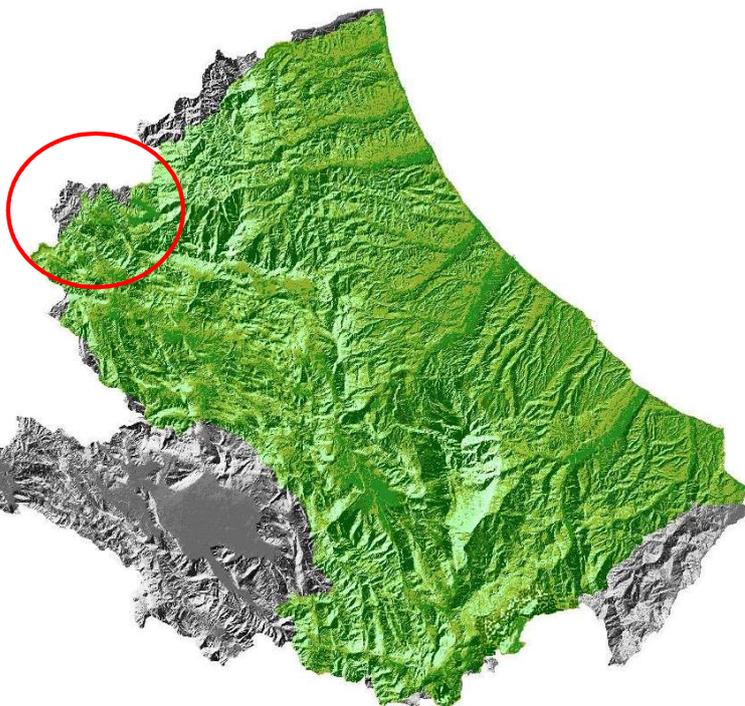


Figura 10 - Area di competenza dell'Autorità di Bacino regionale Abruzzese (in verde)

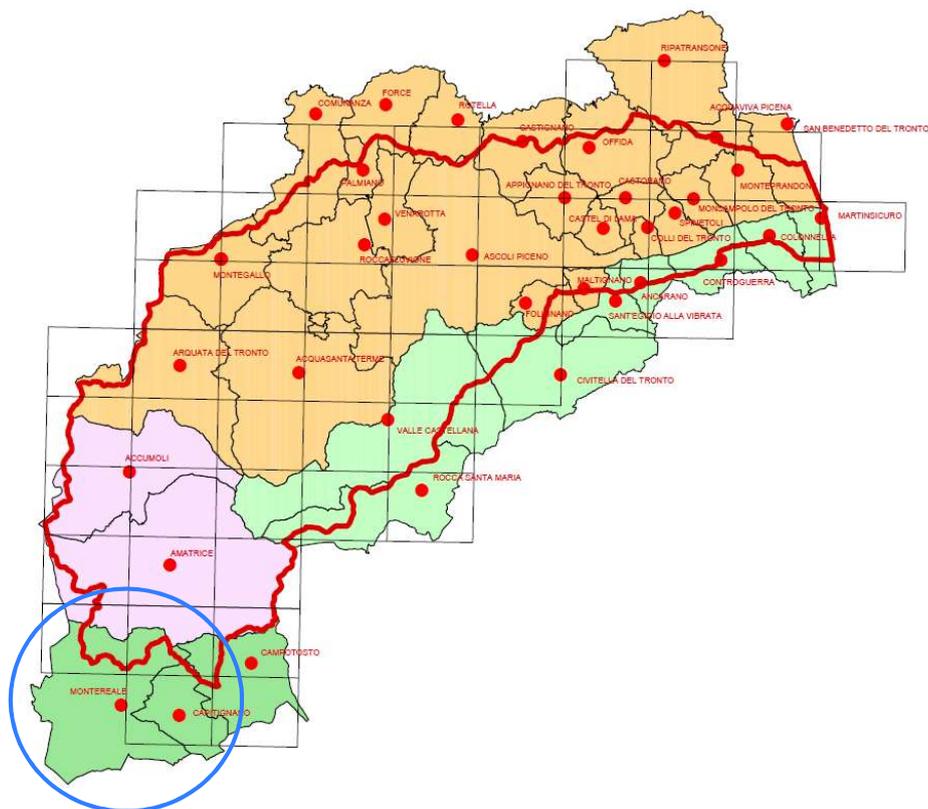


Figura 11 - Area di competenza dell'Autorità di Bacino interregionale del Tronto (limite linea rossa)

### 3.4.1. Il Bacino idrografico del fiume Tronto

Il bacino del Fiume Tronto si estende su una superficie di 1.189 Km<sup>2</sup> con un'altitudine media di 774,5 m. Il corso d'acqua principale nasce dalle pendici settentrionali dei Monti della Laga (circa a quota 1.900 m s.l.m.) e sbocca nel Mare Adriatico in prossimità di Porto d'Ascoli, dopo un percorso di 97,5 Km. Il bacino del Fiume Tronto è limitato a sud dai Monti della Laga, a sud est dal sistema Montagna dei Fiori (1.814 m s.l.m.) – Montagna di Campi (1.720 m s.l.m.), ad ovest da alcune cime elevate culminanti nel M. Pizzuto (1.904 m s.l.m.), a nord dal massiccio carbonatico dei Monti Sibillini in cui spicca il M. Vettore (2.476 m s.l.m.), che è anche la più alta vetta del bacino, e a nordest dal M. dell'Ascensione (1.103 m s.l.m.). Nel tratto iniziale il fiume ha direzione prevalentemente S-N fino all'altezza di Arquata del Tronto, cioè alle falde del M. Vettore, dove muta bruscamente direzione descrivendo una curva praticamente ad angolo retto rispetto al tratto precedente ed assumendo, quindi, fino alla foce una direzione all'incirca NO-SE. Tra i principali affluenti si segnalano, in destra idrografica, il torrente Castellano ed il torrente Marino e, in sinistra idrografica, il torrente Scandarella, il torrente Chifente, il torrente Fluvione ed il torrente Chiaro.

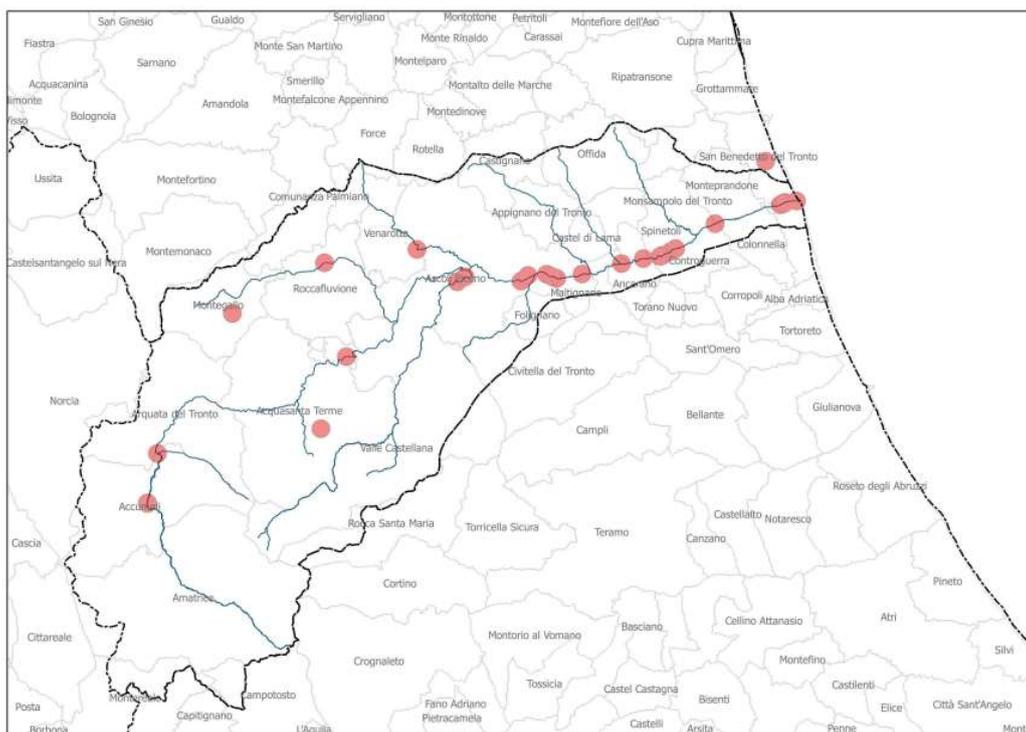


Figura 12 - Inquadramento territoriale del Bacino idrografico del fiume Tronto

La distribuzione areale delle diverse classi di acclività del territorio è legata sostanzialmente alla natura del substrato ed all'azione dei processi endogeni ed esogeni le cui interazioni hanno dato origine all'attuale configurazione del paesaggio in tutte le sue articolazioni.

Nello specifico, la classe di pendenza più elevata (>35%), presenta una maggiore diffusione in corrispondenza dei rilievi appenninici fino alla Montagna dei Fiori e, quindi, nella zona centro-occidentale del bacino. Procedendo verso est, e precisamente nella zona dove sorgono i centri abitati di Maltignano, Offida,

Castignano, Castorano, Controguerra, Colonnella, frequentemente diffusa è la rappresentazione delle classi intermedie (pendenze comprese tra 25-35% e 10-25%) In questa fascia di territorio, che si estende sin quasi alla linea di costa, è particolarmente evidente l'influenza del substrato; la morfologia più dolce è caratterizzata da aree di fondovalle e da terreni alluvionali nelle vicinanze dei centri abitati di Ascoli Piceno, Pagliare, Colli del Tronto. Successivamente, a pochi chilometri dalla foce, si entra in una fascia di territorio esclusivamente collinare dove la morfologia si presenta meno aspra e dalle forme più arrotondate (pendenze comprese tra 10-25% e 0-10%). In particolare, esempi tipici si hanno in sinistra idrografica all'altezza di Monteprandone e di Monsampolo del Tronto. Al contrario, in destra idrografica si riscontra una classe di acclività maggiore imputabile, oltre che a caratteristiche litologiche, a particolari condizioni geostrutturali. Laddove sono presenti repentine variazioni litologiche (da facies argillose ad arenacee) o in corrispondenza di particolari strutture tettoniche (faglie, ecc.) è possibile riscontrare aree a pendenza più elevata. Avvicinandosi alla fascia costiera la pianura alluvionale assume un ruolo di predominante importanza; pertanto, in questa porzione del territorio vi è una netta prevalenza delle pendenze minori. Per quanto riguarda l'esposizione dei versanti, occorre fare una distinzione tra l'area a monte e l'area a valle della città di Ascoli Piceno. Nella prima, si riscontra un quadro piuttosto eterogeneo quanto ad esposizione, con direzioni prevalenti individuabili solo in alcuni tratti del fiume e dei principali affluenti. A valle di Ascoli Piceno, il bacino presenta una forma piuttosto allungata e con lo spartiacque in destra idrografica prossimo all'asta fluviale; i versanti, pur mostrando una maggiore varietà di esposizione in sinistra idrografica, assumono nel complesso un'esposizione omogenea e ben individuabile (NO e SE, rispettivamente, in destra e sinistra idrografica). La valle del fiume Tronto taglia trasversalmente le morfostrutture delle dorsali della Montagna dei Fiori e di Acquasanta mentre all'altezza della dorsale carbonatica assume un andamento tipicamente appenninico posizionandosi parallelamente al sovrascorrimento dei Monti Sibillini. L'assetto tettonico del bacino è quello tipico delle catene a pieghe e sovrascorrimenti generatesi per effetto di un regime compressivo occorso dal Tortoniano al Pliocene medio. La dorsale Marchigiana (Catena dei M.ti Sibillini), dalla quale emergono le sorgenti più rilevanti del fiume Tronto, si accavalla verso est sui depositi torbiditici del Bacino della Laga. Questi a loro volta risultano coinvolti in una successione di sinclinali ed anticlinali (Montagna dei Fiori ed Acquasanta) con assi paralleli fra loro (direzione circa N-S). Le strutture compressive sono tagliate longitudinalmente e trasversalmente da faglie normali più recenti legate al sollevamento ed alla tettonica distensiva iniziata nel Pliocene superiore. L'assetto geotettonico del bacino è caratterizzato dalla presenza di tre unità geostrutturali (Centamore et alii, 1977). che, procedendo dalla costa verso l'interno, sono: 1. Formazioni del Bacino Marchigiano Esterno, costituite da litofacies sedimentarie terrigene, datate dall'Attuale al Miocene che affiorano ad est delle località di Maltignano, Poggio di Bretta. I depositi che si rinvergono in questo dominio sono i sedimenti plio-pleistocenici marini (Ricci Lucchi et alii, 1982) di 1° ordine post-orogonico. 2. Formazioni delle due dorsali appenniniche minori, costituite dalla Montagna dei Fiori e dall'anticlinale di Acquasanta. Le formazioni ricadono nella zona del medio bacino che si estende dall'allineamento dei M.ti Sibillini alla città di Ascoli Piceno. L'anticlinale della Montagna dei Fiori è situata poco a sud dell'abitato di Ascoli Piceno, con terreni che vanno dal Giurassico al Miocene. La dorsale verso NE termina in corrispondenza della valle del fiume Tronto, costringendolo a compiere un'ampia curva verso nord, con un'estesa formazione travertinoso (particolarmente rilevante all'altezza della frazione Colle San

Marco). La successione stratigrafica affiorante nella dorsale è costituita dalle formazioni della successione umbro-marchigiana, all'interno delle quali si ritrovano numerosi livelli detritici. 3. Dorsale Appenninica. La dorsale è limitata ad Est da una grande piega-faglia, con sovrascorrimenti, che nel bacino del f. Tronto corre secondo l'allineamento Montemonaco-Arquata del Tronto – Capodacqua - Accumoli. In questa struttura anticlinale è compresa la parte meridionale dei M.ti Sibillini (M. Vettore) ed i rilievi di M. Serra, M. Utero, M. Poroni e M. Prato. Le formazioni affioranti in questa zona sono quelle di età compresa tra il Giurassico ed il Miocene inferiore. Sono presenti i termini calcarei della successione umbro-marchigiana dal Calcare Massiccio alla Scaglia Cinerea. In particolare, gli affioramenti dei terreni più antichi si osservano dove i corsi d'acqua hanno inciso maggiormente il substrato. Nell'alta valle del f. Tronto, nel tratto compreso tra il M. Vettore a nord ed il M. Utero a sud, si ha l'affioramento della successione giurassica completa dal Calcare Massiccio fino ai Calcari diasprini umbro-marchigiani. Sui monti circostanti affiora estesamente la Maiolica. Le formazioni calcaree lungo l'allineamento Montemonaco-Arquata del Tronto sono tettonicamente sovrapposte ai terreni della seconda zona tramite un piano di sovrascorrimento ad andamento appenninico, conosciuto in bibliografia come "sovrascorrimento dei M.ti Sibillini", che, a luoghi, risulta ben visibile.

#### Caratteristiche idrografiche

Il fiume Tronto dalle sorgenti a 1.900 m s.l.m. circa, perde 1.000 m di quota dopo 6 Km di percorso e, raccolto qualche torrentello di scarsa importanza, riceve il torrente Trontino o Castellano di Amatrice; alla confluenza di questi due corsi d'acqua sorge Amatrice. Poco più a valle il Fiume Tronto riceve prima le acque del Torrente Scandarella, oggi ben noto per la diga che lo sbarra, poi quelle del Fosso Neia, del Fosso Solagna e del Torrente Pescara di Accumoli. Proseguendo il suo corso, il fiume, prima di raggiungere Arquata del Tronto, riceve a destra il torrente Chiarino, a sinistra il tozzo di Capodacqua; si immerge poi in una stretta valle raccogliendo, a monte di Acquasanta Terme, diversi fossi tra cui il rio Garrafo e, a valle, il torrente Fluvione. In questo primo tratto, dalla sorgente fino ad Ascoli Piceno, il fiume è interessato da ripetute derivazioni a scopo idroelettrico. A monte di Ascoli Piceno il fiume Tronto riceve il maggiore dei suoi affluenti, il torrente Castellano, che trae origine dalle pendici comprese tra Pizzo di Sevo e Monte Ceraso e che si immette nel fiume aumentandone considerevolmente la portata. Dopo un percorso di circa 97 Km il Tronto sfocia facendo confine tra i territori comunali di San Benedetto del Tronto e Martinsicuro, quindi tra la Regione Marche e la Regione Abruzzo. Il fiume Tronto è alimentato da 55 affluenti, di cui 32 in sinistra idraulica e 23 in destra idraulica.

#### *3.4.2. Il bacino idrografico del fiume Aterno*

Il sottobacino del fiume Aterno costituisce la porzione centrale del bacino dei fiumi Aterno-Pescara. L'Aterno nasce a Nord dell'Abitato di Aringo, alimentato dalle omonime sorgenti situate sulle pendici di M.Capo-Cancelli (1398 m s.l.m.) e prende il nome di Torrente Mondragone fino alla località Piè di Colle. Il fiume attraversa e drena la Piana di Montereale-Capitignano, per una stretta gola, e giunge fino al centro dell'Aquila dopo aver attraversato numerosi piccoli centri abitati. Successivamente, in prossimità dell'abitato di Popoli (PE), l'Aterno diverrà un confluente del fiume Pescara, da cui prenderà il nome. Alla confluenza con il Pescara il fiume sottende un bacino di circa 1950 km<sup>2</sup>, pari ad un terzo del territorio

abruzzese, compreso tra una quota massima di 2622 m s.l.m. e minima di 244 m s.l.m.. Proprio per questo motivo, il bacino dell'Aterno rientra tra quelli di interesse regionale come riporta l'allegato 1 del D.Lgs 152/99, che definisce come significativi i corsi d'acqua aventi le seguenti caratteristiche:

- Tutti i corsi d'acqua naturali di primo ordine (cioè quelli recapitanti direttamente in mare) il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore di 200 km<sup>2</sup>;
- Tutti i corsi d'acqua naturali di secondo ordine o superiore il cui bacino imbrifero abbia una superficie maggiore a 400 km<sup>2</sup>.

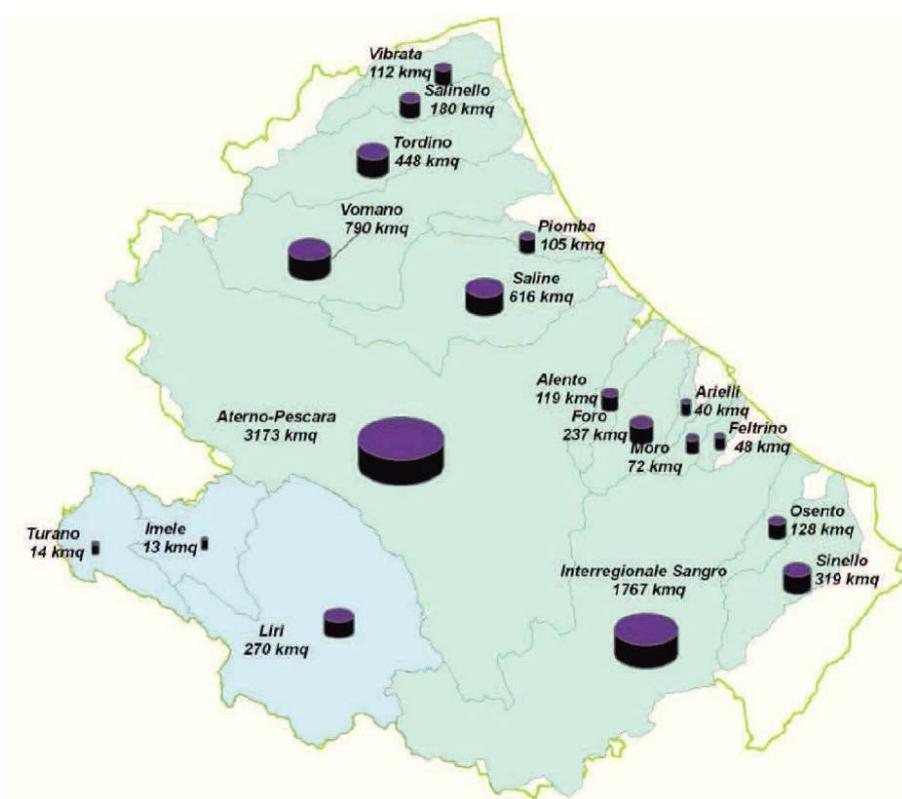


Figura 13 - Cartina d'Abruzzo, particolare dei principali bacini idrografici

In generale il Bacino dell'Aterno è molto permeabile e con pendenze medie di lieve entità, tant'è vero che anche essendo la valle dell'Aterno una delle zone abruzzesi a maggiore piovosità risulta anche tra le zone con minore disponibilità di acque a scorrimento superficiale. Nel sottosuolo, invece, si verifica un buon grado di deflusso che riemergerà poi a valle, nella zona delle sorgenti del fiume Pescara.

L'intera porzione del Bacino dell'Aterno-Pescara ricadente nella sola Regione Abruzzo occupa un'area di 3147 km<sup>2</sup> (Tabella III) e si estende sul territorio di ben 119 comuni abruzzesi, di cui 69 in Provincia di L'Aquila.

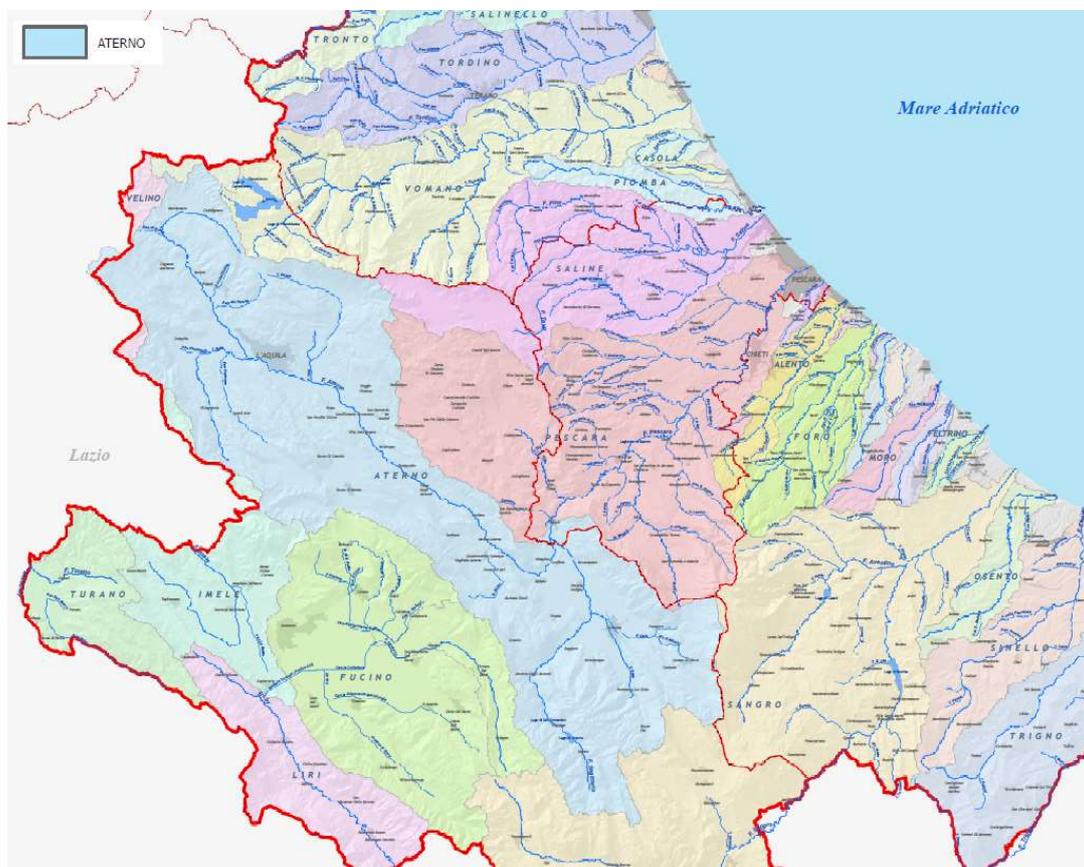


Figura 14 - in azzurro il Bacino idrografico del fiume Aterno - P.T.A. Abruzzo

Nome	Area (Km <sup>2</sup> )	Perimetro (Km)	Estensione latitudinale <sup>1</sup> (m)		Estensione longitudinale <sup>1</sup> (m)	
			N min	N max	E min	E max
Aterno-Pescara	3147,77	394,91	4630260	4715185	2364361	2456540

<sup>1</sup> Coordinate Gauss-Boaga, fuso Est.

