

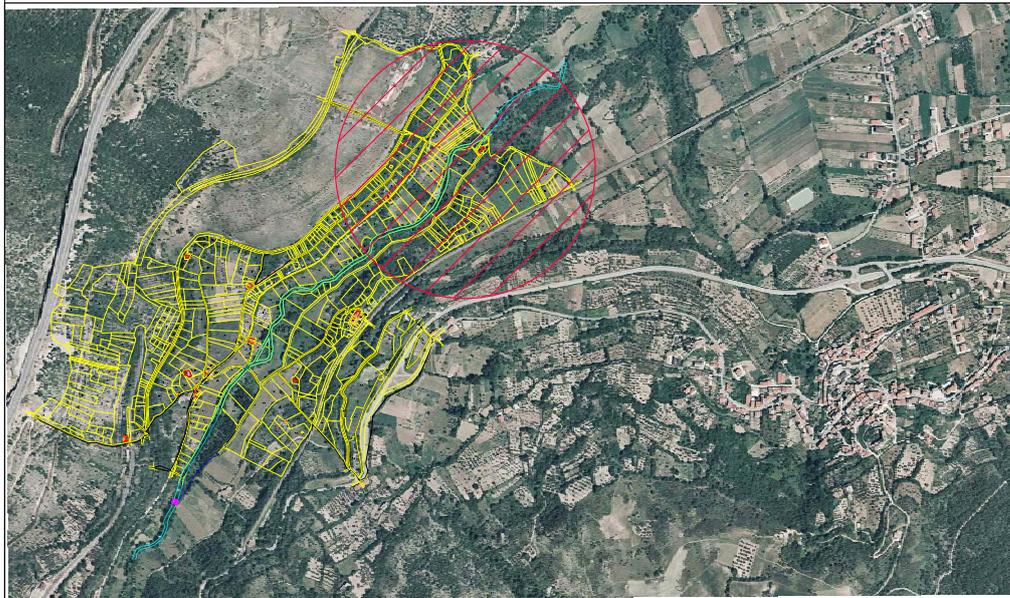
### Comune di BUGNARA (L'AQUILA)



**OGGETTO: VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA**

Progetto definitivo per la realizzazione di piccolo impianto idroelettrico nel Comune di Bugnara (AQ), con recupero di infrastruttura tecnologica esistente: mulino ad acqua di proprietà del Comune denominato "Capaldo".

- Regio Decreto n. 1775 del 11/12/1933 - "Approvazione del testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici"
- D. Lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i. - ALLEGATO IV parte 2, punto 2, lettera m): Verifica di assoggettabilità a VIA per "impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza nominale di concessione superiore a 100 kW e, per i soli impianti idroelettrici che rientrano nella casistica di cui all'articolo 166 del decreto legislativo n. 152 del 2006 ed all'articolo 4, punto 3.b, lettera i), del decreto del Ministro dello sviluppo economico in data 6 luglio 2012, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 159 del 2012, con potenza nominale di concessione superiore a 250 kW;"
- Decreto Presidente Giunta Regione Abruzzo n. 3/REG del 2007 - "Regolamento: Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica, di riutilizzo delle acque reflue e di ricerche di acque sotterranee"
- Legge Regione Abruzzo n. 19 del 16/07/2013 - "Modifiche e integrazioni alla legge regionale 7 giugno 1996, n. 36 (Adeguamento funzionale, riordino e norme per il risanamento dei Consorzi di Bonifica) e altre disposizioni normative" art. 5 comma 1, lettere a) e b).



### STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA



Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila N. 2324  
Via Cornacchiola n. 12/A - 67039 SULMONA (AQ)  
Cod. Fisc.: SNTMRA81L14L186X - P. Iva: 01767120668  
Tel. e Fax: 0864-950460 - mob.: 347-8324232  
email: mariosantini3@virgilio.it - mario.santini2@ingpec.eu



### VERIFICA DI ASSOGGETTABILITA' A VIA - PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO IDROELETTRICO CON RECUPERO DI MULINO AD ACQUA

ELABORATO TECNICO "STUDIO PRELIMINARE DI IMPATTO AMBIENTALE"

SCALA

-

DATA	SPAZIO PER UFFICIO	REVISIONI	TAVOLA N.
31/10/2013		N. 0 DEL 30/10/2013	ET16

LE COPIE NON FIRMATE E TIMBRATE SONO DA CONSIDERARSI BOZZE DI PROGETTO E COME TALI PROVVISORIE

I Diritti di memorizzazione elettronica, di riproduzione e adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo degli elaborati grafici (compreso riprese fotografiche, microfilm e copie fotografiche) sono riservati. Nessuna parte di questi elaborati può essere riprodotta, diffusa o rielaborata, senza l'autorizzazione scritta del Committente e dell'ing. Mario Santini, proprietari dell'opera.

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
 Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

## STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

**D. Lgs. n. 152/06 e s.m.i. - Allegato IV punto 2 lettera m) “impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza installata superiore a 100 kW”**



**RECUPERO ANTICO MULINO AD ACQUA DENOMINATO “CAPALDI” DI  
 PROPRIETA’ DEL COMUNE DI BUGNARA (AQ) E REALIZZAZIONE  
 PICCOLO IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE E PARCO  
 NATURALE TEMATICO EDUCATIVO**

### ELAB. DOC. N. 01

0	EMISSIONE PER COMMENTI	ING. M. SANTINI	ING. M. SANTINI	ING. M. SANTINI	20/11/2013
Rev.	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

## INDICE

<b>1.</b>	<b>GENERALITÀ -----</b>	<b>7</b>
<b>1.1</b>	<b>UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO E DATI GENERALI -----</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO-----</b>	<b>11</b>
<b>3.</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE-----</b>	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>L'IMPIANTO IDROELETTRICO-----</b>	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>OBIETTIVI, FINALITÀ DEL PROGETTO E SOGGETTO PROPONENTE -----</b>	<b>16</b>
<b>3.3</b>	<b>OPZIONE ZERO -----</b>	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>ALTERNATIVE DI PROGETTO-----</b>	<b>16</b>
<b>3.5</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO "MULINO CAPALDI" DEL COMUNE DI BUGNARA (AQ)-----</b>	<b>17</b>
3.5.1	OPERA DI PRESA -----	17
3.5.2	EDIFICIO CENTRALE -----	17
3.5.3	CONDOTTA FORZATA -----	19
3.5.4	CANALE DI RESTITUZIONE-----	20
<b>4.</b>	<b>QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE -----</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>ANALISI DEL REGIME VINCOLISTICO SOVRAORDINATO-----</b>	<b>21</b>
<b>4.1.1</b>	<b>AREE PROTETTE (L. 394/1991) – RETE NATURA 2000 (S.I.C. –Z.P.S.) -----</b>	<b>21</b>
<b>4.1.2</b>	<b>VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 3267/1923) -----</b>	<b>27</b>
<b>4.2</b>	<b>PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA -----</b>	<b>28</b>
<b>4.3</b>	<b>PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME ATERNO "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI" – P.A.I. -----</b>	<b>29</b>
4.3.1	PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (P.S.D.A.) -----	32
<b>4.4</b>	<b>COERENZA DELLE ATTIVITÀ CON IL REGIME VINCOLISTICO E GLI STRUMENTI DELLA PROGRAMMAZIONE -----</b>	<b>34</b>
<b>4.5</b>	<b>ASPETTI DEMOGRAFICI ED OCCUPAZIONALI DEL TERRITORIO-----</b>	<b>34</b>
<b>4.6</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE -----</b>	<b>36</b>