Tabella III - caratteristiche fisiche e posizione del Bacino Idrografico del Aterno-Pescara

Per quel che riguarda l'utilizzo del suolo, il bacino in oggetto è caratterizzato dalla seguente suddivisione:

Classi di uso del suolo <sup>1</sup>	Superficie	
	(ha)	(%)
Aree boscate	110312,69	35,0
Aree cespugliate	26767,17	8,5
Aree umide	4,90	0,0
Arre archeologiche	4,76	0,0
Colture cerealicole e vivai	67260,46	21,4
Colture ortive	19,21	0,0
Corsi d'acqua, canali e idrovie, bacini d'acqua	205,81	0,1
Frutteti, vigneti, uliveti	20769,83	6,6
Prato-pascolo	69439,17	22,1
Spiagge, dune, sabbie	4,16	0,0
Zone aperte a vegetazione rada o assente	8744,64	2,8
Zone estrattive, discariche e cantieri	639,27	0,2
Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione	2900,25	0,9
Zone urbanizzate	7687,63	2,4

<sup>1</sup>Fonte: Corine Land Cover, 2000.

*Tabella IV - Classi d'Uso del suolo del bacino idrografico del fiume Aterno - Pescara*

Nei grafici che seguono, estrapolati dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, vengono evidenziati alcuni dati relativi al comportamento idrologico del bacino del fiume Aterno.

Nel grafico alla Figura 15 è possibile notare come il bacino imbrifero dell'Aterno abbia grande capacità di infiltrazione nonché di evo-traspirazione rispetto all'afflusso meteorico totale (riferito, in grafico, all'anno medio); una quota parte minima dell'apporto meteorico finisce nell'alveo a costituire il deflusso superficiale, in linea con il comportamento di tutti gli altri fiumi abruzzesi di maggiore rilievo.

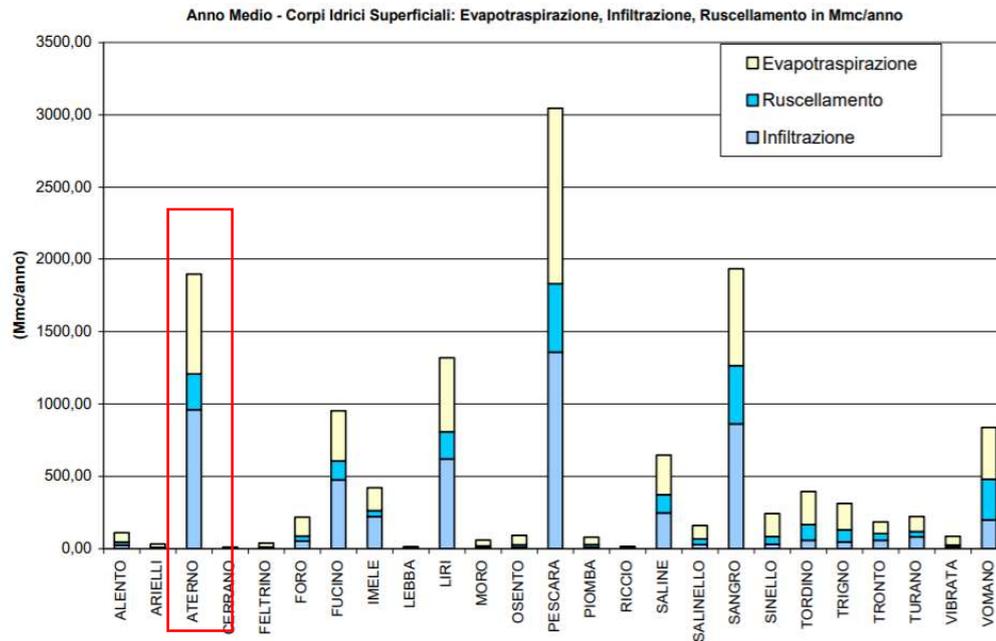


Figura 15 - Corpi idrici superficiali: Evo traspirazione, infiltrazione, Ruscaldamento (mmc/anno) – Anno medio  
 Piano di Tutela delle Acque - Regione Abruzzo

Analizzando gli ulteriori apporti che durante il percorso dell'Aterno vanno a sommarsi al deflusso dovuto ai soli eventi meteorici, si costruisce il grafico in Figura 16 in cui è possibile osservare una stima del deflusso totale su media annua.

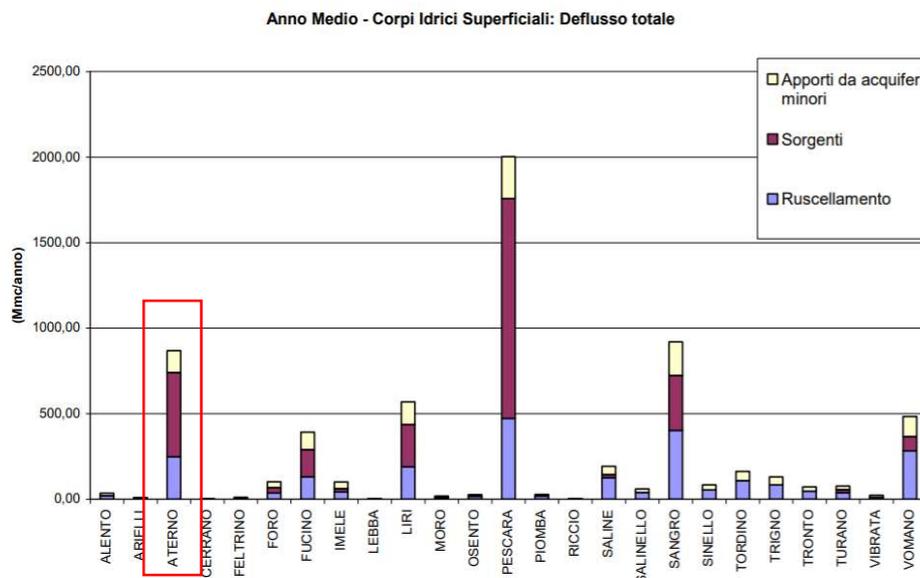


Figura 16 - Corpi idrici superficiali: Deflusso totale (mmc/anno) – Anno medio - Piano di Tutela delle Acque  
 Regione Abruzzo

### 3.5. AMBIENTE IDRICO

Per l'area oggetto del presente studio il corso d'acqua di maggiore rilevanza ai fini delle possibili interferenze con il tracciato prescelto è certamente il fiume Aterno, nello specifico il suo tratto sorgivo, identificato con il primo affluente, il Torrente Mandragone.

Oltre l'origine dell'Aterno il territorio è caratterizzato da altri torrenti minori. La localizzazione di tutti i corsi d'acqua superficiali interferenti col tracciato è visibile in maniera dettagliata nell'elaborato B25-T00SG00IDR000B "Carta del reticolo idrografico".

Sono presenti nel territorio, inoltre, canali artificiali significativi, riassunti in Tabella V.

Sezione	Denominazione	Località	Comune	Provincia	Corpo Idrico Derivato	Corpo Idrico Recettore	Lunghezza (Km)	Tipologia
Alto Corso	Canale Enel alla Centrale di Molina-Aterno	Molina Aterno	Molina Aterno	L'Aquila	Aterno	Aterno	3,1	Idroelettrico
Medio Corso	Canale Enel a Bolognano	Colle Morto	Bolognano	Pescara	Pescara	Pescara	9,4	Idroelettrico
	Canale Enel ad Alanno <sup>1</sup>	Petricca	Alanno	Pescara	Pescara	Pescara	7,7	Idroelettrico
Basso Corso	Canale Enel ad Triano	Triano	Chieti	Chieti	Pescara	Pescara	17,2	Idroelettrico

<sup>1</sup> Il canale è inserito nel medio corso in quanto il corrispondente punto di monitoraggio ricade nella medesima sezione.

Tabella V - elenco canali artificiali significativi nel bacino dell'Aterno - PTA Abruzzo

Inoltre, dallo "studio a supporto della programmazione regionale in materia di risorse idriche destinabili alla produzione di energia elettrica", condotto dalla società Abruzzo Engineering S.p.A. (2008), risulta esistere un ulteriore utilizzo delle acque fluviali ai fini idroelettrici:

DITTA	CORSO D'ACQUA	COMUNE	L/S	TIPO DI UTILIZZO	PRATICA N°
Consorzio di Bonifica Interno	Fiume Aterno - lago di Campotosto	Capitignano-Montereale,	1078	Idroelettrico	AQ/D/1513

Per quel che riguarda i dati di portata dell'Alto Aterno, dallo studio pocanzi richiamato si evince l'esistenza di una stazione idrometrica situata nei pressi di Montereale (zona "tre ponti"), i cui rilevamenti, riconducibili ad un periodo di osservazione di 38 anni, indicano un massimo di portata verificabile nel mese di Febbraio che supera di poco i 2 mc/s (Tabella VI e Tabella VII).

Stazione	Distanza foce (Km)	Periodo di Osservazione	N° Anni Misure	Ubicazione
Aterno a tre ponti	77	1937 - 2002	38	Montereale
Aterno a L'Aquila	52	1951 - 1998	24	L'Aquila
Aterno a Molina	15,4	1925 - 2002	57	Molina Aterno
Aterno-Sagittario ad Alloggiamento	53	1948 - 2001	37	Popoli
Pescara a Maraone	50	1924 - 1998	62	Popoli
Lavino a Scafa	35	1926 - 1936	3	Scafa
Pescara a S.Teresa	9	1922 - 2001	60	Spoltore
Pescara a Sambuceto	12	1921 - 1930	9	Sambuceto
Tirino a Madonnina	4	1937 - 1999	27	Bussi sul Tirino
Nora a Cepagatti	7,5	1937 - 1938	2	Cepagatti
Orta a Bolognano	7	1927 - 1942	14	Bolognano
Sagittario a Capo Canale	5,5	1927 - 2001	55	Corfinio
Sagittario a Villalago	31	1932 - 1994	43	Villalago
Tasso a Scanno	35	1929 - 1958	18	Scanno

Tabella VI - Dati di portata idrometrica - Abruzzo Engineering

Idrometro													Portata annuale (m <sup>3</sup> /s)
Aterno a tre ponti													
Portata mensile (m <sup>3</sup> /s)													
Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic		
1,425	2,130	1,972	1,625	1,167	0,561	0,226	0,136	0,200	0,304	0,927	1,506	1,015	

Tabella VII - Serie di portate mensili per la singola stazione idrometrica - Abruzzo Engineering

Nelle tabelle a seguire, invece, vengono riportati i corpi idrici sotterranei significativi presenti nelle successioni carbonatiche e fluvio-lacustri della valle.

Corpi idrici sotterranei significativi in successioni fluvio-lacustri				
Sezione		Denominazione	Sigla	Litologia prevalente
Alto Corso		Piana dell'Alta Valle dell'Aterno	AVA	gla
Alto Corso	Medio Corso	Piana di Sulmona	SU	gla
Medio Corso	Basso Corso	Piana del Pescara	PE	gla

**Legenda:**

Litologia prevalente affiorante:  
 gla: ghiaie, limi e argille.

Tabella VIII - Elenco corpi idrici sotterranei significativi in successioni fluvio lacustri presenti nel Bacino dell'Aterno - PTA  
 Abruzzo

Corpi idrici sotterranei significativi in successioni carbonatiche						
Sezione	Corpi idrici sotterranei principali			Corpi idrici sotterranei secondari		
	Denominazione	Sigla	Litologia prevalente	Denominazione	Sigla	Litologia prevalente
Alto Corso	Monte Velino - Monte Giano - Monte Nuria	V-G-N	csm	Monte Giano	V-G-N (a)	csm
				Monte Velino- Monte Nuria	V-G-N (b)	csm
	Monte Marsicano	MS	c	Monte Marsicano s.l.	MS(a)	c
Alto Corso	Monti del Gran Sasso-Monte Sirente	GS-S	csm	Monti del Gran Sasso	G-G(a)	csm
Medio Corso				Monte Sirente s.l.	G-G(b)	csm
Medio Corso	Monte Morrone	MR	csm	Monte Rotondo	MR(a)1	csm
				Monte Morrone s.s.	MR(a)2	csm
Basso Corso	Monte della Maiella	ML	cs	Colle della Civita	ML(a)	cs
				Monte Acquaviva	ML(b)	cs

**Legenda:**

Litologia prevalente affiorante:

c: calcari

cs: calcari e calcari selciferi

csm: calcari, calcari con selce e calcari marnosi.

Tabella IX - Elenco corpi idrici sotterranei significativi in successioni carbonatiche presenti nel Bacino dell'Aterno - PTA  
 Abruzzo

### 3.5.1. Qualità delle acque superficiali

La norma europea di riferimento sulle acque superficiali è la Direttiva 2000/60/CE, nota come Direttiva quadro sulle acque, che chiama gli Stati membri a identificare e analizzare le acque, classificarle per bacino e per distretto idrografico di appartenenza e ad adottare piani di gestione e programmi di misure adattati a ciascun corpo idrico.

La Direttiva è stata recepita in Italia sia con la L. 308 del 15/12/2004 che – soprattutto – con il D.Lgs. 152/06, in particolare con i contenuti della Parte III, al cui interno sono disciplinate la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche.

Successivamente sono state emanate altre norme di interesse, anche in attuazione del D.Lgs. 152/06:

- il D.M. 131/2008, in cui si dettano i criteri per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni);
- il D.M. 56/09, in cui si definiscono i criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e per il controllo dello stato ecologico e chimico delle acque superficiali nel bacino idrografico, anche ai fini della predisposizione dei piani di gestione e di tutela delle acque della Regione;
- il D.M. 260/10 che riporta i criteri per la classificazione dello stato di qualità.

La Regione Abruzzo per tramite di ARTA (Agenzia Regionale per la Tutela dell'Ambiente) ha effettuato la tipizzazione dei corsi d'acqua superficiali e dei bacini lacustri e l'individuazione dei corpi idrici significativi da sottoporre al monitoraggio, secondo le previsioni del D.M. 131/08.

I risultati dell'attività di tipizzazione e il metodo di lavoro sono rappresentati nella relazione tecnica che costituisce l'Allegato A.1.8 al Piano di tutela delle acque.

#### Reti di monitoraggio per i fiumi

Nel 2010, successivamente all'identificazione dei 19 tipi fluviali, sono state individuate 121 stazioni ridistribuite su 111 corpi idrici.

Le stazioni di monitoraggio di riferimento per il Bacino del Fiume Aterno si trovano a Fontecchio, Cagnano, Villa S. Angelo, Molina Aterno e Raiano come riportato nell'elenco in Tabella X.

L'AQUILA						
Cl_Aterno_2	R1307AT12	O	2405184	4675315	A valle di Fontecchio, loc Camponi	Fontecchio
Cl_Aterno_1	R1307AT3b	S	2376356	4704550	loc. Tre Ponti (Marana)	Cagnano
Cl_Aterno_2	R1307AT9 <sup>1</sup>	S	2399314	4681375	A monte ponte sul fiume – Villa S. Angelo	Villa S. Angelo
Cl_Aterno_3	R1307AT15	O	2416220	4666382	Circa 500mt a valle della Stazione di Molina	Molina Aterno
Cl_Aterno_3	R1307AT15 bis <sup>1</sup>	S	2422702	4663046	a valle di Raiano	Raiano
Cl_F.sso La Raffia	N010RF1	S	2385986	4653890	A valle Fraz. Cese di Avezzano	Avezzano
Cl_Gioenco_1	N005GV13	S	2415972	4647657	Circa 3 km a monte di Ortona dei Marsi	Ortona dei Marsi
Cl_Gioenco_2	N005GV15	O	2407154	4653069	A valle di Pescina - loc. Pagliarone	Pescina
Cl_Gizio_1	R1307GI44	S	2433580	4647528	Pettorano (ponte dopo Caserma CC)	Pettorano
Cl_Gizio_2	R1307GI45	O	2429536	4657326	De Vella pc Sagittario - Stazione Di Sulmona	Sulmona
Cl_Imele_1	N010IM6	S	2378529	4657397	S. Giacomo - bivio sfratati	Tagliacozzo
Cl_Imele_2	N010IM11	O	2378171	4665396	Bivio Marano - Loc. Ponte di Marano	Magliano dei marsi
Cl_Liri_1	N005LR1	S	2381301	4650475	Castellafiume- Loc. Canapine, a valle sorgente Petrella	Cappadocia
Cl_Liri_2	N005LR9	O	2401473	4627806	A valle di Balsorano (circa 2,5 km a valle )	Balsorano
Cl_Raio1	R1307RA29	O	2379483	4690915	Sassa Scalo (ponte sul fiume dopo passaggio livello)	L'Aquila
Cl_Sagittario_1	R1307SA36B	S	2421617	4650683	Anversa degli Abruzzi, 800mt circa avalle delle sorgenti del Cavuto	Anversa degli Abruzzi
Cl_Sagittario_2	R1307SA40	O	2426390	4664304	Corfinio –CapoCanale	Roccacasale
Cl_Tasso 1	R1307TS1	O	2426549	4641276	Scanno	Scanno
Cl_Turano_1	N010TU2	S	2364112	4662579	M.te Sabinense, a monte di Carsoli-circa Km 74	Carsoli
	N010TU2bis	S	2358904	4662306	Str. Prov. Turanense incr. Str. Com. Carsoli Collalto Loc. Casa Bianca	Carsoli
Cl_Vera_1	R1307VE34	O	2392864	4689864	Paganica (Loc. Aquilento dopo confluenza Raiale)	L'Aquila

*Tabella X - Anagrafica dei corsi d'acqua monitorati*

Di seguito, per singola stazione fluviale e lacustre indagata, vengono riportati i risultati ottenuti annualmente nel periodo 2015-2019 per ogni indice di qualità chimico-fisica e biologica indagata, confrontandoli con quelli della classificazione riferita al triennio 2015-2017, che è definitiva per il primo ciclo triennale di monitoraggio della rete Operativa, ma parziale per il ciclo sessennale della rete di Sorveglianza.

Per i corpi idrici naturali, l'obiettivo di qualità imposto dalla Direttiva 2000/60/CE è il raggiungimento del Buono Stato Ecologico e del Buono Stato Chimico. Le classi di qualità, degli indici chimico-fisici e biologici che concorrono alla definizione dello Stato Ecologico e dello Stato Chimico, sono rappresentate con le seguenti scale cromatiche:

<b>Classi LIMeco, Inquinanti non prioritari Tab 1/B, Indici biologici per lo STATO ECOLOGICO</b>	
Corpi idrici naturali	Classe Elevato
	Classe Buono
	Classe Sufficiente
	Classe Scarso
	Classe Cattivo
<b>Classi Inquinanti prioritari Tab 1/A per lo STATO CHIMICO</b>	
	Classe Buono
	Classe Non Buono

#### Indice LIMeco nel quadriennio 2015-2018

Corpo idrico	Stazione	Tipologia di rete 2015-20	LIMeco 2015	LIMeco 2016	LIMeco 2017	LIMeco 2018	LIMeco nel triennio 2015-2017*
CI_Aterno_1	R1307AT3bis	O	0,61	0,63	0,75	0,72	0,66
CI_Aterno_2	R1307AT6	O	0,45	0,42	0,26	0,54	0,38
	R1307AT9	O	0,49	0,28	0,34	0,38	0,37
	R1307AT12	O	0,31	0,38	0,45	0,43	0,38
CI_Aterno_3	R1307AT15	O	0,41	0,43	0,51	0,52	0,45
	R1307AT15bis	O	0,41	0,34	0,58	0,51	0,44

Per gli indici LIMeco o LTLecco (Elementi fisico-chimici a sostegno), oltre alla classe di qualità, viene indicato il punteggio attribuito al corpo idrico e/o alla stazione ai sensi del D.M. 260/10.

Per gli indici biologici utilizzati nella valutazione della qualità delle popolazioni di Diatomee, Macrofitte, Macroinvertebrati bentonici, Fauna ittica e Fitoplancton, oltre alla classe di qualità, viene indicato il valore RQE (Rapporto di Qualità Ecologica), ottenuto dal rapporto tra i valori osservati e quelli di riferimento per lo stesso "Tipo" fluviale o lacustre indagato attribuito al corpo idrico, ai sensi del D.M. 260/10 o del Decreto Direttoriale n. 341/STA del 2016.

#### Qualità delle acque superficiali

Stando alla relazione R.13 ("Quadro conoscitivo") del Piano di Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, il Fiume Aterno non rientra nella lista dei corsi d'acqua di interesse ambientale, sulla base dei criteri esposti nel richiamato documento.

Per quel che riguarda i carichi inquinanti potenziali prodotti da processi industriali, il Piano segue una stima prodotta dall'ENEA (Sezione PROT-IDR, Progetto regi Lagni Luglio 2001) i cui risultati sono riportati

nelle seguenti Tabella XI e Tabella XII. Allo stesso modo vengono rappresentati i carichi organici potenziali ed effettivi di origine zootecnica (Tabella XI, Tabella XIV e Tabella XV).