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

4.6.1	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE</b>	<b>36</b>
4.6.2	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME</b>	<b>39</b>
4.6.3	<b>CARATTERE SISMICO DELL'APPENNINO ABRUZZESE E ASSETTO TETTONICO DELLA CONCA DI SULMONA</b>	<b>42</b>
4.6.4	<b>SISMICITÀ</b>	<b>46</b>
4.7	<b>IDROGEOLOGIA</b>	<b>49</b>
4.7.1	<b>INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE</b>	<b>49</b>
4.7.2	<b>CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI</b>	<b>53</b>
4.7.3	<b>PERMEABILITÀ DEI SUOLI</b>	<b>56</b>
4.7.4	<b>DEFLUSSO MINIMO VITALE</b>	<b>56</b>
4.8	<b>GEOMORFOLOGIA</b>	<b>59</b>
4.8.1	<b>INQUADRAMENTO MORFOLOGICO GENERALE</b>	<b>59</b>
4.8.2	<b>CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE LOCALI</b>	<b>61</b>
4.9	<b>IDROGRAFIA</b>	<b>67</b>
5.	<b>CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE FLUVIALE</b>	<b>69</b>
5.1	<b>QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE E STATO AMBIENTALE (SACA)</b>	<b>69</b>
5.1.1	<b>CALCOLO DELLO STATO ECOLOGICO (SECA) E DELLO STATO AMBIENTALE (SACA) DEI CORPI IDRICI SECONDO IL D.LGS 152/99</b>	<b>75</b>
5.1.2	RISULTATI RELATIVI AL FIUME SAGITTARIO	81
5.1.3	ANALISI DELLE PRESSIONI ED ATTRIBUZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE	88
5.2	<b>INVENTARIO MACROBENTONICO</b>	<b>89</b>
5.3	<b>FAUNA ITTICA</b>	<b>92</b>
5.4	<b>CARATTERISTICHE MORFO-IDROLOGICHE E VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE</b>	<b>97</b>
5.4.1	CARATTERISTICHE MORFO-IDROLOGICHE DELL'AMBIENTE FLUVIALE E FAUNA ITTICA	98
5.5	<b>VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)</b>	<b>103</b>
5.5.1	RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'IFF SUL TRATTO DEL FIUME SAGITTARIO	108
5.6	<b>FLORA, VEGETAZIONE E FAUNA</b>	<b>111</b>
5.6.1	METODOLOGIA	111

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

5.6.2	ANALISI FLORISTICA-----	112
5.6.2.1	ANALISI FITOSOCIOLOGICA-----	115
5.6.2.2	INQUADRAMENTO BIOCLIMATICO-----	116
5.6.3	INQUADRAMENTO FLORISTICO E VEGETAZIONALE -----	120
5.6.3.1	VEGETAZIONE DI AREA VASTA -----	120
5.6.4	LINEAMENTI FLORISTICI E VEGETAZIONALI DELL'AREA DI STUDIO -----	121
5.6.4.1	QUERCETI TERMOFILI A QUERCUS PUBESCENS E ACER CAMPESTRE-----	122
	5.6.4.2 <i>FORMAZIONI ERBACEE A BROMUS HORDEACEUS, B. GUSSONEI E</i>	
	<i>MEDICAGO SATIVA</i> -----	126
	5.6.4.3 <i>VEGETAZIONE RIPARIALE A POPULUS NIGRA, ACER CAMPESTRE E SALIX</i>	
	<i>ALBA 128</i>	
5.6.5	SERIE DINAMICA DELLA VEGETAZIONE -----	132
5.6.6	CARTA FISIONOMICO STRUTTURALE DEL PAESAGGIO VEGETALE -----	133
5.6.7	VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ SU BASE VEGETAZIONALE -----	135
5.6.8	FAUNA -----	137
	5.6.8.1 <i>ANFIBI</i> -----	137
	5.6.8.2 <i>RETTILI</i> -----	137
	5.6.8.3 <i>MAMMIFERI</i> -----	138
	5.6.8.4 <i>UCCELLI</i> -----	140
<b>6.</b>	<b>INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI -----</b>	<b>146</b>
<b>6.1</b>	<b>QUALITÀ DELL'ARIA -----</b>	<b>146</b>
<b>6.2</b>	<b>SUOLO E SOTTOSUOLO-----</b>	<b>147</b>
<b>6.3</b>	<b>AMBIENTE FLUVIALE -----</b>	<b>148</b>
6.3.1	SOTTRAZIONE DI PORTATA AL CORSO D'ACQUA -----	148
6.3.2	PERDITA DI HABITAT ACQUATICO -----	152
6.3.3	INTERRUZIONE DEL CONTINUUM FLUVIALE -----	154
6.3.4	MORTALITÀ DELLA FAUNA ITTICA DOVUTA AL FUNZIONAMENTO DELLA	
	TURBINA -----	157
6.3.5	MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E FISICHE	
	(TEMPERATURA) DELL'ACQUA -----	157
6.3.6	IMPATTI SULL'AMBIENTE FLUVIALE DA GUASTI DELLE APPARECCHIATURE-----	158
<b>6.4</b>	<b>FLORA VEGETAZIONE E FAUNA -----</b>	<b>163</b>
6.4.1	PREMESSA -----	163
6.4.2	CARTA DELLA QUALITÀ NATURALISTICA -----	163