Bacino	Tipologia carichi	Carichi effettivi prodotti (t/anno)			
		BOD <sub>5</sub>	COD	N - Azoto	P - Fosforo
ALENTO	Civile	202,2	432,7	58,7	11,3
	Industriale	281,1	605,7	14,5	1,6
ARIELLI	Civile	87,2	175,7	20,2	3,1
	Industriale	131,5	288,6	5,3	0,7
ATERNO – PESCARA	Civile	2298,3	4980,4	675,9	133,0
	Industriale	3052,9	8112,4	183,7	32,8
FELTRINO	Civile	426,2	888,0	108,0	19,3
	Industriale	579,2	1192,2	17,8	2,4
FORO	Civile	352,1	720,6	88,5	14,3
	Industriale	497,9	1040,7	28,0	2,2
LIRI - GARIGLIANO*	Civile	664,5	1420,3	203,9	36,7
	Industriale	632,8	1834,9	39,1	7,6

Tabella XI - Stima dei carichi inquinanti effettivi di origine civile e industriale - Piano Tutela Acque Reg. Abruzzo

Bacino	Tipologia carichi	Carichi potenziali prodotti (t/anno)			
		BOD <sub>5</sub>	COD	N - Azoto	P - Fosforo
ALENTO	Civile	445,2	890,3	89,0	13,7
	Industriale	643,6	1287,1	23,0	2,0
ARIELLI	Civile	111,9	223,8	22,4	3,4
	Industriale	257,5	514,9	6,0	0,8
ATERNO – PESCARA	Civile	5585,5	11171,0	1117,1	172,2
	Industriale	12612,0	25224,0	290,1	41,7
FELTRINO	Civile	741,0	1481,9	148,2	22,8
	Industriale	914,2	1828,4	24,0	2,8
FORO	Civile	537,5	1074,9	107,5	16,6
	Industriale	841,1	1682,1	36,0	2,6
LIRI – GARIGLIANO*	Civile	1483,0	2966,0	296,6	45,7
	Industriale	3106,8	6213,5	64,7	9,6

Tabella XII - Stima dei carichi inquinanti potenziali di origine civile e industriale - Piano Tutela Acque Reg. Abruzzo

Bacino	Carichi potenziali		Carichi effettivi	
	BOD <sub>5</sub> (t/anno)	COD (t/anno)	BOD <sub>5</sub> (t/anno)	COD (t/anno)
ALENTO	402,56	866,12	4,03	21,65
ARIELLI	161,66	347,92	1,62	8,70
ATERNO – PESCARA	9603,82	20661,93	96,04	516,55
FELTRINO	88,63	190,69	0,89	4,77
FORO	898,18	1933,30	8,98	48,33
LIRI - GARIGLIANO*	2008,09	4319,03	20,08	107,98

Tabella XIII - Stima dei carichi organici potenziali ed effettivi di origine zootecnica - Piano Tutela Acque - Reg. Abruzzo

Bacino	Tipologia carichi	N – Azoto (t/anno)	P – Fosforo (t/anno)
ALENTO	Agricoltura	508,09	149,79
	Zootecnia	93,69	20,25
ARIELLI	Agricoltura	303,63	90,88
	Zootecnia	35,70	11,84
ATERNO – PESCARA	Agricoltura	5434,91	1534,83
	Zootecnia	2184,19	412,90
FELTRINO	Agricoltura	320,12	91,64
	Zootecnia	21,75	3,91
FORO	Agricoltura	1110,99	333,19
	Zootecnia	170,11	42,07
LIRI - GARIGLIANO*	Agricoltura	1586,43	541,69
	Zootecnia	459,21	74,09

Tabella XIV - Stima dei carichi potenziali dei nutrienti di origine agricola e zootecnica - Piano Tutela Acque - Reg. Abruzzo

Bacino	Tipologia carichi	N – Azoto (t/anno)	P – Fosforo (t/anno)
ALENTO	Agricoltura	105,24	4,64
	Zootecnia	16,85	0,63
ARIELLI	Agricoltura	48,24	2,16
	Zootecnia	4,91	0,29
ATERNO – PESCARA	Agricoltura	1096,71	46,58
	Zootecnia	375,87	12,50
FELTRINO	Agricoltura	58,12	2,50
	Zootecnia	3,72	0,12
FORO	Agricoltura	242,59	10,90
	Zootecnia	33,25	1,42
LIRI - GARIGLIANO*	Agricoltura	225,75	11,43
	Zootecnia	71,54	2,03

Tabella XV - Stima dei carichi effettivi dei nutrienti di origine agricola e zootecnica - Piano Tutela Acque - Reg. Abruzzo

Dal medesimo piano di tutela non risultano porzioni o tratti delle acque confluenti nell'Aterno classificate come acque dolci superficiali sottoposte a protezione e/o miglioramento per essere idonee alla vita dei

pesci e dei molluschi (ad eccezione di un breve tratto dell'affluente Vetoio, non interessato dal progetto della nuova infrastruttura), così come non risultano altre particolari zone del fiume classificabili come zone di protezione o sottoposte a specifiche tutele o vincoli.

Inoltre, al fine di caratterizzare le condizioni di qualità del corso d'acqua in esame, il PTA considera i risultati del monitoraggio effettuato in n.15 stazioni di prelievo ubicate lungo il corso del fiume, di cui si riportano di seguito soltanto le 7 relative all'Alto corso:

Stazioni di monitoraggio dell' Aterno-Pescara				
Sezione	Codice stazione	Comune	Denominazione	Distanza dalla sorgente (Km)
Alto Corso	R1307AT3	Montereale	Marana centro abitato	11
	R1307AT3bis	Cagnano	Località Tre Ponti, Marana	19
	R1307AT8bis	L'Aquila	A valle Depuratore di Pile	34
	R1307AT8	L'Aquila	Incrocio SS 17 con SS 17 bis (ponte ferrovia) L'Aquila	39
	R1307AT9	Villa Sant'Angelo	A monte di Villa Sant'Angelo, 10 m a monte del ponte sul Fiume Aterno	50
	R1307AT12	Fontecchio	A valle di Fontecchio, località Camponi	62
	R1307AT15	Molina Aterno	Circa 500 m a valle della stazione di Molina	80

Tabella XVI - ubicazione punti di monitoraggio qualitativo lungo il fiume Aterno, Alto corso\_ Piano Tutela Acque Reg. Abruzzo

I monitoraggi sono stati svolti in due fasi, secondo le direttive ai sensi dell'Allegato 1 D.lgs 152/99, fase conoscitiva (biennio 2000-2002) e nella fase a regime (I, II e III anno, rispettivamente 2003-2004, 2004-2005 e 2006), e i risultati sono stati suddivisi in Stato Ecologico (SECA) e Stato Ambientale (SACA) e i risultati così riportati:

Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua - SECA <sup>1</sup>						
Sezione	Comune	Codice stazione	Prima classificazione	Monitoraggio a regime		
			Fase conoscitiva: 2000-2002	I anno: 2003-2004	II anno: 2004-2005	III anno: 2006
Alto Corso	Montereale	R1307AT3	Classe 2	Classe 4	Classe 3	-
	Cagnano	R1307AT3bis	-	-	-	2
	L'Aquila	R1307AT8bis	-	-	-	3
	L'Aquila	R1307AT8	Classe 3	Classe 5	Classe 4	4
	Villa Sant'Angelo	R1307AT9	-	-	Classe 4	3
	Fontecchio	R1307AT12	Classe 3	Classe 4	Classe 3	3
	Molina Aterno	R1307AT15	-	-	Classe 3	3

Tabella XVII - stato ecologico del fiume Aterno, Alto Corso\_ Piano Tutela Acque Reg. Abruzzo



norme europee in materia di acque rappresentate dalla direttiva quadro 2000/60/CE (WFD) e dalla direttiva 2006/118/CE (GWD) si è concretizzato con l'emanazione del D.lgs. 30/2009 che ha recepito la direttiva 2006/118/CE specificatamente dedicata alle acque sotterranee, e del D.lgs. 260/2010 che ha colmato alcune lacune tecniche del D.lgs. 152/2006 per la completa attuazione delle direttive comunitarie sopra citate.

Il D.Lgs 30 del 19 aprile 2009 definisce le misure specifiche per prevenire e controllare l'inquinamento ed il depauperamento delle acque sotterranee.

Gli obiettivi principali della norma sono:

- identificare e caratterizzare i corpi idrici sotterranei;
- valutare il "buono" Stato Chimico;
- individuare ed invertire le tendenze significative e durature all'aumento dell'inquinamento;
- classificare lo Stato Qualitativo.

La norma stabilisce che corpi idrici sotterranei hanno uno stato chimico classificato "buono" quando:

1. non superano gli standard e valori soglia di qualità applicabili ai sensi delle disposizioni nazionali e comuni tarie, ed elencati nelle tabelle 2 e 3 dell'Allegato 3;
2. non presentano effetti di intrusione salina;
3. non impediscono il conseguimento degli obiettivi ambientali previsti per le acque superficiali, né arrecano danni significativi agli ecosistemi terrestri direttamente dipendenti dal corpo idrico sotterraneo.

Nel documento A1.10 allegato al Piano di Tutela delle Acque "Individuazione dei corpi idrici sotterranei analisi delle pressioni e del livello di rischio ai sensi del D.Lgs 30/2009", la Regione Abruzzo ha provveduto a individuare i corpi idrici sotterranei significativi e ad attribuire il livello di rischio.

Con tale documento sono stati individuati i corpi idrici sotterranei "non a rischio", "probabilmente a rischio" e "a rischio" di non raggiungere, entro il 2015, l'obiettivo di qualità "buono" richiesto dalla Direttiva Acque. In particolare i corpi idrici non a rischio sono quei corpi idrici sotterranei sui quali non insistono attività antropiche o per i quali è provato, da specifico controllo dei parametri di qualità correlati alle attività antropiche presenti, che queste non incidono sullo stato di qualità del corpo idrico.

Si riportano di seguito la rete di monitoraggio acque sotterranee (Figura 18) relativa all'area oggetto di intervento e lo stato di qualità chimica dei corpi idrici sotterranei (Figura 19) (D.Lgs. 30/09 e D.M. 6 luglio 2016).

Si evince come lo stato di qualità delle acque sotterranee nella zona di interesse (Alta valle dell'Aterno) sia classificato **buono**.

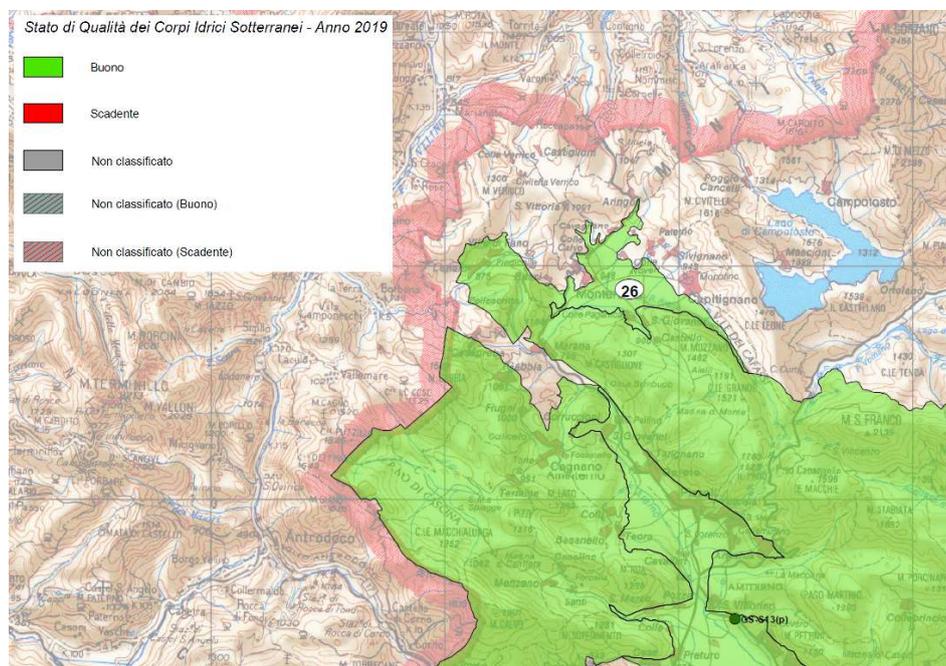


Figura 18 - Rete di monitoraggio acque sotterranee Regione Abruzzo

STATO CHIMICO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI - ANNO 2019

	CORPO IDRICO	N° SITI MONITORAGGIO CHIMICO	N° SITI MONITORAGGIO CHIMICO CON SUPERAMENTO VALORI SOGLIA/STANDARD	PERCENTUALE DELL'AREA/VOLUME DEL CORPO IDRICO CON SUPERAMENTI	CLASSE DI QUALITA' CHIMICA
1	Montagna dei Fiori	0	0	0	N.C. <sub>s</sub> (1)
2	Monte Cornacchia - Monti della Meta	11	1	<20*	BUONO (1)
3	Monte della Maiella	6	0	0	BUONO
4	Monte Genzana - Monte Greco	4	0	0	BUONO (1)
5	Monte Marsicano	8	1	<20*	BUONO
6	Monte Morrone	3	2	N.D.*	N.C. <sub>s</sub> [SCADENTE]
7	Monte Porrara	2	0	0	N.C. <sub>s</sub> [BUONO]
8	Monte Rotella	1	0	0	N.C. <sub>s</sub> [BUONO]
9	Monte Secine - Monti Pizzi - Monte Vecchio - Monte Castellano	4	0	0	BUONO
10	Monte Velino - Monte Giano - Monte Nuria	3	0	0	BUONO (1)
11	Monti Simbruini - Monti Ernici - Monte Cairo	8	0	0	BUONO (1)
12	Monti del Gran Sasso - Monte Sirente	25	2	<20*	BUONO
13	Piana del Foro	15	5	33	SCADENTE (2)
14	Piana del Pescara	18	7	39	SCADENTE (2)
15	Piana del Saline	21	10	48	SCADENTE
16	Piana del Salinello	10	3	30	SCADENTE (2)
17	Piana del Sangro	25	7	28	SCADENTE
18	Piana del Sinello	12	3	25	SCADENTE (2)
19	Piana del Tordino	28	13	46	SCADENTE
20	Piana del Trigno	15	8	53	SCADENTE (1)
21	Piana del Tronto	17	8	47	SCADENTE (1) (2)
22	Piana del Vibrata	26	15	58	SCADENTE
23	Piana del Vomano	28	10	36	SCADENTE
24	Piana del Tirino	7	6	86	SCADENTE
25	Piana del Fucino e dell'Imele	15	4	27	SCADENTE
26	Piana dell'Alta Valle dell'Aterno	8	1	12.5	BUONO
27	Piana di Castel di Sangro	6	0	0	BUONO
28	Piana di Dricola	11	2	18	BUONO
29	Piana di Sulmona	14	5	36	SCADENTE

Figura 19 - Stato chimico dei corpi sotterranei - anno 2019

#### 4. ANALISI DEL RISCHIO IDRAULICO

Lo studio è stato svolto con particolare attenzione agli strumenti normativi vigenti tra cui *"Il Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico dei Bacini Idrografici di Rilievo Regionale Abruzzesi e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro"* della Regione Abruzzo adottato con D.G.R. n.655 del 29/06/2017 e il *"Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto idrogeologico del fiume Tronto"* dell'AdB interregionale del Tronto (adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 3 del 07/06/2007). Il Piano abruzzese si divide, a sua volta, di un Piano Stralcio di Difesa dalle Alluvioni (PSDA, Direttiva 2007/60/CE) e in un piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico "Fenomeni gravitativi e processi erosivi" che nel proseguo della presente relazione, per facilità, verrà più volte definito "PAI"; il Piano di Bacino del fiume Tronto, invece, individua all'interno dell'omonimo ambito territoriale le aree di pericolosità idraulica (intesa fascia di territorio esondabile del fiume), e di pericolosità per frane e valanghe (Aree di versante in condizione di dissesto).

In generale si è provveduto a sovrapporre il tracciato sulla cartografia tematica sviluppata dai Piani di Bacino e contenente le informazioni pocanzi descritte. Detta sovrapposizione è stata possibile grazie all'utilizzo del software Autocad MAP 3D.

##### 4.1. PIANO STRALCIO DI DIFESA DALLE ALLUVIONI (P.S.D.A. ABRUZZO)

Nell'ambito dei propri compiti istituzionali connessi alla difesa del territorio l'Autorità dei Bacini di Rilievo Regionale dell'Abruzzo e del Bacino Interregionale del Fiume Sangro ha disposto, ai sensi dell'art. 17, comma 6-ter della Legge 18.05.1989 n. 183, la redazione del Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni, quale stralcio del Piano di Bacino, inteso come strumento di individuazione delle aree a rischio alluvionale e quindi, da sottoporre a misure di salvaguardia ma anche di delimitazione delle aree di pertinenza fluviale: il Piano è, quindi, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vincoli, direttive) il conseguimento di un assetto fisico dell'ambito fluviale compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (ai fini insediativi, agricoli, industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali ed ambientali.

In particolare il PSDA individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica attraverso la determinazione dei livelli corrispondenti a condizioni di massima piena valutati con i metodi scientifici dell'idraulica.

In tali aree di pericolosità idraulica il Piano ha la finalità di evitare l'incremento dei livelli di pericolo e rischio idraulico, impedire interventi pregiudizievoli per il futuro assetto idraulico del territorio, salvaguardare e disciplinare le attività antropiche, assicurare il necessario coordinamento con il quadro normativo e con gli strumenti di pianificazione e programmazione in vigore.

Allo scopo di individuare esclusivamente ambiti e ordini di priorità tra gli interventi di mitigazione del rischio, all'interno delle aree di pericolosità, il PSDA perimetra le aree a rischio idraulico secondo le classi definite dal D.P.C.M. del 29.09.1998.

La definizione del rischio idraulico adottata, esplicitata dalla grandezza che rappresenta la contemporanea presenza, all'interno della medesima area, di una situazione di pericolosità e di un danno potenziale,

ben sintetizza il concetto di sovrapposizione tra ambiente naturale e attività antropiche, rendendo così immediata la sua rappresentazione grafica.

L'obiettivo prioritario della pianificazione regionale è quindi quello di costruire insieme al PSDA un Sistema di Supporto alle Decisioni (DSS) che risulti costantemente operativo. Nello specifico il DSS agevolerà l'avviamento e lo sviluppo di processi di governo delle aree fluviali, in modo che la Pubblica Amministrazione possa fornire risposte correlate alle variazioni dei "comportamenti" fluviali su scale spaziali e temporali variabili, anche in relazione agli effetti determinati dalle attività antropiche.

Il PSDA individua e perimetra le aree di pericolosità idraulica mediante la valutazione dei livelli raggiungibili in condizioni di massima piena valutati con i principi teorici dell'Idraulica. La perimetrazione adottata riguarda le aree limitrofe ai principali corsi d'acqua individuati tenendo conto sia delle portate liquide che li attraversano sia delle criticità che li hanno interessati nel corso degli ultimi decenni. La perimetrazione sottopone a revisione le perimetrazioni stabilite alla scala 1:25.000 dai Piani straordinari della Regione Abruzzo per la rimozione delle situazioni di rischio idrogeologico elevato nell'ambito del bacino idrografico interregionale del fiume Sangro e dei bacini idrografici regionali di cui rispettivamente alle delibere del Consiglio regionale d'Abruzzo 30.11.1999, nn. 140/15 e 140/16, indagando quindi tutti i tratti fluviali interessati da portate significative e da passaggi significativi di onde di piena.

#### 4.1.1. Aree di pericolosità idraulica definite nel P.S.D.A. Abruzzo

Il PSDA studia le aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4), elevata (P3), media (P2) e moderata (P1), come individuate nella Legenda riportata in Tabella XIX.

Classi di pericolosità idraulica [Q50 - Q100 - Q200] (\*)

	Pericolosità molto elevata $h_{50} > 1\text{m}$ $v_{50} > 1\text{m/s}$	 Reticolo idrografico
	Pericolosità elevata $1\text{m} > h_{50} > 0.5\text{m}$ $h_{100} > 1\text{m}$ $v_{100} > 1\text{m/s}$	
	Pericolosità media $h_{100} > 0\text{m}$	
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0\text{m}$	

Tabella XIX - Legenda della carta della pericolosità idraulica del PSDA

Tali aree di pericolo idraulico sono localizzate in determinate zone del territorio regionale, perlopiù adiacenti o limitrofe ai principali corsi d'acqua presenti in Abruzzo. Nella Tabella XX, estrapolata dall'*Allegato A* del PSDA "Elenco dei Comuni dei bacini regionali abruzzesi e del bacino interregionale del Sangro in cui sono individuate aree di pericolosità idraulica", si evince che il territorio di Montereale non è annoverato tra i comuni con aree di pericolosità idraulica.

<i>Nome comune</i>	<i>Pericolosità</i>	<i>Provincia</i>
Barete	P4, P3, P2, P1	AQ
Barisciano	P3, P2, P1	AQ
Castel di Sangro	P4, P3, P2, P1	AQ
Corfinio	P4, P3, P2, P1	AQ
Fagnano Alto	P4, P3, P2, P1	AQ
Fossa	P3, P2, P1	AQ
L'Aquila	P4, P3, P2, P1	AQ
Pizzoli	P4, P3, P2, P1	AQ
Poggio Picenze	P2, P1	AQ
Pratola Peligna	P4, P3, P2	AQ
Raiano	P2, P1	AQ
Roccacasale	P4, P3, P2, P1	AQ
S. Demetrio ne' Vestini	P4, P3, P2, P1	AQ
Sant'Eusanio Forconese	P3, P2, P1	AQ
Scontrone	P4, P2, P1	AQ
Scoppito	P1	AQ
Villa Sant'Angelo	P4, P3, P2, P1	AQ
Vittorito	P2, P1	AQ

*Tabella XX - estrapolazione dell'Allegato A delle Norme Attuative del PSDA: Elenco dei comuni ricadenti in Provincia di L'Aquila in cui sono individuate aree di pericolosità idraulica.*

#### *4.1.2. Aree di Rischio idraulico definite nel P.S.D.A. Abruzzo*

All'interno delle aree di pericolosità viste pocanzi, il PSDA perimetra le aree a Rischio idraulico al solo scopo di individuare ambiti ed ordini di priorità tra gli interventi di riduzione dei rischi nonché allo scopo di segnalare aree di interesse per i piani di protezione civile. Le aree a rischio sono classificabili in aree a rischio idraulico molto elevato (R4), elevato (R3), medio (R2) e moderato (R1) e sono localizzate nei territori definiti in Tabella XXII, da cui si evince che il comune di Montereale non risulta tra comuni in provincia di L'Aquila in cui risultano individuate zone di Rischio idraulico; perciò si può escludere che il tracciato di progetto interferisca con aree a rischio.

La definizione del danno potenziale, su cui si basa la classificazione del rischio esposta nella legenda alla Tabella XXI, è stata basata sulla lettura dell'uso del suolo e quindi della vulnerabilità di tutti gli elementi (assunta cautelativamente pari a 1, perdita totale). La classificazione del danno è stata desunta dunque in funzione del grado di urbanizzazione, correlato alla zonizzazione degli strumenti urbanistici comunali e di concentrazione dei beni esposti ad elevato valore sociale ed economico.

Valutazione dei livelli di rischio idraulico		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA [Q50 - Q100 - Q200]*				
		MOLTO ELEVATA	ELEVATA	MEDIA	MODERATA	
		h50 > 1 m v50 > 1 m/s	1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	h100 > 0m	h200 > 0m	
DANNO POTENZIALE	MOLTO ALTO	ZONE A, B, C, C1	R4	R4	R2	R2
	ALTO	ZONE D1, D2	R3	R3	R2	R1
	MODERATO	ZONE E, FA, FB, FD, FC, FC1, FC2	R2	R2	R1	R1
	BASSO	ZONE GOLENALI, DISABITATE ED IMPRODUTTIVE	R1	R1	R1	R1

Tabella XXI - Legenda della carta del rischio idraulico del PSDA

Nome comune	Pericolosità	Provincia
Barete	R2, R1	AQ
Barisciano	R4, R2, R1	AQ
Castel di Sangro	R3, R2, R1	AQ
Corfinio	R2, R1	AQ
Fagnano Alto	R4, R3, R2, R1	AQ
Fossa	R4, R3, R2, R1	AQ
L'Aquila	R4, R3, R2, R1	AQ
Pizzoli	R3, R2, R1	AQ
Poggio Picenze	R1	AQ
Pratola Peligna	R4, R3, R2, R1	AQ
Raiano	R1	AQ
Roccacasale	R3, R2, R1	AQ
S. Demetrio ne' Vestini	R4, R3, R2, R1	AQ
Sant'Eusanio Forconese	R4, R3, R2, R1	AQ
Scontrone	R2, R1	AQ
Scoppito	R1	AQ
Villa Sant'Angelo	R4, R2, R1	AQ
Vittorito	R2, R1	AQ

Tabella XXII - estrapolazione dell'Allegato B delle Norme Attuative del PSDA: Elenco dei comuni ricadenti in Provincia di L'Aquila in cui sono individuate aree di rischio idraulico.

4.1.3. Considerazioni finali sulle Aree di Pericolosità e di Rischio

Riassumendo quanto detto nei precedenti paragrafi, si può ritenere che nessun tratto del tracciato stradale in studio interferisce con zone di pericolo o di rischio idraulico da alluvioni.