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

6.4.3	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI -----	166
6.4.4	CONCLUSIONI SUGLI IMPATTI NATURALISTICI -----	169
<b>6.5</b>	<b>PAESAGGIO -----</b>	<b>170</b>
<b>6.6</b>	<b>RUMORE -----</b>	<b>170</b>
<b>6.7</b>	<b>RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE -----</b>	<b>170</b>
<b>6.8</b>	<b>RIFIUTI -----</b>	<b>172</b>
<b>6.9</b>	<b>DISMISSIONE IMPIANTO -----</b>	<b>172</b>
<b>6.10</b>	<b>METODOLOGIA DI VALUTAZIONE -----</b>	<b>176</b>
<b>7.</b>	<b>MISURE DI MITIGAZIONE -----</b>	<b>185</b>
7.1	EMISSIONI IN ATMOSFERA -----	185
7.2	SUOLO E SOTTOSUOLO -----	185
7.3	AMBIENTE FLUVIALE -----	185
7.4	FLORA VEGETAZIONE E FAUNA -----	187
7.5	PAESAGGIO -----	189
7.6	RUMORE -----	189
7.7	RIFIUTI -----	190
<b>8.</b>	<b>MISURE DI COMPENSAZIONE -----</b>	<b>191</b>
<b>9.</b>	<b>MONITORAGGIO -----</b>	<b>198</b>
<b>10.</b>	<b>CONCLUSIONI -----</b>	<b>201</b>
<b>11.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA -----</b>	<b>204</b>

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

## **ALLEGATI DI PROGETTO**

<b>TAV. 1</b>	<b>SINTESI NON TECNICA</b>
<b>TAV. 2</b>	<b>RELAZIONE TECNICA</b>
<b>TAV. 3</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE</b>
<b>TAV. 4</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED AMBIENTALE – STRALCIO CATASTALE</b>
<b>TAV. 5</b>	<b>PROFILI LONGITUDINALI E TRASVERSALI</b>
<b>TAV. 6</b>	<b>PROGETTO OPERE DI DERIVAZIONE</b>
<b>TAV. 6 BIS</b>	<b>PROGETTO OPERE DI DERIVAZIONE E CENTRALE</b>
<b>TAV. 7</b>	<b>PIANO FINANZIARIO E CRONOPROGRAMMA LAVORI</b>
<b>TAV. 8</b>	<b>RELAZIONE TECNICA SULLE FASI PER LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI CANTIERE E CRONOPROGRAMMA</b>
<b>TAV. 9</b>	<b>PIANO DI GESTIONE E MANUTENZIONE DELLE OPERE</b>
<b>TAV. 10</b>	<b>TAVOLA DELLA VIABILITA' E DEL CANTIERE</b>
<b>TAV. 11</b>	<b>SISTEMAZIONE FINALE DELL'AREA A PARCO EDUCATIVO</b>
<b>TAV. 12</b>	<b>RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IDROLOGICA E DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>
<b>TAV. 13</b>	<b>STUDIO PREVISIONALE DI IMPATTO ACUSTICO</b>
<b>TAV. 14</b>	<b>RELAZIONE SULLE CARATTERISTICHE CHIMICO- FISICHE DELL'ACQUA IN TURBINA</b>
<b>TAV. 15</b>	<b>STUDIO GEOLOGICO AMBIENTALE E GEOTECNICO</b>
<b>TAV. 16</b>	<b>STUDIO PRELIMINARE DI IMPATTO AMBIENTALE</b>

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

## 1. GENERALITÀ

Il presente Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) concerne la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale richiesta ai fini della **realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente da collocare all'interno di un mulino di proprietà del Comune** ubicato nel territorio del comune di Bugnara, Provincia dell'Aquila, Regione Abruzzo.