Questa tesi trova ulteriore riscontro dall'analisi degli elaborati cartografici delle aree di rischio (risorse open datas dell'Autorità di Bacino Regione Abruzzo). Visionando l'elaborato 9.4.07.at.09 "Individuazione del rischio idraulico-carta analitica del rischio idraulico-Bacino Aterno Pescara-Fiume Aterno" risulta evidente che le prime aree di rischio che interessino il bacino dell'Aterno si trovano tra il comune di Barete (AQ) e il comune di Pizzoli (AQ), ben lontano dal territorio interessato dal progetto di cui il presente studio di fattibilità. Ad avvalorare quanto affermato si riporta inoltre la Figura 21, che mostra il quadro di unione degli elaborati cartografici del piano, nonché gli elaborati progettuali Carta del Rischio - PSDA (B28-T00SG001DRCT01B) e Carta delle pericolosità - PSDA (B27-T00SG001DRCT00B).

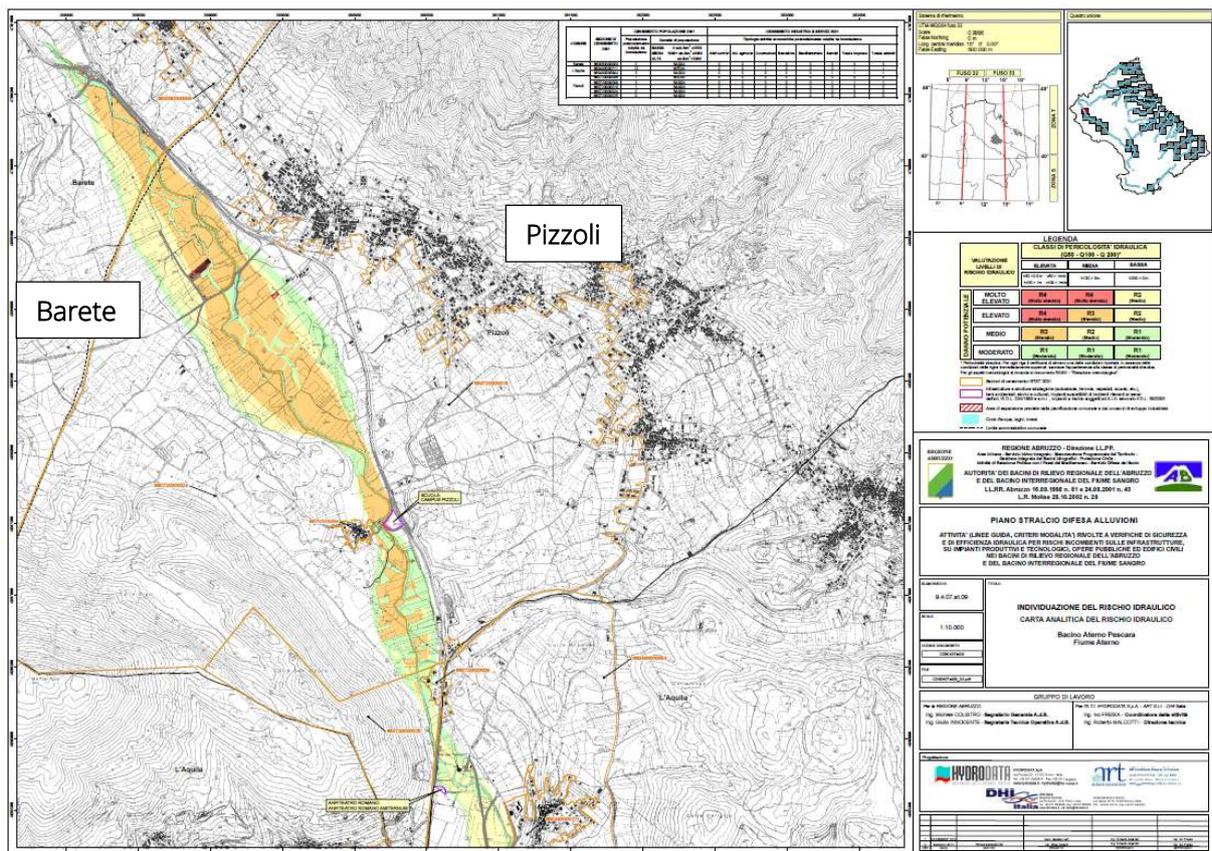
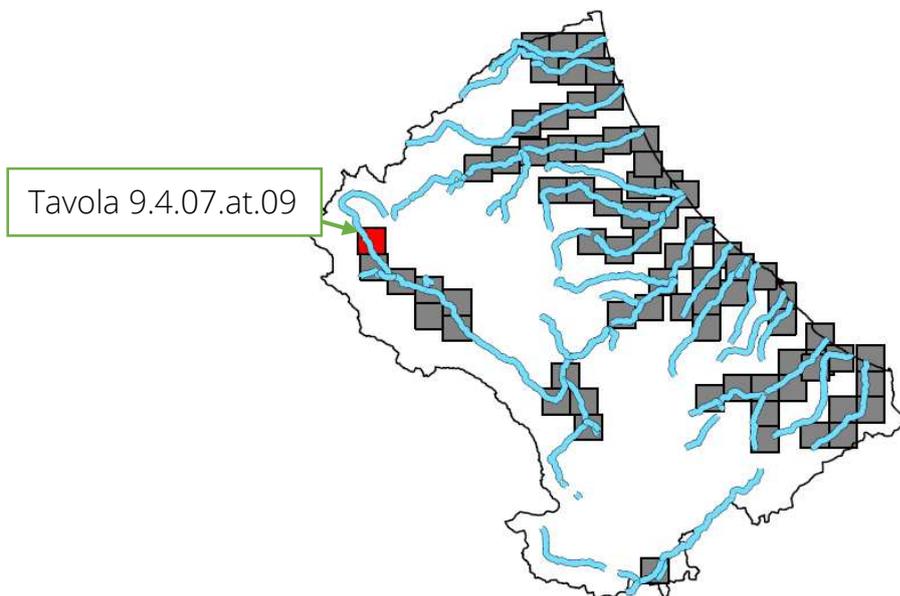


Figura 20 - elaborato 9.4.07.at.09 "Individuazione del rischio idraulico-carta analitica del rischio idraulico-Bacino Aterno Pescara-Fiume Aterno"



*Figura 21 - Quadro d'unione elaborati cartografici del Rischio, Piano Stralcio Difesa Alluvioni dell'autorità di bacino della Regione Abruzzo*

In conclusione, le opere previste sostanzialmente non modificano lo stato dei luoghi, non influenzano equilibri esistenti e non aumentano l'attuale livello del rischio idraulico per cui, fatti salvi suggerimenti integrativi eventualmente proposti dall'Autorità di Bacino, si ritiene che le stesse possano essere considerate compatibili con le norme di cui al PSDA e quindi con la configurazione attuale dei luoghi e con le caratteristiche di drenaggio esistenti nell'area.

## 5. LE INTERFERENZE IDRAULICHE

L'elaborato "Carta del reticolo idrografico" B25-T00SG00IDR000B mostra l'esistenza di molteplici alvei che interferiscono col tracciato di progetto di 1° stralcio, talvolta attraversandolo e talvolta in affiancamento.

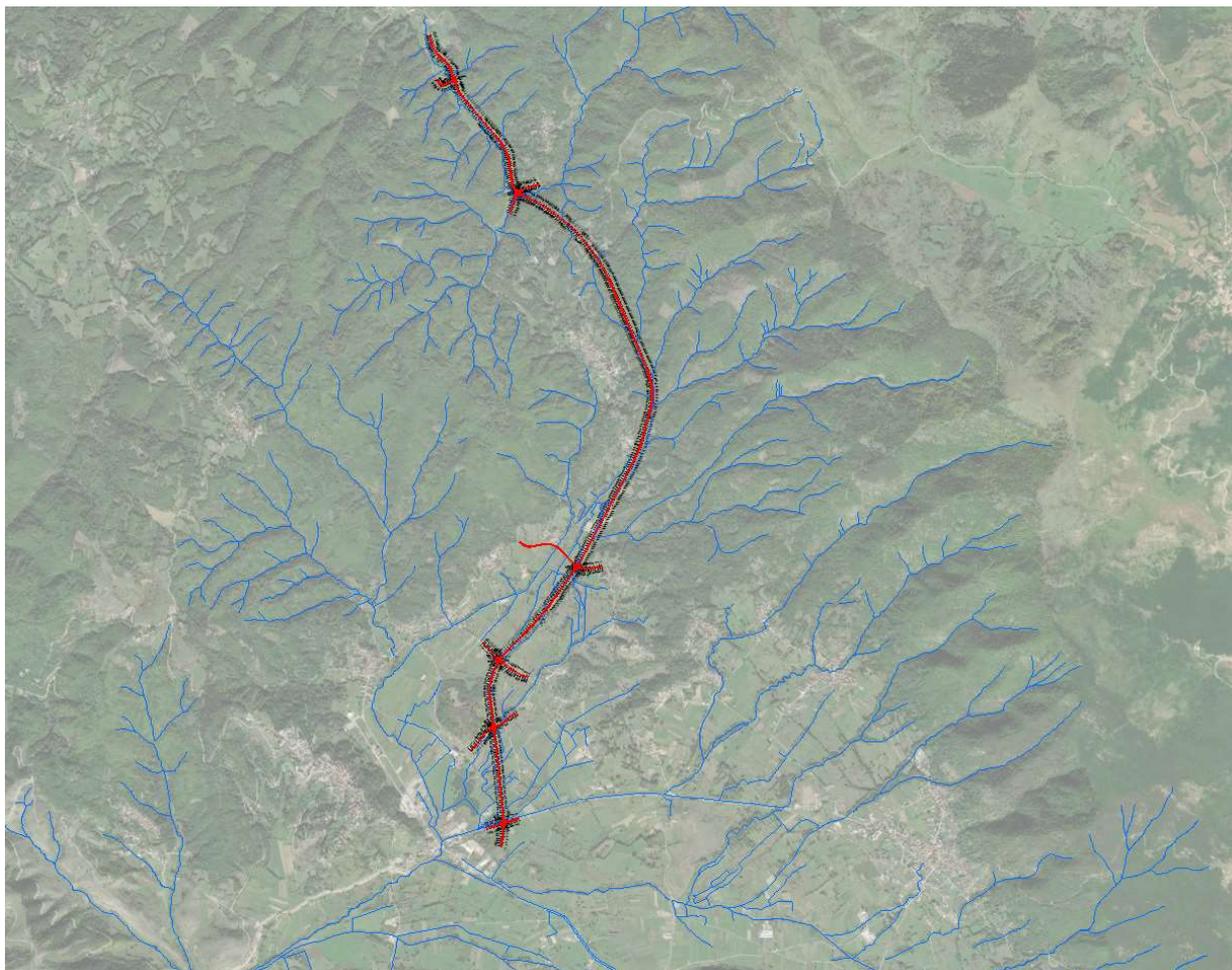


Figura 22 - Tracciato di progetto (in rosso), sezioni e chilometriche (in nero) reticolo idrografico (in blu) su base ortofoto

Il corso d'acqua di maggiore rilevanza con cui interferisce il tracciato è il **torrente Mondragone** (affluente del fiume Aterno), le restanti interferenze si verificano con i suoi **affluenti minori e con semplici impluvi**, esistenti per via dell'assetto del terreno, che per caratteristiche geomorfologiche e di permeabilità, non sono mai stati caratterizzati da deflusso idrico rilevante ai fini della sicurezza delle opere circostanti.

Le opere idrauliche progettate (attraversamenti costituiti da tombini e/o ponti) per risolvere le interferenze idrauliche rilevate sono ubicate in corrispondenza delle sezioni individuate dalle chilometriche di seguito indicate ed elencate a partire dal confine regionale e procedendo verso sud.

N. Manufatti	Tratta/Rotatoria di progetto	Sezione	Pk	BACINO
<i>n</i>	<i>ID</i>	<i>ID-n</i>	<i>Sez-km</i>	<i>Denominazione</i>
1	AP1	AP1-3	AP1-3-40,62	Rio di Lago
2	AP1	AP1-4 - AP1-5	AP1-4-60,00 - AP1-5-80,00	Torrente Mondragone Affluente 06
3	AP1	AP1-6	AP1-6-100,00	Torrente Mondragone Affluente 05
4	AP1	AP1-8	AP1-8-140,00	Torrente Mondragone 03
5	AP1	AP1-14	AP1-14-260,00	Torrente Mondragone 03
6	AP1	AP1-16 - AP1-17	AP1-16-300,00 - AP1-17-320,00	Torrente Mondragone 03
7	AP1	AP1-24 - AP1-25	AP1-16-440,00 - AP1-17-460,00	Torrente Mondragone 03
8	AP1	AP1-27	AP1-27-500,00	Torrente Mondragone 03
9	AP1	AP1-34	AP1-34-620,00	
10	AP1	AP1-38 - AP1-39	AP1-38-700,00 - AP1-39-718,00	Torrente Mondragone Affluente 04
11	RAMO 1 - R1	R1-RA1-11	R1-RA1-11-175,78	Torrente Mondragone 03
12	RAMO 1 - R2	R2-RA1-13	R2-RA1-13-226,89	Torrente Mondragone Affluente 03
13	AP3	AP3-9	AP3-9-1461,48	Torrente Mondragone Affluente 03
14	AP3	AP3-33	AP3-33-1941,48	Torrente Mondragone Affluente 03
15	RAMO 1 - R3	R3-RA1-12	R3-RA1-12-163,46	Torrente Mondragone 02
16	AP4	AP4-12	AP4-12-2471,84	Torrente Mondragone Affluente 02
17	AP4	AP4-86	AP4-86-3931,84	Fosso delle conche 26.4
18	AP4	AP4-96	AP4-96-4131,84	Fosso delle conche 26.4
19	AP4	AP4-173 - AP4-174	AP4-173-5651,84 - AP4-174-5671,84	Fosso di Rasciano 01
20	RAMO 2 - R4	R4-RA2-7 - R4-RA2-8	R4-RA2-7-120,00 - R4-RA2-8-140,00	Fosso delle cese
21	AP5	AP5-26	AP5-26-6158,65	Fosso di Rasciano Affluente 01
22	AP5	AP5-44 - AP5-45	AP5-44-6489,04 - AP5-45-6506,85	Fosso di Rasciano Affluente 02
23	AP5	AP5-54	AP5-54-6665,34	Fosso di Rasciano Affluente 03
24	RAMO 1 - R5	R5-RA1-9	R5-RA1-9-127,10	Fosso delle cese
25	AP6	AP6-6 - AP6-7	AP6-6-6846,36 - AP6-7-6863,51	Fosso di Rasciano Affluente 04

*Tabella XXIII - Opere idrauliche in corrispondenza delle interferenze con le opere in progetto*

Per analizzare tali interferenze e valutare la necessità di realizzare opere d'arte opportunamente dimensionate è stato effettuato lo studio idrologico idraulico presentato nei capitoli successivi.

### 5.1. STUDIO IDROLOGICO

L'analisi idrologica ha come obiettivo la valutazione delle curve di possibilità pluviometrica e delle relative portate di piena che, per prefissati tempi di ritorno, interessano un bacino idrografico e, di conseguenza, le sue infrastrutture.

### 5.1.1. Caratterizzazione dei bacini idrografici

Il primo passo, per la redazione dello studio idrologico, consiste nell'individuazione dei bacini idrografici in cui ricade l'area di interesse.

Il bacino imbrifero è la superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, confluiscono nella sezione d'interesse chiamata sezione di chiusura. La linea che delimita un bacino imbrifero è una linea sempre ortogonale alle curve di livello e passante per i punti singolari di displuvio. L'identificazione del bacino idrografico in esame è stata eseguita dopo aver individuato la rete idrografica, costituita dalle linee d'impluvio secondo le quali defluiscono naturalmente le acque nel territorio in esame.

Nel caso in esame, considerando ciascuna intersezione del tracciato di progetto con il reticolo, come sezioni di chiusura, con riferimento a queste sono stati ricostruiti tutti i bacini idrografici. Per tracciare lo spartiacque di ciascun bacino sono state considerate le curve di livello ed i punti quotati della cartografia regionale (CTR).

La determinazione dei bacini, consente di passare all'individuazione dei principali parametri morfologici geologici e climatici, utili alla caratterizzazione delle variabili idrologiche utilizzate nei modelli di calcolo per la stima dei deflussi attesi.

Nella tabella seguente si riportano le caratteristiche dei bacini esaminati.

ID	BACINO	A	L	h <sub>min</sub>	h <sub>max</sub>	h <sub>med</sub>	i <sub>med</sub>
		[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[%]
1	Fosso di Rasciano 01	2.70	3.42	978.86	1435.00	1148.00	35.00
2	Fosso delle Cese	2.28	2.09	979.90	1155.00	1061.00	27.52
3	Fosso di Rasciano Af-fluente 01	0.10	0.67	960.00	1095.00	1035.00	27.94
4	Fosso di Rasciano Af-fluente 02	0.11	0.74	955.00	1095.00	1024.00	32.19
5	Fosso di Rasciano Af-fluente 03	0.03	0.41	954.34	1039.90	989.00	25.41
6	Fosso di Rasciano Af-fluente 04	0.15	0.74	944.90	1095.00	1017.00	30.68
7	Fosso di Rasciano 02	5.93	4.72	948.00	1435.00	1098.00	30.25
8	Fosso delle Conche	2.57	3.52	925	1428.88	1121.56	36.18
9	Fosso delle Conche Af-fluente 01	0.14	0.4	910	982.31	957.7	22.03
10	Fosso Colucce	0.71	2.21	915	1351.78	1100.9	41.49
11	Fosso delle Conche Af-fluente 02	0.06	0.35	903.17	989.45	953.34	24.64
12	Torrente Mandragone 01	1.72	2.75	902.88	1364.75	1121.19	45.41
13	Torrente Mandragone Af-fluente 01	0.3	1.2	888.39	1067.44	955.24	24.49

14	Fosso Rapinale	2.75	3.83	858.85	1420.75	1067.83	36.35
15	Torrente Mandragone Affluente 02	0.17	1.31	851.45	990	911.95	25.13
16	Torrente Mandragone 02	8.66	4.93	850.62	1427.17	1081.96	37.18
17	Torrente Mandragone Affluente 03	0.35	1.91	828.33	959.89	857.91	9.31
18	Torrente Mandragone Affluente 04	0.54	2.62	823.25	959.88	848.82	8.279
19	Torrente Mandragone 03	11.69	6.82	820	1428.88	1035.6	32.88
20	Torrente Mandragone Affluente 05	0.57	2.01	819.17	905	840	12.92
21	Torrente Mandragone Affluente 06	0.29	1.48	818.8	870	828.5	4.27
22	Rio di Lago	5.12	6.49	790.17	1484.75	1010.75	32.26
23	Bacino 23	1.4	2.6	834.76	1120.00	969.20	34.12
24	Bacino 24	0.29	1.75	829.26	1120	925.74	35
25	Bacino 25	5.22	4	822.67	1158.67	1006	35.44

*Tabella XXIV - Caratteristiche dei bacini analizzati*

Con

$A$  = superficie del bacino ( $\text{km}^2$ );

$H_{\max}$  = quota massima bacino (m slm)

$H_{\min}$  = quota minima bacino (m slm)

$H_{\text{med}}$  = quota media bacino (m slm)

$i_{\text{media}}$  = pendenza media del bacino (%)

$L$  = lunghezza dell'asta idrografica principale allungata fino allo spartiacque

#### *5.1.2. Il Piano Stralcio di Difesa Alluvioni – P.S.D.A.*

Il quadro conoscitivo di riferimento per la caratterizzazione idrologica del bacino del Fiume Aterno – Pescara (Bacino in cui ricade l'area di studio), nel territorio di competenza dell'Autorità dei Bacini Regionali e Interregionali del Fiume Sangro, è attualmente riportato nel PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI – P.S.D.A., approvato con delibera n.6 del 31/07/2007 del Comitato Istituzionale.

Nel presente studio sono stati rivalutati i valori di portata al colmo, in corrispondenza delle diverse sezioni di chiusura dei sottobacini di interesse, ricorrendo a differenti metodologie. I risultati ottenuti sono stati posti a confronto ed a vantaggio di sicurezza è stata utilizzata la metodologia i cui risultati risultano peggiorativi.

Nel dettaglio la metodologia adottata per la determinazione delle portate al colmo è una metodologia proposta dal PSDA che di seguito si descrive.

Si precisa che le analisi, aventi come scopo principale il dimensionamento delle opere idrauliche di attraversamento, sono state effettuate con riferimento ad un tempo di ritorno è 200 anni, in accordo a quanto prescritto dalle Norme Tecniche delle Costruzioni NTC2018.

### 5.1.3. Il metodo della grandezza indice secondo le linee guida del progetto VAPI

L'obiettivo del Progetto VAPI è quello di consentire la stima del valore di una prefissata grandezza idrologica (precipitazione massima annua  $hd_T$  di durata  $d=1 - 24$  ore o portata massima annua al colmo QT) per un assegnato tempo di ritorno T, in punti del territorio o in sezioni idrografiche, ove si possono verificare due diverse situazioni:

- nei siti di interesse è disponibile una serie storica sperimentale sufficientemente lunga da permettere la valutazione di alcuni parametri statistici, ma insufficiente a permettere una stima affidabile della grandezza idrologica corrispondente a tempi di ritorno elevati quali quelli considerati in questo studio;
- nei siti di interesse non è disponibile un'informazione sperimentale sufficiente per qualunque elaborazione statistica affidabile o l'informazione sperimentale è totalmente assente.

Come ampiamente riportato nella letteratura scientifica a partire da Wallis (1982), il modo migliore per conseguire una stima accurata delle grandezze idrologiche di interesse in entrambe le situazioni precedenti è rappresentata dalla "regionalizzazione" dell'informazione idrologica disponibile su un territorio più ampio, così da integrare la limitata o assente informazione temporale con la più ampia informazione spaziale (Chow, Maidment e Mays, 1988; Maidment, 1993).

Tra le possibili tecniche di analisi regionale, il Progetto VAPI promosso dal gruppo GNDCI-CNR suggerisce di fare riferimento al metodo della grandezza indice. L'idea di base di questa metodologia consiste nell'individuare una regione idrologicamente omogenea nei riguardi della variabile idrologica di interesse, cioè una regione costituita da un insieme di siti caratterizzati da una distribuzione di probabilità degli eventi idrologici intensi che si può ritenere unica a meno di un fattore di scala (Cunnane, 1989) ed elaborare unitamente l'insieme dei dati sperimentali rilevati.

Se si indica con X la variabile rappresentativa dei massimi annui della grandezza idrologica considerata, avente probabilità di non superamento  $F(x)$ , ovvero assegnato tempo di ritorno  $T = 1 / [1-F(x)]$ , l'analisi regionale consiste nel definire, in riferimento alla regione omogenea, la funzione di probabilità di non superamento  $F(x)$  della variabile casuale  $X' = X / \mu$ , ottenuta adimensionalizzando la variabile originaria X rispetto ad una grandezza indice  $\mu$ . La funzione  $F(x')$ , la sua inversa  $x'(F)$  e l'equivalente legge  $x'(T)$  vengono generalmente indicate, nel campo idrologico, con il termine di curva di crescita.

Definita pertanto la curva di crescita  $x'(T)$  ed una relazione che permetta il calcolo della grandezza indice  $\mu$ , la stima della variabile di assegnato tempo di ritorno risulta esprimibile mediante il semplice prodotto:

$$x_T = \mu x'(T) \quad (\text{Equ. 4.1})$$

Il concetto di regionalizzazione consente, in definitiva, di estendere la validità dell'equazione (4.1), valutata sull'insieme delle stazioni di misura considerate, a tutti i siti di interesse che appartengono all'area omogenea esaminata.

Posto che la regione considerata sia effettivamente omogenea nel senso prima detto, il metodo dell'analisi regionale della portata indice consente stime agevoli ed affidabili grazie alla maggiore informazione sugli eventi estremi utilizzata (Maidment, 1993). E' stato peraltro dimostrato che l'analisi regionale permette di ottenere stime più robuste e corrette rispetto ai risultati offerti da un'analisi di tipo puntuale, sia in presenza di parziale eterogeneità della regione (Lettenmaier et al., 1987) sia in presenza di correlazione spaziale tra le stazioni, la quale, di fatto, riduce l'effettiva numerosità campionaria disponibile (Hosking e Wallis, 1988). Per queste ragioni l'analisi regionale viene considerata il mezzo più idoneo per ottenere valutazioni attendibili di  $x_T$  in corrispondenza di tempi di ritorno elevati, sia per sezioni non provviste di dati sperimentali sia per siti di misura con ridotta numerosità campionaria. La ricerca scientifica mostra infatti chiaramente che è sconsigliabile estendere l'estrapolazione statistica a livello puntuale oltre 2÷3 volte la dimensione campionaria (Benson, 1962; Jakob et al., 1999; De Michele e Rosso, 2000).

In sintesi, nell'analisi regionale basata sul metodo della grandezza indice si possono distinguere due fasi fondamentali:

- l'individuazione, all'interno della regione di studio, di zone idrologicamente omogenee nei confronti della variabile di interesse, ognuna delle quali è caratterizzata da una propria curva di crescita i cui parametri sono opportunamente stimati;
- la definizione di relazioni che permettono di valutare la grandezza indice, solitamente espressa come funzione delle grandezze geomorfoclimatiche.

L'individuazione di zone idrologicamente omogenee può essere condotta mediante criteri puramente geografici (NERC, 1975) o facendo ricorso a criteri di raggruppamento fondati sull'affinità delle caratteristiche idro-geomorfoclimatiche che intervengono nei processi idrologici (Wiltshire, 1986a,b; Acreman e Sinclair, 1986; Nathan e McMahon, 1990; Burn, 1997) o infine utilizzando la similarità dei parametri statistici che caratterizzano le serie sperimentali (Fiorillo e Rolla, 1989; Burn, 1990; Reitano e Rossi, 1992).

Rimandando alla letteratura citata per un esame approfondito dei vantaggi-svantaggi offerti dai diversi approcci è comunque importante sottolineare che, qualunque sia il criterio di accorpamento utilizzato, è necessario verificarne la correttezza, valutando mediante opportuni test di omogeneità la capacità del modello di riprodurre le distribuzioni di frequenza delle variabili statistiche di controllo (Hosking e Wallis, 1993).

Secondo quanto emerso dall'analisi svolta nell'ambito del PSDA, il territorio della Regione Abruzzo può essere suddiviso in 2 sotto zone omogenee (SZO) e precisamente una Zona Costiera ed una Zona Appenninica, per la cui esatta delimitazione si rimanda alla Tavola n. 6.2 del PSDA e la cui omogeneità in senso statistico è stata confermata dalle verifiche condotte e riportate nella Relazione n. 6.1 dello stesso PSDA.

#### 5.1.4. Legge di distribuzione di probabilità TCEV

Per quanto attiene la scelta del modello probabilistico da utilizzare per la definizione della curva di crescita, il Progetto VAPI suggerisce di far ricorso alla legge di distribuzione di probabilità a due componenti TCEV (Rossi, Fiorentino e Versace, 1984; Fiorentino et al., 1987a) che ingloba in un'unica formulazione due "meccanismi probabilistici" di formazione degli eventi estremi. L'idea base del modello TCEV risiede nell'osservazione che nei campioni dei massimi annuali di una generica variabile idrologica si incontrano alcuni valori significativamente maggiori degli altri e chiamati con termine inglese outliers. Questa circostanza viene rappresentata interpretando i valori della serie come provenienti da due distinte popolazioni, la prima rappresentativa degli eventi medio-alti e la seconda degli eventi estremi o rari. La "doppia componente" del modello riproduce pertanto due meccanismi di formazione degli eventi estremi distinti e, nello stesso tempo, contigui

Indicando con  $m_x$  il valore atteso della variabile casuale  $X$ ,  $m_x = E[X]$  e introducendo la variabile ridotta adimensionale  $X' = X / m_x$ , è possibile scrivere la legge di distribuzione TCEV come

$$F(x') = \exp\left[-\lambda_1 \cdot \exp(-x' \cdot \eta) - \Lambda^* \cdot \lambda_1^{1/\Theta^*} \exp(-x' \cdot \eta / \Theta^*)\right] \quad (\text{Equ. 4.2a})$$

$$\eta = [(\ln \lambda_1 + 0.577) - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \cdot \lambda_1^{*j}}{j!} \Gamma(j / \Theta^*)] \quad (\text{Equ. 4.2b})$$

$\Lambda^*$ ,  $\Theta^*$ ,  $\lambda_1$ : sono i parametri della distribuzione TCEV, stimati su base regionale mediante la procedura di tipo gerarchico suggerita da Fiorentino e Gabriele (1985) e da Fiorentino et al. (1987b), eventualmente utilizzando le varianti proposte da Franchini e Galeati (1994) o da Gabriele e Iritano (1994).

Per quanto attiene invece la grandezza indice  $\mu$  questa viene generalmente rappresentata dalla media dei valori massimi annuali (Cunnane, 1989), ipotesi utilizzata anche nello studio realizzato per la redazione del PSDA, o da altri indicatori (moda, mediana, grandezza di assegnato T) che caratterizzano la distribuzione dei dati sperimentali. In fase applicativa la stima di  $\mu$  viene quindi fatta coincidere con la media campionaria  $m_x$ . Per poter estendere il campo di applicazione dei risultati dell'analisi regionale anche a siti non strumentati la grandezza indice è quindi legata a parametri geomorfoclimatici rappresentativi del bacino idrografico creando così una relazione valida sull'intera regione in esame.

Nel caso in cui l'interesse sia relativo alle portate di piena, la piena indice è solitamente correlata alle caratteristiche fisico-pedologiche dei bacini idrografici sottesi dalle varie stazioni, quali ad esempio la superficie totale, la superficie impermeabile, l'altitudine media e/o l'acclività, la piovosità, etc., mediante modelli statistici di regressione multipla lineare e/o non lineare (Brath et al., 1999). Ciò permette di stabilire relazioni di carattere statistico fra  $\mu \equiv m_Q$  (valore medio dei massimi annui delle portate al colmo nella generica stazione) e i parametri morfometrici  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  caratteristici del generico bacino imbrifero del tipo:

$$\mu \equiv m_Q = f(A_1, A_2, A_3, \dots, A_n) \quad (\text{Equ. 4.3})$$

In alternativa ai metodi di tipo statistico la piena indice può anche essere calcolata facendo ricorso a modelli di tipo concettuale che schematizzano la dinamica della trasformazione afflussi-deflussi, ad esempio i modelli di tipo geomorfoclimatico (Bacchi e Rosso, 1988; Rossi e Villani, 1988; Becciu et al., 1992), o, infine, mediante formule di tipo razionale (Ferrari et al., 1990; D'Asaro, Ercoli e Ferro, 1992). Una approfondita descrizione dei possibili metodi per la determinazione della piena indice e della loro affidabilità, nonché dei parametri geomorfologici di più frequente utilizzo è riportata in (Villani, 1990; Pitlik, 1994; Brath et al., 1999).

Nel caso in cui l'interesse sia relativo alle precipitazioni intense, la grandezza indice potrebbe, in generale, essere ricavata mediante l'applicazione di relazioni regionali tipo la (4.3), tenendo conto di fattori morfologici come l'altimetria o l'esposizione rispetto alle direzioni prevalenti di movimento delle perturbazioni intense. Solitamente però la numerosità campionaria e la densità delle stazioni di monitoraggio di pioggia è sufficientemente elevata da permettere la stima della precipitazione indice direttamente dai dati, o, nei punti dove non è presente una stazione di rilievo, mediante interpolazione delle piogge indice calcolate sulle stazioni limitrofe. Se invece l'interesse è a scala di bacino, ad esempio per l'applicazione di modelli di trasformazione piogge - portate, la precipitazione indice da utilizzare deve essere rappresentativa dell'unità idrografica in indagine. La sua valutazione deve quindi discendere da un'operazione di media delle precipitazioni indice puntuali rilevate sull'intera superficie del bacino idrografico, in maniera da considerare implicitamente le relazioni esistenti tra la precipitazione e gli aspetti morfologici dell'area in esame (ad esempio la variazione della pioggia indice giornaliera in funzione dell'altimetria)

#### *5.1.5. Stima delle portate al colmo*

Nella redazione del PSDA, la stima della curva di crescita per la valutazione delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno è stata condotta secondo le linee guida del Progetto VAPI, a partire da una base di dati sperimentali aggiornata rispetto a quella utilizzata nei precedenti lavori, condotti in modo simile, da Calenda et al. (1994, 1999).

Le zone idrologicamente omogenee, rispetto alla capacità di generare portate di piena intense, all'interno dell'ambito territoriale interessato, è stata effettuata secondo la metodologia suggerita nell'ambito di altri rapporti regionali VAPI (Versace et al., 1989; Cannarozzo e Ferro, 1991; Cannarozzo et al., 1993; Copertino e Fiorentino, 1994; Rossi, 1994). In pratica, le zone idrologicamente omogenee identificate nell'ambito dello studio delle precipitazioni massime annue vengono ritenute valide anche per i deflussi di piena in quanto dedotte a partire da una base dati molto più ampia. Sulla base di questa ipotesi, nel territorio esaminato è possibile identificare, anche per le portate al colmo, due zone con un diverso comportamento idrologico, di fatto coincidenti rispettivamente con la Zona Costiera e la Zona Appenninica (vedi PSDA, Tavola n. 6.2).

La base di dati disponibile, circa le portate massime annue registrate dalle stazioni di misura idrometrica, è risulta alquanto eterogenea, con una concentrazione sulla Zona Appenninica, per la quale sono stati reperiti dati sufficienti al fine dell'analisi statistica. Di conseguenza, è stato possibile pervenire alla determinazione di una sola curva di crescita la cui validità è da ritenersi limitata alla sola Zona Appenninica. E'

inoltre ipotizzabile che la curva di crescita valida per la Zona Appenninica non sia utilizzabile per la caratterizzazione delle portate di piena nella Zona Costiera in quanto tendenzialmente sotto-stimante. L'analogo studio condotto con riferimento alle precipitazioni massime annue mostra che la curva di crescita per la Zona Costiera produce, a parità di tempo di ritorno, valori del fattore di crescita superiori a quelli ottenibili con la corrispondente curva attribuita alla zona più interna. Pertanto pur ammettendo che la differenza tra le due curve di crescita si attenui passando dalle precipitazioni alle portate al colmo (e ciò per l'effetto di modulazione che un bacino, nel suo complesso, esercita nei confronti del processo di trasformazione piogge-deflussi) appare ragionevole aspettarsi, da un lato due diverse curve di crescita anche per le portate, e dall'altro che la curva relativa alla Zona Costiera produca fattori di crescita tendenzialmente più alti di quelli attribuiti alla Zona Appenninica. Purtroppo, la curva di crescita per la Zona Costiera non è stata identificata direttamente a causa dell'assenza di dati.

Nell'intento di pervenire alla definizione dell'idrogramma di piena in una qualunque sezione idrografica all'interno del territorio regionale, le indagini condotte nell'ambito del PSDA sono state articolate in quattro fasi:

1. stima della curva di crescita regionale valida per la Zona Appenninica utilizzando i dati di portata al colmo massima annua rilevati alle stazioni idrometriche presenti;
2. identificazione, a partire dalla distribuzione statistica delle piogge intense, di una curva di crescita regionale in grado di descrivere il comportamento delle portate di piena per la Zona Costiera;
3. definizione di relazioni valide a scala regionale per la valutazione della portata indice  $m_Q$  in sezioni di interesse sprovviste di dati sperimentali o la cui numerosità campionaria è insufficiente per una stima sufficientemente accurata di  $m_Q$ ;
4. calcolo della portata di assegnato tempo di ritorno a partire dai fattori di crescita e dalle portate indice sopra definite.

#### *5.1.6. Curva di crescita regionale*

Per la stima della curva di crescita regionale rappresentativa del comportamento statistico delle portate al colmo massime annue nei bacini regionali abruzzesi, lo studio redatto ai fini del PSDA ha evidenziato due situazioni alquanto differenti circa la disponibilità di dati validi per l'applicazione della metodologia VAPI.

Per quanto riguarda la Zona Appenninica, lo studio ha fatto riferimento alle portate al colmo massime annue rilevate alle stazioni provviste di almeno 20 valori di portata massima annuale ed il cui bacino contribuente sia almeno per il 70% della sua superficie complessiva all'interno di tale Zona. Sulla base di tale criterio, l'esame dei dati di portata massima annuale disponibili ha consentito di individuare 18 stazioni idrografiche tra le quali:

- Aterno a Tre Ponti;
- Sagittario a Villalago;

- Sagittario a Capo canale;
- Pescara a S. Teresa.

Applicando le direttive metodologiche VAPI gli autori sono pervenuti alla rappresentazione della curva di crescita regionale utilizzabile per la valutazione delle portate al colmo massime annue che caratterizzano i bacini idrografici ubicati nell'ambito della Zona Appenninica. La Tabella 2.V presenta il valore dei parametri necessari alla costruzione della curva di crescita TCEV e un'espressione esplicita approssimante tale curva, valida per  $T > 5$  anni e che fornisce un errore comunque inferiore al 1% nell'intervallo  $10 < T < 500$ . In Tabella III si riportano comunque per semplicità operativa i valori dei fattori di crescita per alcuni tempi di ritorno

$\hat{\lambda}^*$	$\hat{\Theta}^*$	$\hat{\lambda}_1$	$\eta$	$x'(T)$ per $T > 5$ anni	Note
0.413	3.302	6.56	3.5651	$-0.2781 + 0.9230 \cdot \ln T$	Valida per la sola Zona Appenninica

Tabella XXV - Parametri ed espressione approssimata dei fattori di crescita delle portate al colmo, per la Zona Appenninica

Tempo di ritorno $T$ (anni)	$x'(T)$
20	2.48
50	3.33
100	3.97
200	4.62
500	5.46

Tabella XXVI - Zona Appenninica - Fattori di crescita per i tempi di ritorno di interesse

#### 5.1.7. Portata indice $m_Q$

La stima della portata indice  $m_Q$ , ossia il valore atteso di portata al colmo massima annuale che particolarizza l'equazione (4.1) per il sito fluviale di interesse, costituisce uno dei problemi aperti di maggiore complessità nell'idrologia; le innumerevoli applicazioni pratiche del metodo della portata indice hanno infatti evidenziato la difficoltà di ottenere stime attendibili di  $m_Q$  indipendentemente dal metodo di stima utilizzato. Come già evidenziato da Hebson e Cunnane (1987) e dal FEH (1999), e confermato da Brath et al. (1999) e da De Michele e Rosso (2000), se si dispone di un campione sperimentale anche di dimensioni non elevate (12-15 anni) la stima diretta di  $m_Q$  è preferibile a qualunque altro approccio. Nel caso di sezioni fluviali rappresentative di situazioni idrologiche particolari, ad esempio bacini dove un'elevata permeabilità o la presenza di fenomeni di carsismo genera meccanismi di risposta alle sollecitazioni meteoriche non generalizzabili, Brath et al. hanno mostrato che 5 - 10 anni di misure dirette sono in genere sufficienti per fornire risultati migliori di quelli ottenibili con approcci indiretti.

Nell'insieme del territorio costituito dai bacini idrografici scolanti nel versante adriatico, sulla base dei dati forniti dal S.I.M.N., sono state individuate 23 sezioni idrometrografiche, tra le quali è compresa la stazione sul fiume Pescara a S. Teresa, per le quali si dispone di più di 12 valori di portata al colmo massima annua. In aggiunta, si sono resi disponibili i valori di portata indice calcolati in altre 5 sezioni sulla base di un campione sperimentale di almeno 5 anni, che possono essere quindi utilizzate ai fini operativi. In definitiva l'informazione sperimentale disponibile per la valutazione della portata indice, rappresentata dal valore  $m_Q$  in 28 sezioni di misura, è apparsa di discreta consistenza in termini di numerosità e di distribuzione sul territorio.

Per poter comunque permettere la valutazione della portata indice  $m_Q$  in una qualunque sezione di interesse lo studio del PSDA ha portato alla definizione di alcune relazioni, valide a livello regionale, tramite le quali pervenire ad una stima indiretta di  $m_Q$ . In particolare è stato seguito il suggerimento di Franchini e Galeati (1996) ed Brath et al. (1999) che, esaminando in maniera specifica il problema della stima della piena indice per le sezioni idrografiche dei bacini appenninici compresi tra l'Emilia e le Marche (dal bacino del Trebbia al Tronto) e comparando vari modelli di stima ed utilizzando tecniche di verifica jack-knife, sono pervenuti alla conclusione che l'impiego di relazioni multiregressive appare l'approccio in grado di fornire le migliori stime dei valori indice. Muovendosi lungo questa linea di indagine e utilizzando le portate indice calcolate alle sezioni idrografiche strumentate, provviste di almeno 10 anni di dati, sono state esaminate numerose possibili relazioni multiregressive utilizzando diverse combinazioni di grandezze geomorfologiche. La relazione risultata come ottimale è:

$$\hat{m}_Q = 0.00858 \cdot A_{\text{imp}}^{0.6506} \cdot m_g^{1.4387} \quad (\text{Equ. 4.4})$$

dove  $A_{\text{imp}}$  è l'area sottesa classificata come impermeabile secondo le indicazioni del S.I.M.N. ( $\text{km}^2$ ) e  $m_g$  è la pioggia indice di durata 1 giorno valutata nel baricentro del bacino (mm). La pioggia indice  $m_g$  è stata in particolare calcolata come media pesata delle precipitazioni indice puntuali alle stazioni di misura afferenti ciascun bacino considerato, con pesi ottenuti mediante costruzione dei poligoni di Thiessen. Ai fini operativi la pioggia indice può comunque essere valutata nel baricentro del bacino di interesse in maniera speditiva e senza particolare perdita di accuratezza in base alle isolinee riportate nella Tavola N. 6.5 del PSDA.

Alcuni autori segnalano la difficoltà che si può incontrare nell'applicazione dell'eq.(4.4) a causa dell'incertezza nella stima di  $A_{\text{imp}}$  in quanto non è noto a quali mappe geologiche o a quali rilevamenti il

S.I.M.N. abbia fatto riferimento per la sua definizione. Se applicata a bacini per i quali la stima di  $A_{\text{imp}}$  fosse condotta sulla base di criteri di permeabilità non coerenti a quelli S.I.M.N. il valore finale della portata indice potrebbe quindi risultare fortemente alterato. Nel caso del territorio abruzzese, tuttavia, l'area indagata risulta, da questo punto di vista, ben definita in quanto numerose sono le sezioni per le quali si dispone della stima S.I.M.N. (nella Sez.F degli Annali Idrologici è riportata la valutazione della percentuale di area impermeabile per numerosi bacini idrografici). L'eq.(4.4) può in definitiva essere utilizzata con buona confidenza operativa su tutta l'area di indagine.

Per completezza, oltre che per la sua semplicità operativa e consolidata pratica applicativa, si è comunemente esaminato anche il modello razionale. Quest'approccio, utilizzato ad esempio da D'Asaro, Ercoli e Ferro (1992) per il calcolo della portata indice nei bacini siciliani, rientra nella classe di modelli basati sul concetto di evento critico e fa riferimento ad una rappresentazione semplificata del processo di trasformazione delle piogge intense in deflussi di piena. Il modello assume in pratica che la frequenza della generica portata al colmo sia pari a quella dell'altezza di pioggia dell'evento critico che la produce e, conseguentemente, la portata indice viene dedotta a partire dalla curva di possibilità climatica stimata sui valori medi delle altezze di pioggia massime annuali. Quando utilizzata per la stima della portata indice, la formula razionale produce peraltro risultati assai meno distorti rispetto a quelli che si ottengono quando applicata alla stima dei quantili, distorsione derivante dall'ipotesi di isofrequenza tra piogge intense e deflussi di piena ampiamente confutata dalle osservazioni sperimentali. Il modello razionale risulta espresso dalla formula:

$$\hat{m}_Q = \psi \cdot A \cdot \text{ARF}(T_c, A) \cdot m_1 \cdot T_c^{(n-1)} \quad (\text{Equ. 4.5})$$

dove  $\psi$  rappresenta il coefficiente di deflusso,  $A$  la superficie idrografica del bacino ( $\text{km}^2$ ),  $\text{ARF}(T_c, A)$  il fattore di riduzione areale per la precipitazione di durata  $d=T_c$ ,  $m_1$  ed  $n$  la pioggia indice di durata 1 ora (mm) e l'esponente della curva di possibilità climatica valutati nel baricentro del bacino sotteso, e  $T_c$  il tempo di corrivazione calcolato mediante la classica formula di Giandotti. La stima di  $m_1$  e del coefficiente  $n$  è ottenuta mediante lettura delle mappe riportate nel PSDA (Tavole n. 6.3 e n. 6.4). Il fattore di riduzione areale della precipitazione  $\text{ARF}(d, A)$  è stato espresso mediante l'eq.(4.6).

$$\text{ARF}(d, A) = 1 - (1 - \exp(-0.01298 \cdot A)) \cdot (\exp(-0.6786 \cdot d^{0.332})) \quad (\text{Equ. 4.6})$$

Esplicitando l'eq.(4.5) in funzione del coefficiente di deflusso  $\psi$ , essendo tutti gli altri termini noti, e con riferimento alle sole sezioni idrografiche strumentate per le quali si dispone di almeno 10 anni di dati, si sono ottenuti i valori corrispondenti del coefficiente di deflusso. Poiché, come facilmente intuibile, il coefficiente di deflusso è strettamente correlato alle caratteristiche di permeabilità del bacino idrografico sotteso, i valori di  $\psi$  ottenuti tramite l'eq.(4.5) sono stati quindi utilizzati per definire una relazione regionale tramite cui sviluppare il calcolo della portata indice in una qualunque sezione di interesse. La relazione che ha fornito la miglior ricostruzione dei coefficienti di deflusso  $\psi$  è risultata essere:

$$\psi = 0.315 (A_{\text{imp}} / A)^{0.393} \quad (\text{Equ. 4.7})$$

In definitiva in una qualunque sezione di interesse risulta possibile, assegnata preventivamente la percentuale di area impermeabile e ricavate le altre grandezze contenute nell'eq.(4.5) in base all'analisi delle caratteristiche geomorfologiche del bacino sotteso e delle piogge indice alle stazioni di misura (o in base alle mappe riportate nelle Tavole n. 6.3÷6.5), calcolare tramite l'eq.(4.7) il coefficiente  $\psi$  e quindi possibile stimare tramite l'eq.(4.5) il valore di  $\hat{m}_Q$ .

A livello operativo, al fine sia di minimizzare l'effetto dei possibili errori nella valutazione della portata indice sia di produrre stime di  $m_Q$  sufficientemente robuste, è preferibile seguire il seguente approccio.

1. per sezioni idrografiche corrispondenti o prossime a stazioni di misura per le quali siano disponibili almeno 10 anni di dati, fare direttamente riferimento al valore di  $m_Q$  sperimentale;
2. per sezioni idrografiche corrispondenti o prossime a stazioni di misura per le quali siano disponibili tra 5 e 10 anni di dati, provvedere alla stima di  $m_Q$  mediante l'eq.(4.4) ed assumere come portata indice per la specifica sezione il valore dedotto in base ad un esame della differenza osservata tra la stima sperimentale e quella calcolata;
3. per sezioni non provviste di dati sperimentali, calcolare  $m_Q$  sia mediante l'eq.(4.4) sia mediante le eqq. (4.5) e (4.7) valutando, ove possibile, l'accuratezza delle due equazioni nella stima della portata indice in sezioni provviste di dati sperimentali ubicate sullo stesso corso d'acqua o in corsi d'acqua direttamente limitrofi. In base all'entità dell'errore di stima riscontrato nelle sezioni di controllo si valuterà sia quale equazione utilizzare sia l'opportunità di apportare un'eventuale correzione al valore  $m_Q$  ottenuto nella sezione di indagine;
4. per siti fluviali ubicati su un corso d'acqua dove sono presenti più sezioni di misura, effettuare, oltre alla stima indiretta mediante le due equazioni proposte, anche una stima della portata indice  $m_Q$  alla sezione di interesse mediante riscalaggio a partire dalla più simile (in termini di area idrografica sottesa) delle sezioni di misura.