Sulla base delle attività previste, il presente documento è articolato come segue:

- **Quadro di riferimento programmatico:** esamina il contenuto degli atti di programmazione e pianificazione territoriale vigenti nell'area di intervento, al fine di verificare la conformità del progetto alle previsioni in materia urbanistica, ambientale e paesaggistica ed individuare eventuali elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto;
- **Quadro di riferimento progettuale:** descrive dettagliatamente il progetto e le tecniche operative adottate indicando la natura e le quantità dei materiali impiegati; raffronta le tecniche prescelte rispetto alle migliori tecnologie disponibili ad un costo sostenibile;
- **Quadro di riferimento ambientale:** analizza le componenti ambientali biotiche ed abiotiche nell'area di interesse, anche tramite l'ausilio di sopralluoghi ed indagini in situ, al fine di individuare eventuali criticità ed elementi di debolezza/sensibilità intrinseci nell'area dell'intervento;
- **Stima degli impatti:** definisce sia qualitativamente che quantitativamente gli effetti potenzialmente significativi delle attività in progetto sulle componenti ambientali;
- **Interventi di mitigazione e compensazione:** illustra le misure di prevenzione, mitigazione e compensazione volte a minimizzare gli impatti con le diverse componenti ambientali (ambiente biotico ed abiotico);

In tal modo il progetto è valutato in merito agli effetti diretti ed indiretti indotti sull'ambiente nelle sue componenti biotiche (l'uomo, la fauna, la flora) ed abiotiche (il suolo, l'acqua, l'aria, il clima, il paesaggio, i beni materiali, il patrimonio culturale, ecc.), nonché in merito alla sua conformità rispetto agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica di vario livello attualmente vigenti.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

## **1.1 UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO E DATI GENERALI**

Nel presente capitolo si fornisce una descrizione sintetica degli ambienti geografici coinvolti nel presente progetto, ovvero del territorio di Bugnara situato nella conca della Valle Peligna in provincia dell'Aquila.

La Valle Peligna, deriva il suo nome dal greco peline = fangoso, limaccioso. In età preistorica, infatti, la conca di Sulmona era occupata da un vastissimo lago; in seguito a disastrosi terremoti la barriera di roccia che ostruiva il passaggio verso il mare dell'acqua crollò. La stessa presenta una superficie di 100 km quadrati ed un'altitudine media di 300-440 m dal livello del mare. Posta tra le coordinate geografiche da 41°48'10" a 42°11'45" di latitudine nord e da 13°46'10" a 13°69'42" di longitudine est. È attraversata dai fiumi Aterno e Sagittario che confluiscono. Confina ad ovest con la conca del Fucino e con la valle del Sagittario, e a nord-ovest con la valle dell'Aterno ad est con la provincia di Pescara, a sud con la zona dell'alto Sangro. Fanno parte di questa valle le cittadine di Popoli, Raiano, Vittorito, Corfinio, Roccacasale, Pratola Peligna, Prezza, Sulmona, Introdacqua, Bugnara, Pacentro, Pettorano sul Gizio. Eccetto la prima, in provincia di Pescara, e Sulmona, sono tutte ricomprese sotto la tutela della Comunità Montana Peligna.

La città di Bugnara è situata all'interno della Valle Peligna; provenendo dalle gole scavate dal fiume Sagittario, il centro abitato è il primo paese della conca di Sulmona posto sull'antica strada Sannitica che porta fino a Scanno e Villetta Barrea. Bugnara sorge ai piedi del Colle Rotondo (912 metri) e del monte Genzana (oltre 2000 m) ed il suo territorio è delimitato a nord dal fiume Sagittario, dominando dall'alto tutta la Valle Peligna con un abitato quasi del tutto concentrato attorno alla rocca dominata dal Castello Ducale.

La strada principale che collega Sulmona a Scanno è la Statale n. 479 sulla cui sinistra procedendo verso Scanno è situato il Comune di Bugnara.

Il territorio comunale è interessato principalmente da questa infrastruttura viaria, dalla