Il riscalaggio di cui al punto 4) dev'essere effettuato mediante una relazione del tipo:

$$m_{Q2} = m_{Q1} (A2 / A1)^m \quad (\text{Equ. 4.8})$$

dove il pedice 2 indica la sezione di interesse ed il pedice 1 quella nella quale si dispone di misure sperimentali.

L'esponente  $m$  sarà invece preventivamente calcolato applicando la formulazione precedente in base alle due sezioni per entrambe le quali si dispone di una stima sperimentale di  $m_Q$ .

Dall'analisi delle considerazioni precedenti si deduce che il ruolo del tecnico responsabile dell'indagine rimane comunque fondamentale per la scelta del valore della portata indice  $m_Q$  da ritenersi più accurato per la specifica sezione di indagine. E' evidente infatti che sarà compito di chi sviluppa l'indagine utilizzare come ulteriore criterio di scelta tutte le informazioni aggiuntive disponibili a scala locale per la specifica sezione idrografica, quali ad esempio le note riportate nella Sez.F degli Annali Idrologici, misure aggiuntive reperite da altre fonti, notizie di dettaglio circa la geomorfologia del bacino o notazioni su episodi idrologici intensi che abbiano interessato il bacino imbrifero, tutte informazioni di cui è assai difficile tenere conto nella definizione di relazioni valide a livello regionale.

#### *5.1.8. Procedura per la valutazione della portata al colmo*

Sulla base dei fattori di crescita  $x'(T)$  calcolati mediante l'espressione approssimata precedentemente fornita e delle portate indice  $m_Q$ , ricavate direttamente dai dati sperimentali ove disponibili o stimate mediante le relazioni regionali (4.4) e (4.5) esposte nel paragrafo precedente, l'applicazione dell'eq. (4.1) personalizzata al caso delle portate al colmo QT:

$$Q_T = x(T) m_Q \quad (\text{Equ. 4.9})$$

permette agevolmente la stima delle portate al colmo di assegnato tempo di ritorno T nella generica sezione di interesse se il bacino idrografico sotteso si colloca all'interno della Zona Appenninica.

Nel caso che il bacino imbrifero sotteso dalla generica sezione presenti una percentuale significativa di superficie in entrambe le zone, appenninica e costiera è opportuno stimare i fattori di crescita per il calcolo della portata al colmo di assegnato tempo di ritorno come media pesata di quelli relativi rispettivamente alla Zona Appenninica ed alla Zona Costiera, con peso rappresentato dalla percentuale di superficie imbrifera appartenente all'una ed all'altra zona. Ai fini operativi, stante le incertezze comunque insite nelle elaborazioni presentate, appare peraltro ragionevole considerare il bacino in esame come appartenente ad un'unica Zona quando la percentuale di superficie idrografica che vi ricade è superiore al 70% della superficie complessiva del bacino imbrifero.

## 5.2. CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA

### 5.2.1. PSDA

Tra le metodologie proposte nel PSDA per il calcolo della portata di piena, in questa è stata adottata quella definita, nello stesso PSDA come ottimale pertanto più aderente alla realtà rispetto alle altre e rappresentata dall'equazione Equ.4.4 di seguito riproposta.

$$\hat{m}_Q = 0.00858 \cdot A_{\text{imp}}^{0.6506} \cdot m_g^{1.4387} \quad (\text{Equ. 4.4})$$

dove, come già detto,  $A_{\text{imp}}$  è l'area appartenente al bacino classificata come impermeabile ed  $m_g$  è la pioggia indice di durata 1 giorno valutata nel baricentro del bacino (mm). La valutazione della pioggia indice  $m_g$ , come indicato nel PSDA, è stata valutata nel baricentro del bacino di interesse in maniera speditiva pur senza perdita di accuratezza in base alle isolinee riportate nella Tavola N. 6.5 del PSDA di cui si riporta uno stralcio nella figura seguente.

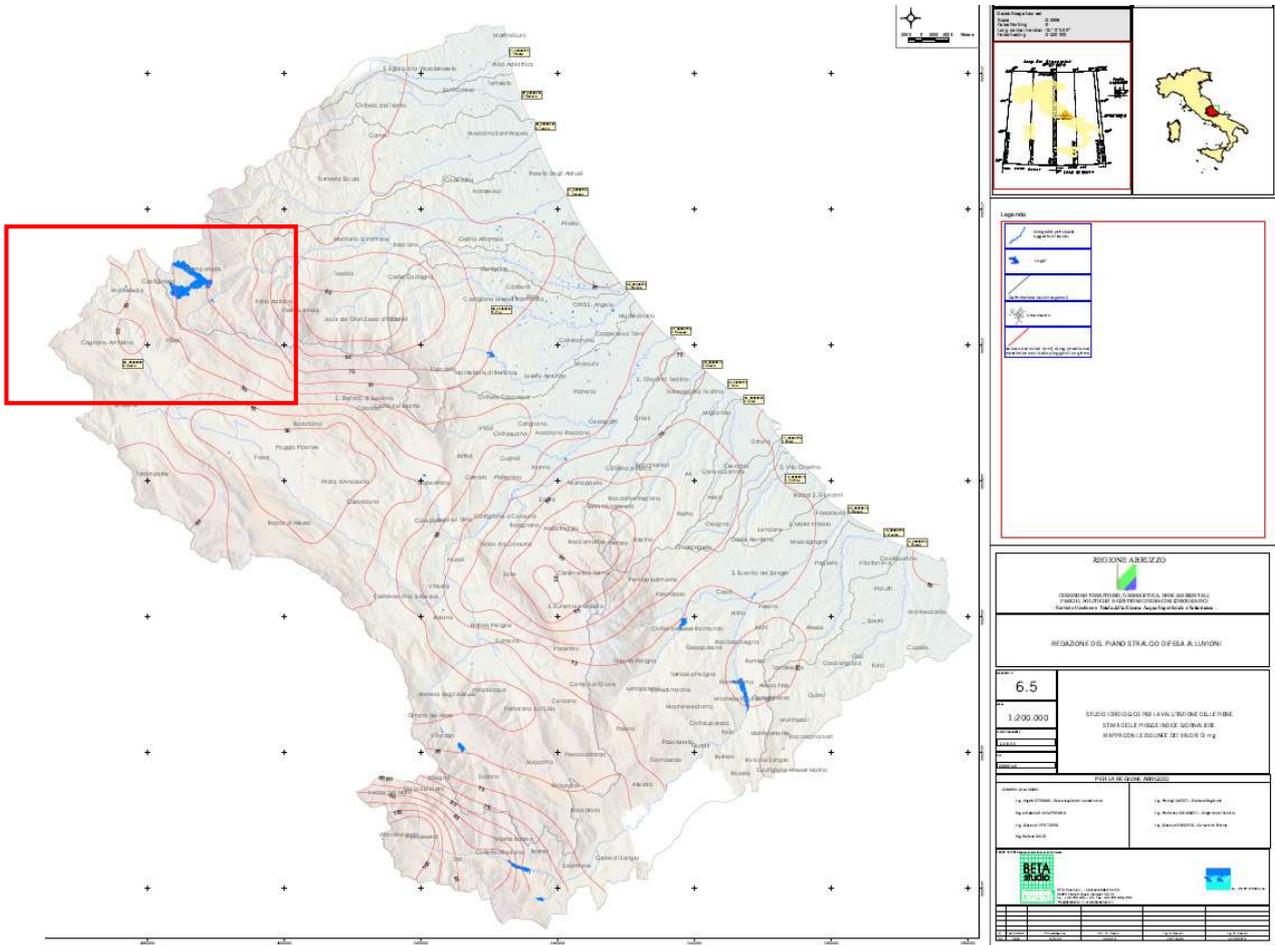


Figura 23 - Elaborato N. 6.5 del PSDA - Stima delle piogge indice giornaliere. - Mappa con le isolinee dei valori di mg

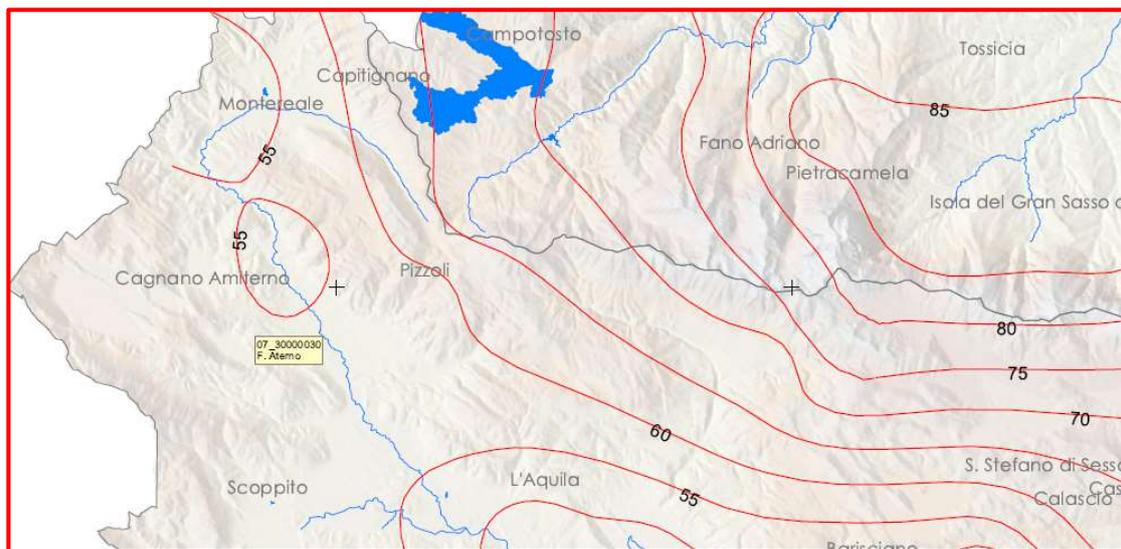


Figura 24 - Elaborato N. 6.5 del PSDA - Stima delle piogge indice giornaliere. - Mappa con le isolinee dei valori di mg - Ingrandimento area di intervento

Come è possibile notare dalla figura 3 e 4 la zona di intervento è attraversata dalla isolina a cui corrisponde un valore di mg pari a 60 mm. Tale valore è stato pertanto utilizzato per la determinazione della portata indice alla quale applicando i coefficienti di crescita (definiti in Tabella IV) si ottengono le portate di piena relative ai tempi di ritorno desiderati.

Nel caso in esame, al fine di dimensionare le opere in progetto (opere idrauliche di attraversamento) si specifica che il calcolo è stato effettuato con riferimento al tempo di ritorno di 200 anni.

Nel tabulato a seguire si riportano, per ciascuno dei bacini esaminati, la denominazione, le caratteristiche geomorfologiche e le portate calcolate.

### 5.2.2. Risultati

ID	BACINO	A	L	h <sub>min</sub>	h <sub>max</sub>	h <sub>med</sub>	i <sub>med</sub>	Q
		[km <sup>2</sup> ]	[km]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[m s.m.m.]	[%]	m <sup>3</sup> /s
1	Fosso di Rasciano 01	2.7	3.42	978.86	1435	1148	35	27.29
2	Fosso delle Cese	2.28	2.09	979.9	1155	1061	27.52	24.45
3	Fosso di Rasciano Af-fluente 01	0.1	0.67	960	1095	1035	27.94	3.15
4	Fosso di Rasciano Af-fluente 02	0.11	0.74	955	1095	1024	32.19	3.41
5	Fosso di Rasciano Af-fluente 03	0.03	0.41	954.34	1039.9	989	25.41	1.46
6	Fosso di Rasciano Af-fluente 04	0.15	0.74	944.9	1095	1017	30.68	4.17
7	Fosso di Rasciano 02	5.93	4.72	948	1435	1098	30.25	45.51
8	Fosso delle Conche	2.57	3.52	925	1428.88	1121.56	36.18	26.43
9	Fosso delle Conche Af-fluente 01	0.14	0.4	910	982.31	957.7	22.03	3.99
10	Fosso Colucce	0.71	2.21	915	1351.78	1100.9	41.49	11.45
11	Fosso delle Conche Af-fluente 02	0.06	0.35	903.17	989.45	953.34	24.64	2.30
12	Torrente Mandragone 01	1.72	2.75	902.88	1364.75	1121.19	45.41	20.36
13	Torrente Mandragone Af-fluente 01	0.3	1.2	888.39	1067.44	955.24	24.49	6.54
14	Fosso Rapinale	2.75	3.83	858.85	1420.75	1067.83	36.35	27.62
15	Torrente Mandragone Af-fluente 02	0.17	1.31	851.45	990	911.95	25.13	4.52
16	Torrente Mandragone 02	8.66	4.93	850.62	1427.17	1081.96	37.18	58.21
17	Torrente Mandragone Af-fluente 03	0.35	1.91	828.33	959.89	857.91	9.31	7.23
18	Torrente Mandragone Af-fluente 04	0.54	2.62	823.25	959.88	848.82	8.279	9.59
19	Torrente Mandragone 03	11.69	6.82	820	1428.88	1035.6	32.88	70.75

20	Torrente Mandragone Af-fluente 05	0.57	2.01	819.17	905	840	12.92	9.94
21	Torrente Mandragone Af-fluente 06	0.29	1.48	818.8	870	828.5	4.27	6.40
22	Rio di Lago	5.12	6.49	790.17	1484.75	1010.75	32.26	41.37
23	Bacino 23	1.4	2.6	834.76	1120	969.2	34.12	17.81
24	Bacino 24	0.29	1.75	829.26	1120	925.74	35	6.40
25	Bacino 25	5.22	4	822.67	1158.67	1006	35.44	41.89

*Tabella XXVII - Portate al colmo di piena Tr 200 anni*

### 5.3. STUDIO IDRAULICO

Come accennato in premessa, con lo scopo di studiare il comportamento del flusso idrico in corrispondenza dell'area di intervento e di valutare i livelli idrici massimi in prossimità dell'area di intervento in ragione dei quali stabilire la configurazione delle opere di progetto sono stati costruiti dei modelli bidimensionali regime di moto vario attraverso l'utilizzo del modello di calcolo idraulico TufLOW SMS.

#### 5.3.1. Teoria del modello idraulico bidimensionale

Mediante l'applicazione del modello TUFLOW sono state calcolate le principali grandezze idrauliche, quali i tiranti idrici e le velocità di deflusso e l'estensione delle aree interessate alla piena.

Il TUFLOW è specifico per le simulazioni idrauliche bidimensionali delle correnti a superficie libera e risulta quindi particolarmente idoneo per descrivere comportamenti idrodinamici in ambienti come aree costiere, estuari, fiumi, pianure alluvionali e aree urbane, dove le complesse direzioni di flusso non sono correttamente rappresentabili mediante i tradizionali modelli monodimensionali.

Il modello è stato sviluppato da una ricerca congiunta tra la WBM Oceanics Australia e l'Università del Queensland nel 1990. Nato come modello idraulico bidimensionale, oggi incorpora anche le funzionalità del sistema ESTRY, basato sulle equazioni complete monodimensionali, ed implementa il legame dinamico 1D/2D, che offre al modello maggiore versatilità e stabilità. Il TUFLOW è stato inoltre soggetto ad intensi test di validazione da parte del WBM Pty Ltd e altri. Il programma nel tempo continua ad evolvere per incontrare le esigenze della modellazione idrodinamiche. Altre caratteristiche, che lo hanno reso oggetto della scelta di questa Autorità, sono la rappresentazione di domini multipli 2D, la rappresentazione delle strutture idrauliche 1D e 2D, la simulazione delle correnti supercritiche 1D e 2D, l'interfaccia con il GIS e gli accurati strumenti di controllo della qualità degli output.

Nello specifico, nel caso in cui la capacità di deflusso dell'alveo schematizzato in modo monodimensionale si dimostri insufficiente a contenere la portata in arrivo, il volume in eccesso viene trasferito mediante opportuni link, istante per istante, alle aree adiacenti, il tutto attraverso uno schema a griglia. Il deflusso attraverso le aree esterne all'alveo viene calcolato dal modello TUFLOW 2D, bidimensionale puro.

Il modello bidimensionale e quello monodimensionale, integrati nel pacchetto TUFLOW, costituiscono un potente strumento per studi di previsione e propagazione delle onde di piena. TUFLOW non dispone

di una propria interfaccia grafica, ma utilizza programmi GIS e altri software, anche open source, per la creazione, elaborazione e visione dei dati: Nel dettaglio il software utilizzato per l'input e l'output dei dati è stato SMS (Surfacewater Modelling System – www.aquaveo.com)

L'approccio di tipo GIS offre molti benefici, alcuni dei quali sono di seguito elencati:

- La possibilità di lavorare direttamente in un ambiente "aperto" come il GIS;
- La presenza di una gran quantità di strumenti per la gestione dei dati, direttamente utilizzabili nella fase di costruzione del modello;
- Georeferenziazione di tutti i dati, con la possibilità di cambiare le dimensioni delle celle 2D in modo immediato;
- Maggior efficienza nella produzione di mappe, report, brochure, filmati etc;
- Possibilità di fornire al cliente tutti i dati e i risultati in formato GIS.

TUFLOW è un programma per la simulazione di deflussi mono e bidimensionali per lo studio di piene e maree. TUFLOW, è stato originariamente sviluppato per flussi bidimensionali (2D), il suo anagramma sta per Two dimensional Unsteady FLOW. Esso incorpora tutte le funzioni di ESTRY 1D sia monodimensionale che quasi2D, basato sulle equazioni monodimensionali del moto a pelo libero. Il completo algoritmo di soluzione 2D, creato da Stelling 1984 sviluppato da Syme 1991, risolve equazioni bidimensionali di continuità e conservazione della quantità di moto per superfici libere. TUFLOW è sostanzialmente orientato a stabilire il percorso del flusso delle acque lungo coste, estuari, rive, aree soggette ad allagamenti e urbanizzate dove i percorsi del flusso in natura sono essenzialmente 2D e non è possibile o sarebbe complicato rappresentarle utilizzando una modellazione 1D. Una notevole potenzialità di TUFLOW è la sua capacità di connettersi dinamicamente con il programma idrodinamico 1D (quasi2D) ESTRY. L'utente configura un modello come una combinazione di domini monodimensionali 1D connessi con domini bidimensionali 2D. Vale a dire che i domini 2D e 1D sono collegati per formare un unico modello. TUFLOW risolve le equazioni delle acque basse (SWE). Le SWE sono equazioni di flusso utilizzate per modellare le onde lunghe come ad es. flussi, maree e moti ondosi. Esse sono state ottenute utilizzando le ipotesi di velocità verticale ed orizzontale uniforme ed accelerazione verticale trascurabile (cioè una distribuzione idrostatica di pressione). Queste semplificazioni sono valide dove la lunghezza d'onda è molto più grande della profondità dell'acqua. Nel caso di onde oceaniche le SWE sono applicabili ovunque. Le 2D SWE nel piano orizzontale sono descritte dalle seguenti equazioni differenziali di conservazione della massa e della conservazione della quantità di moto in direzione X e Y in un piano cartesiano di riferimento:

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - c_f v + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + gu \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} - \mu \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = F_x$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} - c_f u + g \frac{\partial \zeta}{\partial y} + g v \frac{\sqrt{u^2 + v^2}}{C^2 H} - \mu \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = F_y$$

dove:

- u e v = velocità specifiche medie in direzione x e y;
- $\zeta$  = livello idrometrico;
- H = tirante idraulico;
- t = tempo;
- x e y = distanza in direzione x e y;
- $c_f$  = coefficiente di Coriolis;
- C = coefficiente di Chezy
- $\mu$  = coefficiente di diffusione orizzontale della quantità di moto;
- p = pressione atmosferica;
- $\rho$  = densità dell'acqua;
- $F_x$  e  $F_y$  = risultante delle forze esterne (ad esempio il vento) applicate in direzione x e y.

La soluzione monodimensionale in TUFLOW usa la tecnica di soluzione alle differenze finite di secondo ordine, di Runge Kutta (Morrison and Smith, 1978) per le equazioni 1D SWE di continuità e conservazione della quantità di moto come mostrato dalle seguenti equazioni. Il modello si basa su un codice di calcolo a moto vario adatto per la modellazione matematica di flussi e maree. Il programma è stato sviluppato dalla WBM Oceanics Australia da più di trentacinque anni ed è stato successivamente applicato in centinaia di studi partendo dalle applicazioni ad un canale singolo per arrivare fino alle più complesse quasi2D.

Il modello si basa sulla soluzione numerica delle equazioni di moto vario dei fluidi (conservazione della quantità di moto e continuità), e include i termini inerziali

$$\frac{\partial(uA)}{\partial x} + B \frac{\partial \zeta}{\partial t} = 0 \quad \text{Equazione di continuità}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + g \frac{\partial \zeta}{\partial x} + k|u|u = 0 \quad \text{Conservazione della quantità di moto}$$

dove:

- u = velocità specifica media;
- $\zeta$  = livello idrometrico;
- t = tempo;
- x = distanza;
- A = area della sezione di deflusso;

- $B$  = larghezza della lama d'acqua;
- $k$  = coefficiente per le perdite continue =  $gn^2/R^{4/3}$
- $n$  = coefficiente di scabrezza di Manning;
- $R$  = raggio idraulico
- $g$  = accelerazione di gravità;

Le celle di calcolo sono composte da 11 punti di calcolo ciascuna, un punto ZC per il calcolo del livello idrometrico, 2 punti ZU per calcolo delle velocità lungo x, 2 punti ZV per le velocità lungo y e 4 punti ZH con significato esclusivamente grafico per la restituzione dei risultati

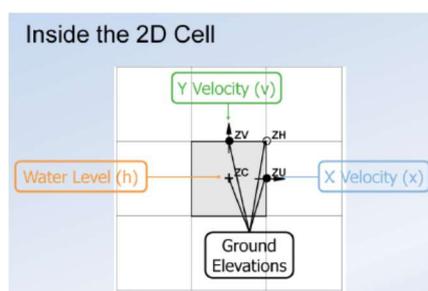


Figura 25 - Schema di una cella nel TUFLOW

In aggiunta ai canali a pelo libero, sono disponibili per la modellazione le seguenti opere idrauliche:

- Scatolari multipli circolari o rettangolari;
- Ponti, pile da ponte;
- Briglie, canalette di scolo lato strada, arginature etc.;
- Strutture definite dall'utente.

TUFLOW risolve simultaneamente la rete monodimensionale e uno o più domini bidimensionali fornendo un'accurata simulazione idrodinamica dei fenomeni di piena e dell'allagamento delle aree adiacenti ai corsi d'acqua. Il modello fornisce inoltre informazioni non solo sui volumi esondati e sulle altezze d'acqua raggiunte sul piano campagna, ma anche la stima delle velocità raggiunte durante il fenomeno alluvionale e dei tempi di sussistenza della piena. In particolare la modellazione dell'alveo del corso d'acqua avviene secondo uno schema monodimensionale implementato in ESTRY.

In questo modo le caratteristiche dell'alveo di morbida saranno rappresentate con la necessaria precisione laddove una modellazione bidimensionale pura comporterebbe una perdita di informazioni significativa.