**GRUPPO DI LAVORO**

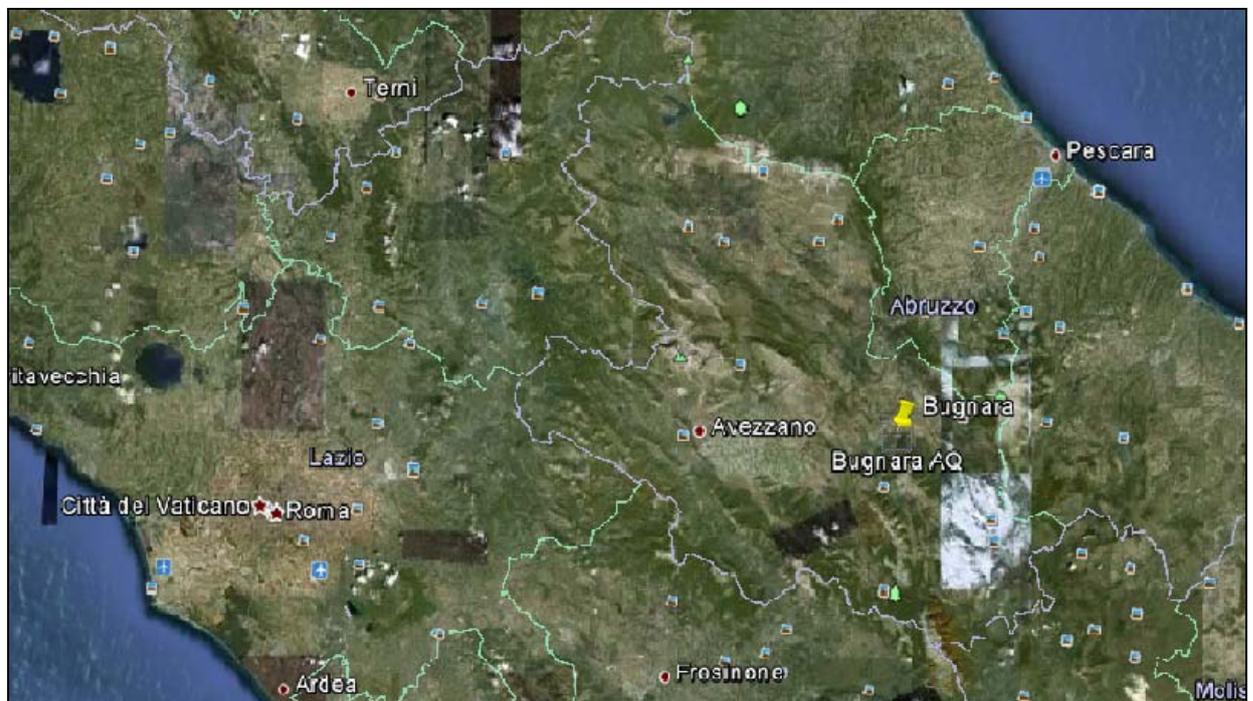
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA****STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA****MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

linea ferroviaria Pescara – Sulmona – Roma e dall’autostrada A25 Pescara – Roma così come evidenziato nella figura sottostante allegata.

A livello urbanistico il paese è a forma di triangolo tipico degli insediamenti medioevali, sviluppatosi attorno al palazzo gentilizio sulla sommità del paese stesso con edifici principalmente in muratura. La valle del fiume Sagittario che prende nome dall’omonimo fiume che ivi vi scorre è dislocata al di fuori del contesto urbanistico e abitativo del paese.



**Figura 1.1 – Inquadramento preliminare del territorio di Bugnara (AQ) – Veduta aerea satellitare**

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA****STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA****MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