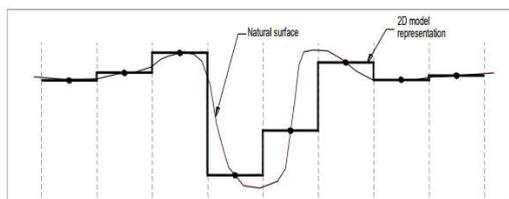


Figura 26 - Esempio di una rappresentazione bidimensionale poco accurata di un corso d'acqua

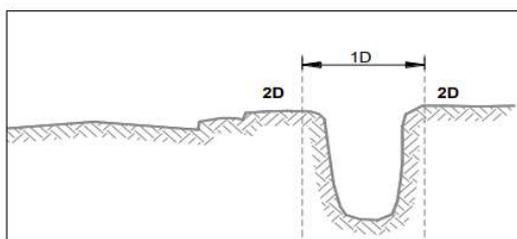


Figura 27 - Schema Esempio di modellazione mono-bidimensionale

Nel caso in cui la capacità di deflusso dell'alveo schematizzato in modo monodimensionale si dimostrasse insufficiente a contenere la portata in arrivo, mediante opportuni link il volume in eccesso viene trasferito, istante per istante, al territorio latistante che viene rappresentato attraverso uno schema a griglia ricavato da opportune elaborazioni condotte sul DTM. Il deflusso attraverso tali aree viene calcolato dal modello TUFLOW, bidimensionale puro. In Figura sono riportati gli schemi dei possibili meccanismi di link per l'accoppiamento dei due modelli (1D/2D).

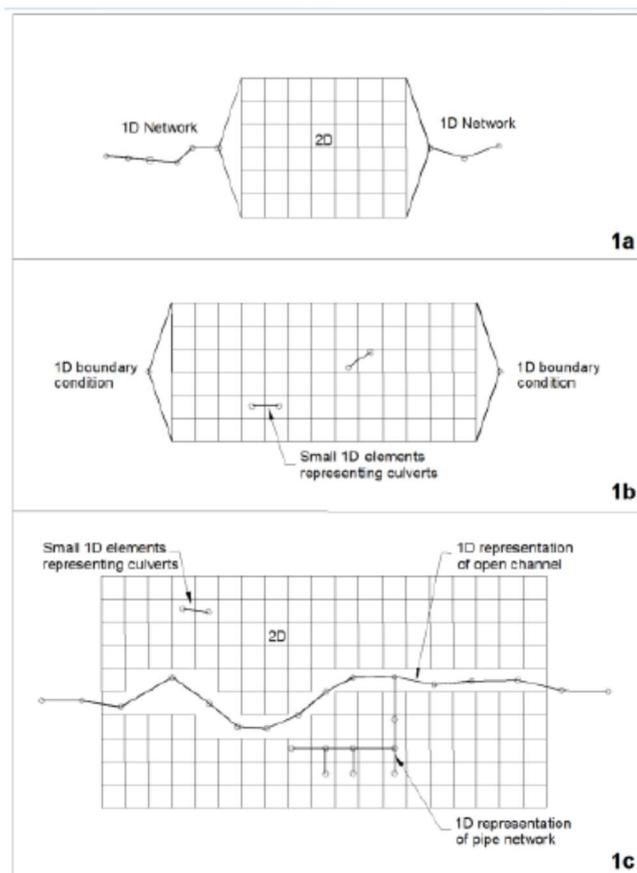


Figura 28 - Schema Schemi di link tra il modello bidimensionale TUFLOW ed il modello monodimensionale ESTRY

Tuflow restituisce i risultati delle simulazioni nei domini mono e bidimensionale nelle seguenti tipologie di files:

- Files binari che vengono letti da SMS per visualizzare i risultati. Le animazioni vengono generate da SMS.
- Files .csv per le serie temporali che possono essere visualizzati in Microsoft Excel.
- Files .mif/.mid per visualizzare i risultati in formato GIS e produrre le mappe tematiche.

Files di testo per le segnalazioni di errore o di avvertimento

### 5.3.2. Costruzione dei modelli

Noti i dati idrologici di input, si è costruita la geometria del modello idraulico che, per essere implementato in TUFLOW, necessita di: Griglia di Calcolo, Condizioni al contorno, Materiale della superficie di scorrimento, Elementi geometrici quali argini, approfondimenti e riprofilatura del terreno.

Il dato di partenza per la costruzione della griglia di calcolo è il lidar dell'area di intervento.

Noto il modello digitale del terreno è stata creata una griglia di calcolo avente celle quadrate di lato pari a 4 metri; tale valore rappresenta il giusto compromesso tra il dettaglio dello studio e i tempi computazionali.

Ricavata la griglia di calcolo, si è reso necessario definire la porzione della griglia da considerare nell'analisi bidimensionale; ciò è stato fatto definendo il layer delle condizioni al contorno. Sull'arco che delimita il poligono costituente il dominio computazionale, in corrispondenza del punto di intersezione con il reticolo idrografico è stata definita la condizione al contorno Flow vs Time (QT) mediante cui è possibile inserire gli idrogrammi di piena. Per quanto riguarda invece la condizione al contorno di valle questa è stata definita con la funzione WSE vs Flow (HQ). Si specifica che il modello relativo all'area SUD (area della piena) è stato condotto sia a parametri concentrati che distribuiti (simulando sull'intera area una pioggia costante pari a 60 mm), in quanto l'area morfologicamente si presenta come un piccolo bacino endoreico. A vantaggio di sicurezza, per il dimensionamento delle opere idrauliche, sono stati considerati i livelli idrici maggiori risultanti dai modelli.

In ultimo è stato definito il materiale della superficie di scorrimento (Area Property Coverage) attraverso l'attribuzione all'intero dominio di un coefficiente di scabrezza di Manning pari a  $0.06 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ .

Definito il modello si è provveduto ad effettuare le simulazioni considerando un tempo di ritorno di 200 anni (tempo rispetto al quale è stata effettuata l'analisi idrologica).

Nel dettaglio, al fine di ridurre l'onere computazionale del software ed ottenere al contempo risultati di dettaglio sono stati implementati due modelli di simulazione, rispettivamente per la zona nord e per la zona sud, quest'ultima comprende prevalentemente l'area della piana. I risultati ottenuti dai modelli implementati vengono presentati di seguito.

5.3.3. Risultati analisi idraulica

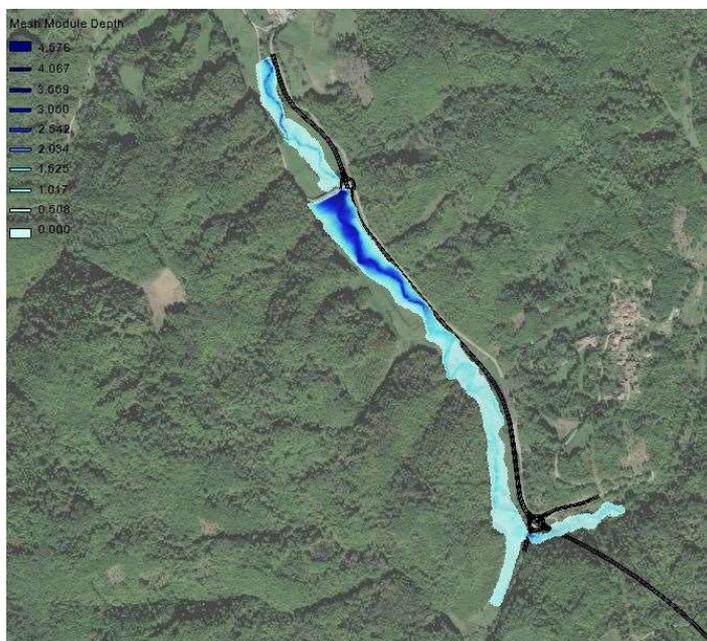


Figura 29 - Risultati modello idraulico NORD – Estensione delle aree allagabili Tiranti idrici massimi

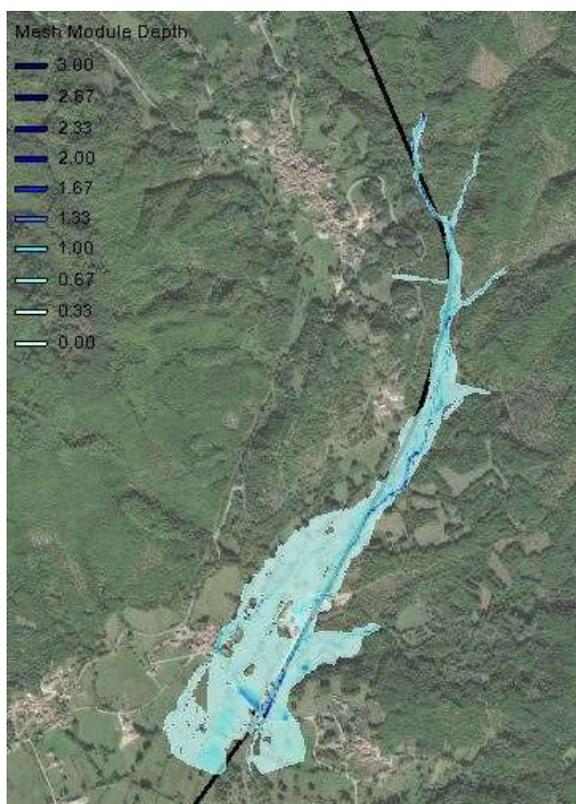
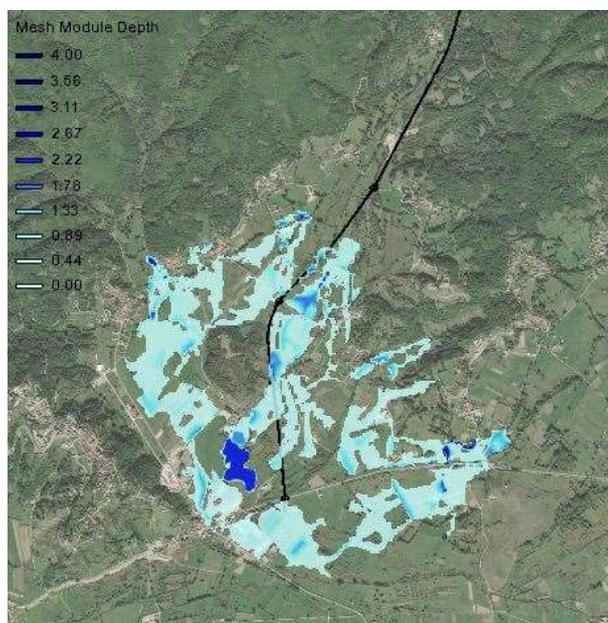


Figura 30 - Risultati modello idraulico CENTRO -- Estensione delle aree allagabili Tiranti idrici massimi



*Figura 31 - Risultati modello idraulico SUD - Estensione delle aree allagabili Tiranti idrici massimi*

I risultati ottenuti dalle analisi idrauliche sono stati utilizzati per definire la dimensione delle opere idrauliche i cui dettagli sono presentati nel paragrafo seguente.

#### *5.3.4. Lettura dei risultati e dimensionamento delle opere*

Da tutte le analisi condotte è emerso che il tracciato di progetto interferisce molteplici volte con il reticolo idrografico dell'area talvolta trasversalmente talvolta in affiancamento (rif. Figura 3).

In particolare, le interferenze di maggiore rilevanza che risultano vincolanti con riferimento alle determinazione delle livellette stradali risultano essere le seguenti:

- Interferenze con il torrente Rio di Lago sez. AP1-3
- Interferenze con il torrente Mondragone sez. AP1-27, sez. R1-RA1-11, sez. R3-RA1-12
- Interferenza con il torrente Fosso di Rasciano sez. AP4-173 - AP4-174 (in uscita dalla galleria)

Le interferenze registrate in corrispondenza della rotatoria R0, in corrispondenza della sezione AP1-27 del tratto 1 e della rotatoria R1 di collegamento tra i tratti AP 1 e AP2 di fatto risulta influenzare le livellette stradali di entrambi i tratti in quanto questi sono vincolati dal rispetto delle quote di progetto, rinvenienti dalle dimensioni del manufatto idraulico di attraversamento. Alla stessa maniera l'interferenza registrata in corrispondenza del tratto AP4, tra le sezioni sez. AP4-173 - AP4-174, influenza di fatto le livellette degli ultimi tratti in uscita dalla galleria.

L'approccio utilizzato per la definizione ed il dimensionamento delle opere idrauliche, viene descritto a titolo di esempio, con riferimento alle interferenze di maggiore rilevanza.

Per i restanti opere si rimanda ai tabulati di calcolo che saranno contenuti negli elaborati finali in cui verranno indicate per ciascun attraversamento, la sezione, la corrispondente chilometrica e le dimensioni del manufatto stesso.

### 5.3.5. Interferenze con il torrente Rio di Lago

#### Sez. AP1-3

Come già precisato le interferenze con il torrente Rio di Lago si registrano in corrispondenza del ramo 1 esattamente alla sezione sez. AP1-3 – 0+0,462 km.

Nel dettaglio, in corrispondenza della sezione AP1-27 – 0+0,5 km risulta necessario realizzare un'opera di attraversamento idraulico avente una larghezza di 10 m e altezza libera minima di 2,00 m.

Il calcolo idraulico, condotto in condizioni di moto uniforme, è stato effettuato considerando la pendenza ricavata dai rilievi di campo effettuati, che nella sezione in esame risultata pari a poco meno di 0,02 m/m, e considerando una scabrezza pari a 0,02  $m^{1/3}/s$  (propria di manufatti in calcestruzzo mediamente usati). Dal calcolo effettuato risulta che la portata di 41,4  $m^3/s$  transita nel manufatto di predette dimensioni con un tirante di 1,00 m. Dovendo garantire un franco idraulico pari a 1,00 m, il manufatto deve presentare un'altezza minima pari a 2,00 m. Considerando una quota fondo pari a 816,30 m slm, un'altezza libera del manufatto di 2,00 m, ed uno spessore dell'infrastruttura stradale almeno pari a 2 m si ottiene una quota di progetto minima di 820,30 m slm.

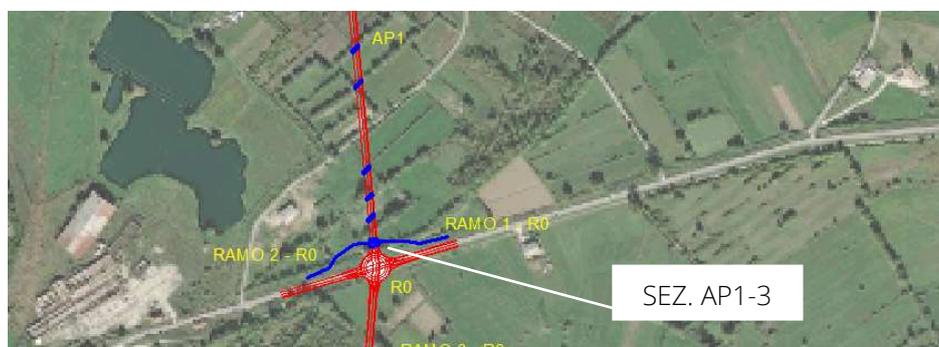


Figura 32 - Opere idrauliche tratto Sud (sez. AP1-3)

### 5.3.6. Interferenze con il torrente Mondragone

#### Sez. AP1-27

Come già precisato le interferenze con il torrente Mondragone si registrano in corrispondenza del ramo 1 della rotatoria R1 in corrispondenza delle sez. AP1-27, sez. R1-RA1-11, sez. R3-RA1-12

Nel dettaglio, in corrispondenza della sezione AP1-27 – 0+0,5 km risulta necessario realizzare un'opera di attraversamento idraulico avente una larghezza di 30 m e altezza libera minima di 2,40 m.

Il calcolo idraulico, condotto in condizioni di moto uniforme, è stato condotto considerando la pendenza ricavata dai rilievi di campo effettuati, che nella sezione in esame risultata pari a poco meno di 0,01 m/m,

e considerando una scabrezza pari a  $0,02 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (propria di manufatti in calcestruzzo mediamente usurati). Dal calcolo effettuato risulta che la portata di  $70,7 \text{ m}^3/\text{s}$  transita nel manufatto di predette dimensioni con un tirante di  $1,00 \text{ m}$ . Dovendo garantire un franco idraulico pari a  $1,50 \text{ m}$ , il manufatto deve presentare un'altezza minima pari a  $2,50 \text{ m}$ .

Considerando una quota fondo pari a  $820,53 \text{ m slm}$ , un'altezza libera del manufatto di  $2,50 \text{ m}$ , ed uno spessore dell'infrastruttura stradale almeno pari a  $2 \text{ m}$  si ottiene una quota di progetto minima di  $825,03 \text{ m slm}$ .

### Sez. R1-RA1-11

Come già precisato le interferenze con il torrente Mondragone si registrano in corrispondenza del ramo 1 della rotatoria R1 in corrispondenza delle sez. AP1-27, sez. R1-RA1-11, sez. R3-RA1-12.

Nel dettaglio, in corrispondenza della sezione R1-RA1-11, risulta necessario realizzare un'opera di attraversamento idraulico avente una larghezza di  $30 \text{ m}$  e altezza libera minima di  $2,40 \text{ m}$ .

Il calcolo idraulico, condotto in condizioni di moto uniforme, è stato condotto considerando la pendenza ricavata dai rilievi di campo effettuati, che nella sezione in esame risultata pari a  $0,01 \text{ m/m}$ , e considerando una scabrezza pari a  $0,02 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (propria di manufatti in calcestruzzo mediamente usurati). Dal calcolo effettuato risulta che la portata di  $70,7 \text{ m}^3/\text{s}$  transita nel manufatto di predette dimensioni con un tirante di  $0,90 \text{ m}$ . Dovendo garantire un franco idraulico pari a  $1,50 \text{ m}$ , il manufatto deve presentare un'altezza minima pari a  $2,40 \text{ m}$ . Considerando una quota fondo pari a  $823,30 \text{ m slm}$ , un'altezza libera del manufatto di  $2,40 \text{ m}$ , ed uno spessore dell'infrastruttura stradale almeno pari a  $2 \text{ m}$  si ottiene una quota di progetto minima di  $827,70 \text{ m slm}$ .

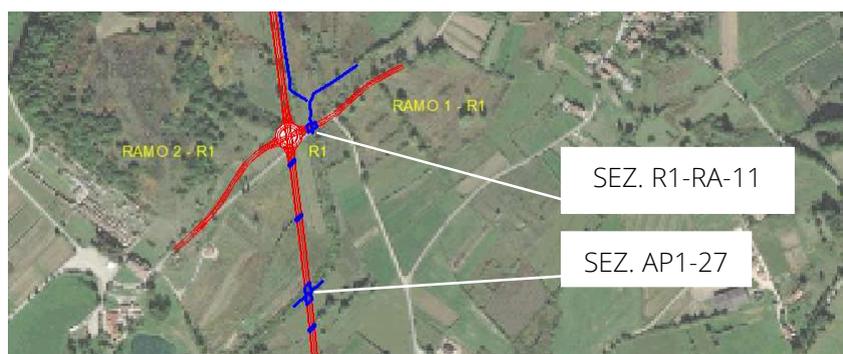


Figura 33 - Opere idrauliche tratto Sud (sez. AP1-27 ed R1-RA1-11)

### Sez. R3-RA1-12

Come già precisato le interferenze con il torrente Mondragone si registrano in corrispondenza del ramo 1 della rotatoria R1 in corrispondenza delle sez. AP1-27, sez. R1-RA1-11, sez. R3-RA1-12.

Nel dettaglio, in corrispondenza della sezione R3-RA1-12, risulta necessario realizzare un'opera di attraversamento idraulico avente una larghezza di  $14 \text{ m}$  e altezza libera minima di  $2,50 \text{ m}$ .

Il calcolo idraulico, condotto in condizioni di moto uniforme, è stato condotto considerando la pendenza ricavata dai rilievi di campo effettuati, che nella sezione in esame risultata pari a 0,01 m/m, e considerando una scabrezza pari a 0,02  $m^{1/3}/s$  (propria di manufatti in calcestruzzo mediamente usurati). Dal calcolo effettuato risulta che la portata di 58,21  $m^3/s$  transita nel manufatto di predette dimensioni con un tirante di 1,00 m. Dovendo garantire un franco idraulico pari a 1,50 m, il manufatto deve presentare un'altezza minima pari a 2,50 m.

Considerando una quota fondo pari a 848,45 m slm, un'altezza libera del manufatto di 2,50 m, ed uno spessore dell'infrastruttura stradale almeno pari a 2 m si ottiene una quota di progetto minima di 853,00 m slm.

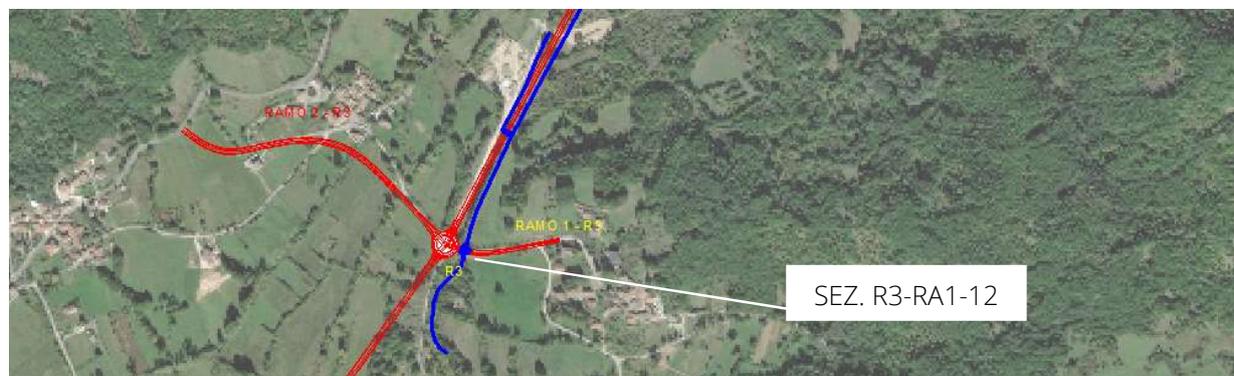


Figura 34 - Opere idrauliche tratto Centro (Ramo 1 Rotatoria R3 sez. R3-RA1-12)

### 5.3.7. Interferenza con il torrente Fosso di Rasciano

#### Sez. AP4-173 – AP4-174

Come già precisato l'interferenza con il torrente fosso di Rasciano si registra in corrispondenza del tratto AP4, tra le sezioni sez. AP4-173 - AP4-174

Nel dettaglio, tra le sezioni sez. AP4-173 - AP4-174, risulta necessario realizzare un'opera di attraversamento idraulico avente una larghezza di 10 m e altezza libera minima di 2,00 m.

Il calcolo idraulico, condotto in condizioni di moto uniforme, è stato condotto considerando la pendenza ricavata dai rilievi di campo effettuati, che nella sezione in esame risultata pari a 0,01 m/m, e considerando una scabrezza pari a 0,02  $m^{1/3}/s$  (propria di manufatti in calcestruzzo mediamente usurati). Dal calcolo effettuato risulta che la portata di 27,30  $m^3/s$  transita nel manufatto di predette dimensioni con un tirante di 0,90 m. Dovendo garantire un franco idraulico pari a 1,00 m, il manufatto deve presentare un'altezza minima pari a 2,00 m.

Considerando una quota fondo pari a 974,60 m slm, un'altezza libera del manufatto di 2,00 m, ed uno spessore dell'infrastruttura stradale almeno pari a 2 m si ottiene una quota di progetto minima di 979,10 m slm.