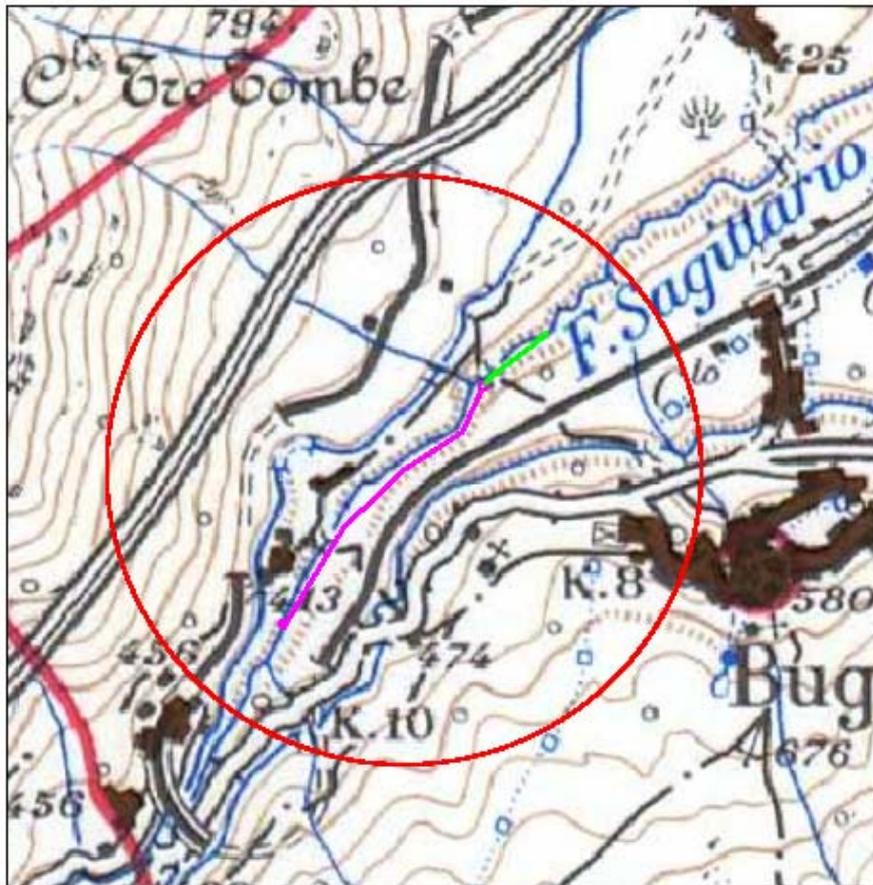


Figura 1.2 – Carta del territorio urbanizzato scala 1:20.000; particolare area della Valle del Fiume Sagittario in cui verrà realizzata l'opera. In colore magenta è riportato sia il canale di carico del mulino che l'edificio del mulino stesso entrambi esistenti, in colore verde il canale di restituzione anch'esso esistente.

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

## **2. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO**

Questa sezione dello SIA ha lo scopo di descrivere le possibili interazioni tra l'intervento proposto e gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, nonché le interazioni con il regime vincolistico e la normativa regionale, nazionale e comunitaria.

A livello comunitario con l'emanazione di numerose direttive e a seguito di recepimento nazionale, le fonti rinnovabili da qualche anno sono fortemente caratterizzate da uno sviluppo sensibile che si propone di incrementare le opportunità lavorative, sociali, economiche e soprattutto ambientali.

Alla luce di ciò, l'intervento si colloca in ragione del Decreto Legislativo Bersani, n. 79 del 1999, grazie al quale è stato liberalizzato il mercato dell'energia elettrica garantendo la libera concorrenza e la possibilità imprenditoriale di realizzare centrali elettriche, il DM 10/09/2010 con il quale l'Italia si è dotata di linee guida per l'autorizzazione di impianti alimentati da fonti rinnovabili ed in ultimo il decreto n. 28 del 2011 con il quale lo stato promuove lo sviluppo delle fonti rinnovabili garantendo semplificazioni delle procedure amministrative di autorizzazione e approvazione dei progetti.

La Regione Abruzzo ha recepito le normative nazionali ed in questa ottica il progetto dovrebbe avere la propria affermazione, in quanto valido sotto il profilo ambientale, economico e sociale, consentendo la tanto millantata diversificazione della produzione di energia elettrica, limitando l'inquinamento atmosferico grazie all'emissione zero di anidride carbonica.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

### 3. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

#### 3.1 L'IMPIANTO IDROELETTRICO

##### ▪ Caratteristiche

Il progetto riguarda la costruzione di un impianto idroelettrico sul fiume Sagittario ricadente interamente nel territorio del Comune di Bugnara (AQ). La derivazione di acqua è prevista in sponda destra del fiume a quota 453,42 m s.l.m, originariamente esistente per alimentare a circa 800 metri più a valle il mulino “Capaldi”. L’edificio di centrale sarà realizzato proprio all’interno di questo fabbricato ormai rudere da recuperare in fase di ristrutturazione, in località Mulino “Capaldi” a quota 437,34 m s.l.m., sempre in sponda destra del fiume, nelle adiacenze del ponte che collega la strada interpoderale S. Giuseppe - Bugnara. L’acqua turbinata dalla centrale verrà totalmente restituita al corso del fiume Sagittario nella predetta località, attraverso un canale di restituzione anch’esso esistente in quanto originariamente a servizio delle acque per il funzionamento del Mulino, adibito pertanto a restituzione delle stesse.