*Figura 35 - Opere idrauliche tratto Nord (AP4 tra le sez. AP4-173 - AP4-174)*

N. Manufatti	Tratta/Rotatoria Di Progetto	Sezione	Pk	Bacino	Attraversamento Idraulico	Altezza Manufatto	Portata	Quote Progetto	Quota Fondo Manufatto	Pen- denza	Ti- rante Idrico	Quota In- tradosso Manu- fatto	Franco Idrau- lico
	<i>n</i>	<i>n</i>	<i>km</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Dimensioni</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>m slm</i>	<i>m slm</i>	<i>m slm</i>	<i>m slm</i>	<i>m slm</i>	<i>m</i>
1	AP1	AP1-3	AP1-3-40,62	Rio di Lago	10,00 m x 2,00 m	2,00	41,4	820,44	816,3	0,02	0.90	818,30	1.10
8	AP1	AP1-27	AP1-27-500,00	Torrente Mandra- gone 03	30,00 m x 2,50 m	2,50	70,7	825,60	820,53	0,01	1.00	823,03	1.50
11	RAMO 1 - R1	R1-RA1-11	R1-RA1-11-175,78	Torrente Mandra- gone 03	20,00 m x 2,40 m	2,40	70,7	827,71	823,30	0,01	0.90	825,70	1.50
15	RAMO 1 - R3	R3-RA1-12	R3-RA1-12-163,46	Torrente Mandra- gone 02	14,00 m x 2,50 m	2,50	58,21	852,69	848,45	0,01	1.00	850,95	1.50
19	AP4	AP4-173 - AP4-174	AP4-173-5651,84 - AP4-174-5671,84	Fosso di Ra- sciano 01	10,00 m x 2,00 m	2,00	27,30	979,4	974,60	0,01	0.90	976,60	1.10

Tabella XXVIII - Dati delle opere idrauliche in corrispondenza delle interferenze di maggiore rilevanza

5.3.8. *Tabella riepilogativa degli attraversamenti idraulici*

Visto quanto sopra descritto ed in base a considerazioni di natura costruttiva si riassumono nella seguente tabella le tipologie e le caratteristiche degli attraversamenti idraulici, visualizzabili in planimetria nell'elaborato C14-T00PS00IDRCT00B "Planimetria delle sistemazioni idrauliche":

<b>TABELLA DELLE OPERE D'ARTE</b>					
<b>ROTATORIA R0</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	-	-	-	-	-
<b>TRATTO AP1</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	1	TA0	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	10x2.5 m	0+20
	2	TA1	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+60
	3	TA2	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	4x2 m	0+100
	4	TA3	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+140
	5	TA4	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+260
	6	TA5	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+310
	7	TA6	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+450
	8	TA7	PONTE	L = 36 m	0+500
	9	TA8	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+630
10	TA9	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	0+710	
<b>ROTATORIA R1</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
Ramo 1-R1	11	TA10	PONTE	L= 20 m	0+760
<b>TRATTO AP2</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	-	-	-	-	-
<b>ROTATORIA R2</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
Ramo 1-R2	12	TA11	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	4x2 m	1+300
<b>TRATTO AP3</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	13	TA12	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	4x2 m	1+450
	14	TA13	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	1+900
<b>ROTATORIA R3</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
Ramo 1-R3	15	TA14	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	14x2.5 m	2+250
<b>TRATTO AP4 (stralcio di Completamento - ESCLUSO DAL PRESENTE APPALTO)</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	16	TA15	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	4x2 m	2+460
	17	TA16	PONTE	L=35 m	3+950
	18	TA17	PONTE	L=35 m	4+160
	19	TA18	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	10x2.5 m	5+710
<b>ROTATORIA R4</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
Ramo 2-R4	20	TA19	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	10x2.5 m	5+750
<b>TRATTO AP5</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	21	TA20	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	6+210
	22	TA21	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	6+540
	23	TA22	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	6+710
<b>ROTATORIA R5</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
Ramo 1-R5	24	TA23	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	8x2.5 m	6+800
<b>TRATTO AP6</b>	<b>N°</b>	<b>ID</b>	<b>TIPO OPERA</b>	<b>DIMENSIONI</b>	<b>pkm</b>
	25	TA24	ATTRAVERSAMENTO SCATOLARE	2x2 m	6+870

*Tabella XXIX - Tabella riepilogativa attraversamenti idraulici*

### 5.3.9. Deviazione e sistemazione dei corsi d'acqua interferenti l'infrastruttura

In continuità a quanto descritto nei capitoli precedenti si è provveduto a schematizzare i tratti dei corsi d'acqua che, in intersezione o in affiancamento all'infrastruttura di progetto, necessitano di interventi di deviazione e simultanea sistemazione dell'alveo, a salvaguardia dei rilevati stradali e a limitazione dei processi erosivi degli alvei stessi. Detti interventi sono anch'essi schematizzati nell'elaborato C14-T00PS00IDRCT00B "Planimetria delle sistemazioni idrauliche" e vengono riepilogati nella sottostante tabella:

DEVIAZIONE/SISTEMAZIONE ALVEI FLUVIALI						
ROTATORIA R0	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
TRATTO AP1	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	1	DA0	scavo canale e applicazione gabbioni in pietrame	6 m	194 m	0+20
ROTATORIA R1	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	-	-	-	-	-	-
TRATTO AP2	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	2	DA1	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	8 m	120 m	0+800
	3	DA2	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	2 m	487 m	0+800 - 1+300
ROTATORIA R2	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	-	-	-	-	-	-
TRATTO AP3	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	4	DA3	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	2 m	162 m	1+300 - 1+450
	5	DA4	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	3 m	198 m	2+100 - 2+250
ROTATORIA R3	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
Ramo 1-R3	-	-	-	-	-	-
TRATTO AP4 (stralcio di Completamento)	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	6	DA5	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	3 m	1700 m	2+250 - 3+950
	7	DA6	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	3 m	185 m	2+470 - 2+660
	8	DA7	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	3 m	186 m	3+950 - 4+120
ROTATORIA R4	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
Ramo 2-R4	-	-	-	-	-	-
TRATTO AP5	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	9	DA8	scavo canale e applicazione materassi tipo RENO	1 m	86 m	6+500 - 6+600
ROTATORIA R5	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
Ramo 1-R5	-	-	-	-	-	-
TRATTO AP6	N°	ID	TIPO SISTEMAZIONE	LARGHEZZA ALVEO	LUNGHEZZA INTERVENTO	pkm (ca)
	-	-	-	-	-	-

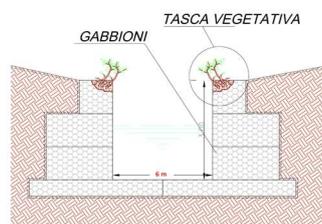
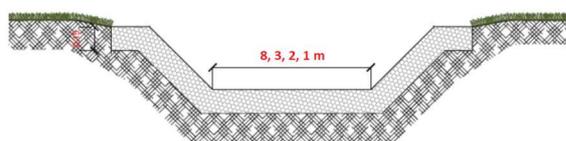


Tabella XXX - Tabella riepilogativa delle deviazioni e sistemazioni degli alvei fluviali e torrentizi

## 6. STUDIO DEI PRESIDI IDRAULICI E SISTEMI DI DRENAGGIO DI PIATTAFORMA

A monte della progettazione dei sistemi di drenaggio è stato condotto uno studio delle pendenze stradali, sia in direzione longitudinale, in relazione ai profili altimetrici di progetto del tracciato selezionato, che in direzione trasversale, in relazione all'andamento planimetrico del percorso.

### 6.1. DRENAGGIO DELLE ACQUE DI PIATTAFORMA

Per assicurare il tempestivo allontanamento dell'acqua ruscellante sulla piattaforma stradale e garantire l'assenza di ristagni d'acqua sulla superficie di usura sono stati previsti i sistemi classici di smaltimento acque in accordo con gli strumenti legislativi vigenti.

#### 6.1.1. Smaltimento acque nei tratti in rilevato

Nei tratti in rilevato lo smaltimento delle acque meteoriche avviene per mezzo di un sistema rete di condotte e caditoie grigliate per quanto riguarda i tratti di nuova costruzione, mentre nel tratto esistente sono presenti prevalentemente sistemi composti da canalette alla francese ed embrici o canalette e caditoie. La pendenza trasversale convoglia le acque ai margini dove vengono contenute mediante il cordolo della canaletta, interrotto con regolare frequenza da un embrice che convoglia le acque ad un fosso di guardia di sezione trapezoidale in calcestruzzo disposto al piede del rilevato (Figura 36, Figura 37 e Figura 38), o da una caditoia grigliata che tramite condotta sottostante drena l'acqua fino al recapito finale.

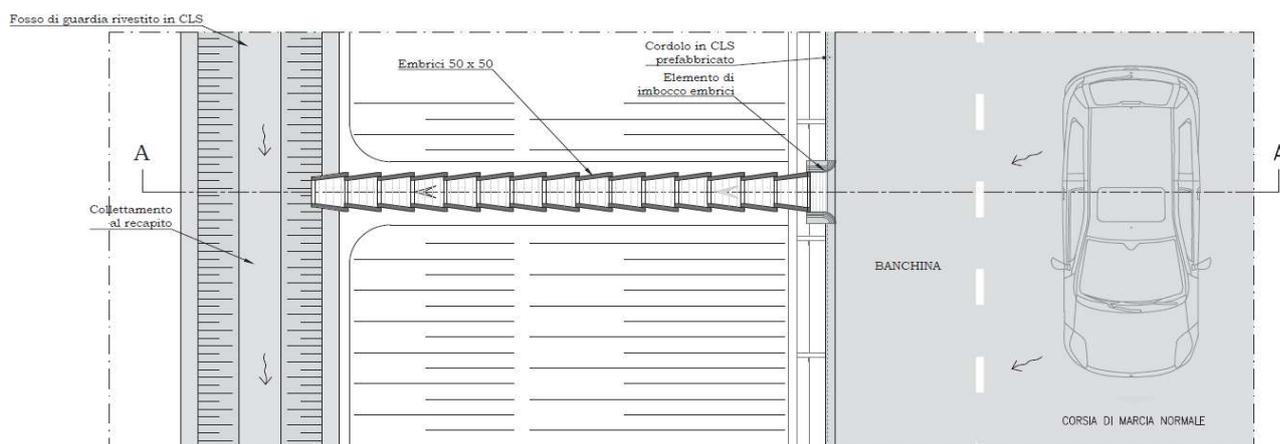


Figura 36- scarico al fosso di guardia con embrici

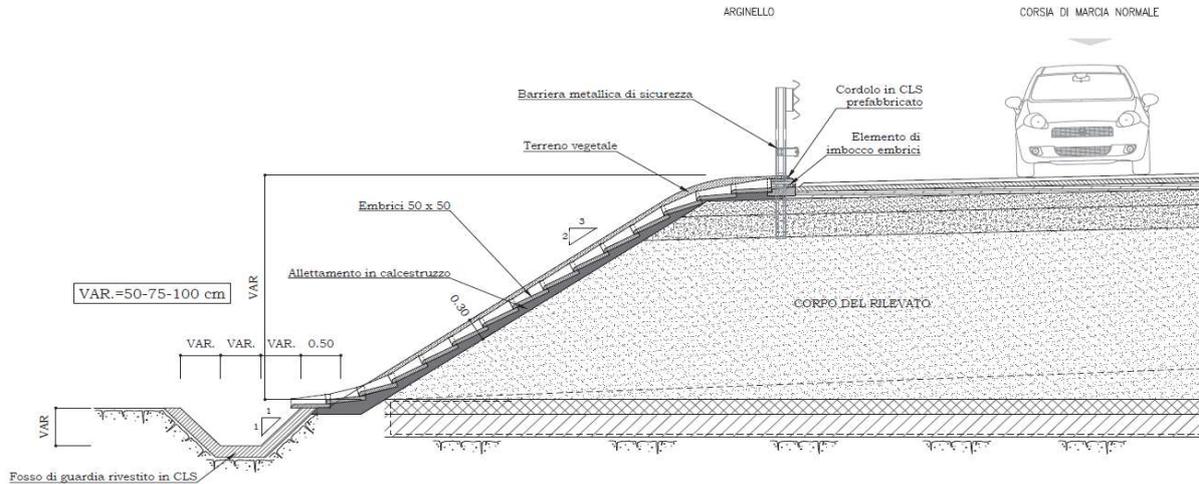


Figura 37 - scarico in rilevato

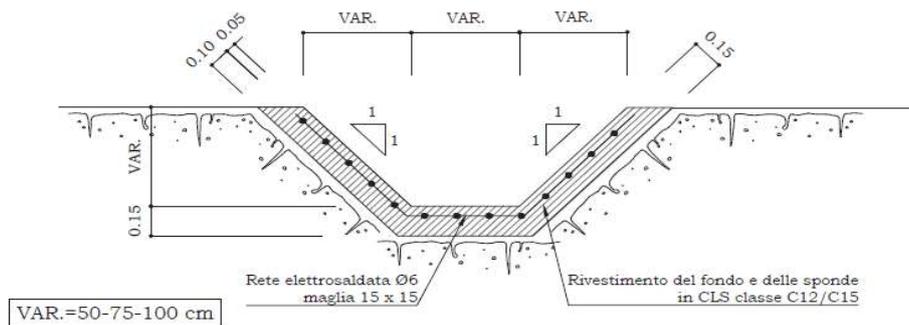


Figura 38 - Fosso di guardia - sezione tipo con rivestimento in cls

### 6.1.2. Smaltimento acque nei tratti in trincea

Per quanto riguarda la piattaforma stradale in trincea il drenaggio è costituito da cunette triangolari (alla francese) poste al lato della strada ove non sono presenti cordoli che svolgano la funzione di battente idraulico. Le cunette triangolari scaricano con regolare frequenza mediante embrici o pozzetti grigliati a condotte sottostanti in PVC di vari diametri (Figura 39 e Figura 40). Nei tratti in cui sono previsti cordoli che bloccano il deflusso superficiale, il sistema è composto da pozzetti con caditoia grigliata, di adeguata classe di resistenza e disposti con passo regolare, e condotte di raccordo in PVC che recapitano nei fossi di guardia stradali o si allacciano alla rete esistente ove previsto.

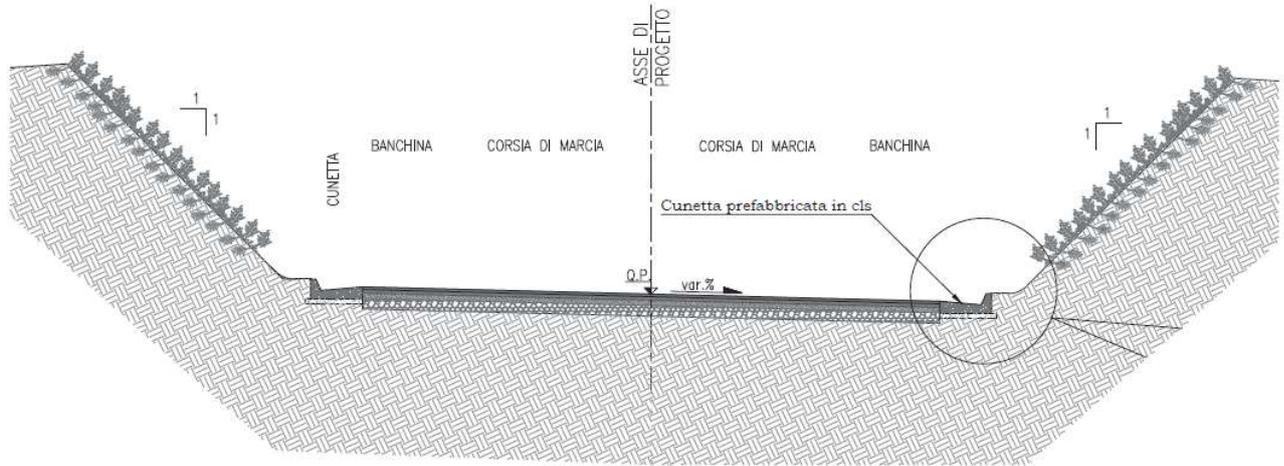


Figura 39 - drenaggio per sezione in trincea

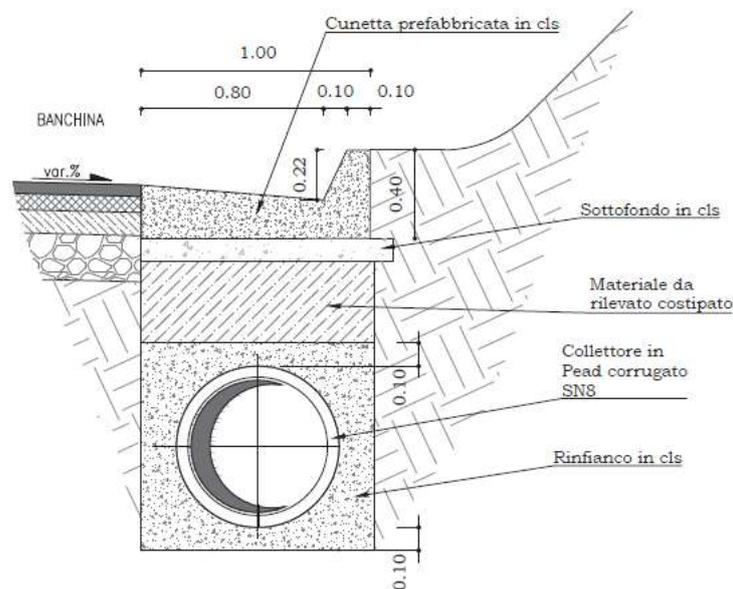


Figura 40 - elemento corrente cunetta + tubazione

L'intero ammontare del deflusso superficiale sarà poi convogliato in impianti di trattamento a Vasca di Prima Pioggia, per poi finire nel recettore naturale finale una volta naturalizzato.

## 6.2. VASCHE DI PRIMA PIOGGIA

Al fine di intercettare ed escludere dallo scarico una notevole percentuale degli inquinanti veicolati dalle acque di deflusso, nello studio in oggetto è stato previsto il posizionamento di 2 Vasche di Prima Pioggia,

con lo scopo di separare le acque di sgrondo delle piattaforme stradali, riducendo quindi sensibilmente la quantità di inquinanti recapitati ai recettori naturali o infiltrate nelle falde.

Tutta la precedente Normativa a regolamentazione del dilavamento delle acque meteoriche preesistente è stata abrogata con l'introduzione del D.Lgs. 3 Aprile 2006, n° 152 che recepisce, inoltre, a livello nazionale le normative europee 91/271/CEE e 91/676/CEE. Secondo l'Art. 113 del D.Lgs. 152 la prevenzione dei rischi idraulici ed ambientali è disciplinata dalle Regioni; la Regione Abruzzo, in tal senso, attua tale prescrizione con la L.R. n°31 del 29 Luglio 2010 "Norme regionali contenenti la prima attuazione del decreto legislativo 3 Aprile 2006 n°152 (Norme in materia ambientale)".

Le principali sostanze inquinanti legate al traffico derivano dall'abrasione del manto stradale, delle gomme, dei ferodi dei freni, da perdite di liquidi, da emissioni di combustioni, da perdite di merci trasportate e da polveri depositate. Come noto, il particolato derivante dalla ricaduta degli inquinanti sovraccitati si deposita sul manto stradale e viene dilavato durante le precipitazioni. In particolare, le acque di prima pioggia risultano cariche di tali sostanze inquinanti.

Per riassumere, le principali funzioni di tali presidi sono:

- Intercettare le acque di dilavamento, in particolare quelle di prima pioggia prima del loro recapito
- Sedimentare il particolato che contiene buona parte degli inquinanti
- Disoleare gli oli minerali e le sostanze leggere
- Filtrare le acque residue
- Immagazzinare per un determinato periodo di tempo i liquidi pericolosi accidentalmente sversati, in attesa dell'arrivo dei mezzi di emergenza

Si è dunque provveduto a schematizzare, per tutto il percorso di progetto, un sistema di raccolta delle acque di prima pioggia (Cfr Elab. C14-T00PS00IDRCT00B "Planimetria delle sistemazioni idrauliche").

Altresì, vista l'assenza di un sistema similare per la tratta di strada esistente in adeguamento, la progettazione ha previsto di integrare tale sistema di raccolta acque anche per la vecchia piattaforma.

In questa prima fase preliminare si è ipotizzata l'esecuzione di un sistema di raccolta composto da vasche in calcestruzzo con processo meccanico di sedimentazione con setti per la disoleazione, motivato sia dalle dimensioni contenute del sistema, sia dalle migliori opportunità di collocazione e dalla più facile manutenzione periodica. Per ridurre ulteriormente gli effetti di impatto ambientale e visivo si è ipotizzata inoltre la possibilità di applicazione di vasche in HDPE sotterranee. Gli scarichi delle vasche verranno direzionati in fossati e corsi d'acqua esistenti, sfruttando in quota parte la rete di drenaggio naturale affluente nel torrente Mondragone e dunque nell'Aterno.

La logica del posizionamento planimetrico delle Vasche di Prima Poggia discende innanzitutto dall'individuazione dei punti di compluvio idraulico, nei quali il deflusso deve essere comunque captato poiché ivi converge in maniera naturale, ed in base alla presenza o meno nelle vicinanze di un mezzo recettore finale (fossato).

Un pre-dimensionamento volumetrico delle vasche può essere condotto sulla base dei dati dimensionali del tracciato selezionato e sul recepimento della Legge Regionale in materia L.R. n°31 del 29 Luglio 2010, Capo V, Art.12, comma 1, lettera a: *"acque di prima pioggia: primi 40 metri cubi di acqua per ettaro di*

superficie scolante servita dalla fognatura, per eventi meteorici distanziati tra loro di almeno 7 giorni, restando escluse da tale computo le superfici coltivate".

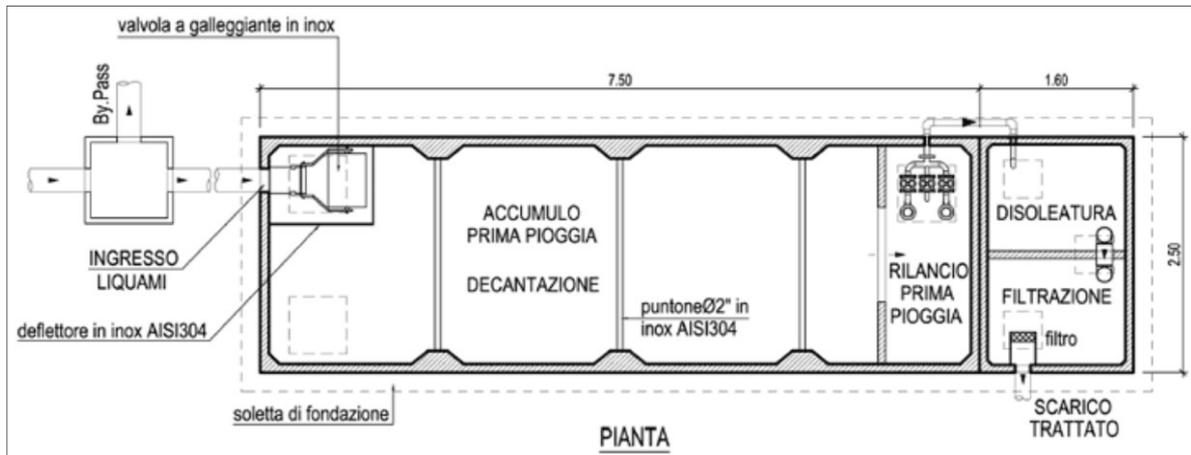


Figura 41: vasca di prima pioggia in linea (Vasca di Transito) per fognatura unitaria - Pianta (De Marinis, 2009)



Figura 42: vasca di prima pioggia in linea (Vasca di Transito) per fognatura unitaria  
 Sezione longitudinale (De Marinis, 2009)