La soluzione progettuale prevede la realizzazione dell’opera di presa in sponda destra, mediante una traversa realizzata in massi e gabbioni cementata e adeguatamente rinverdita, fornita di una griglia in acciaio incernierata sul fondo per consentire la derivazione. In tale ipotesi l’acqua verrà derivata nella vasca di carico e quindi nella condotta di adduzione fino alla centrale. La derivazione di acqua con il sistema della paratoia comandata elettricamente in Bassa Tensione consentirà di modulare la portata da utilizzare per uso idroelettrico ed inoltre in caso di piena, assumendo la stessa una posizione di chiusura, consentirà il libero deflusso delle acque senza opporre alcun ostacolo all’interno dell’alveo. Per facilitare il deflusso in caso di eventi meteorici e/o di piena di una certa rilevanza vi è inoltre lo sfioratore laterale adagiato sulla vasca di carico. Il rilascio del deflusso minimo vitale o DMV prestabilito, pari a 620 litri al secondo, verrà garantito in ogni momento dalla presenza della sezione libera tarata posta a lato della traversa in sinistra idrografica in grado di permettere anche la risalita della fauna acquatica. L’intera opera di presa, ripristinando quella vecchia esistente non risulterà visibile dall’esterno e quindi avrà scarso impatto ambientale. L’opera di presa sarà costituita da una vasca di carico e di decantazione dell’acqua dotata di sfioratore,

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

sarà inoltre installato lo sgrigliatore automatico, il misuratore della portata derivata con possibilità di registrazione dei dati sia istantanei che differiti. Per le dimensioni minime indispensabili si rimanda agli elaborati grafici di progetto allegati.

La condotta di adduzione sarà costituita da tubazioni in PRFV avente un diametro DN 1200, al fine di ridurre gli impatti di trasporto, deposito in cantiere e movimentazione, e le correlate perdite di energia in funzione del diametro. Il calcolo idraulico consente scelta ottimale quella derivante dall'installazione di tale tipologia di tubazione avente diametro DN 1200.

La lunghezza della condotta sarà pari a circa 1000 metri e verrà interrata con fondo dello scavo alla profondità di circa mt. 1.00 dal piano di campagna all'interno del vecchio canale di carico esistente.

Il percorso della condotta avverrà esclusivamente all'interno di questo canale il quale verrà pulito e manutenzionato in fase di installazione della condotta, migliorando le condizioni idrogeologiche globali della zona in esame in cui insisterà l'opera.

**Si precisa che sia l'opera di presa che il vecchio canale di carico nonché l'edificio esistente, il Mulino "Capaldi" sono di esclusiva proprietà del Comune di Bugnara: alla luce di ciò l'impatto sarà pressochè trascurabile non dovendo predisporre espropri e limitando, come detto, i lavori alla sola costruzione dell'opera di presa, dell'installazione della tubazione all'interno del canale in terra e della ristrutturazione del vecchio Mulino da adibire anche ad area parco educativa e ricettiva. La società proponente si è aggiudicata una gara per la costruzione di tale centralina idroelettrica e per il recupero del Mulino, indetta dal comune di Bugnara (vedi anche giusta deliberazione della Giunta Comunale di Bugnara, n. 78 del 18/11/2009 che si allega al presente progetto). L'alveo del fiume non verrà mai interessato dall'opera, dovendo in periodo non riproduttivo per la fauna svolgere i soli lavori di realizzazione dell'opera di presa.**

Nella centrale verrà installato un solo gruppo di generazione con turbina del tipo KAPLAN a doppia regolazione e generatori asincroni trifase di uguale potenza pari 200 KVA. L'edificio di centrale sarà costituito da un piano terra realizzato in cemento armato antisismico con pareti acusticamente isolate per ridurre il rumore, proveniente dalla macchina. All'interno della centrale verranno installati i quadri di misura e di

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

controllo, il trasformatore e tutte le apparecchiature necessarie richieste dalle norme CEI e dall'Enel, la centrale verrà allacciata alla rete Enel mediante linea interrata di Media Tensione distante circa 80 metri dall'edificio.

L'impianto idroelettrico verrà totalmente automatizzato e dotato di telecontrollo a distanza.

Si riporta di seguito uno schema del tratto del fiume Sagittario interessato dalla centrale idroelettrica in argomento, con tabella delle portate disponibili mensilmente durante l'anno nel tratto di monte (circa 2,96 mc/s medi annui) e nel tratto derivato (circa 1,76 mc/s medi annui, ben maggiore di circa il 70% rispetto al DMV prescritto pari a 0,62 mc/s).

**GRUPPO DI LAVORO**

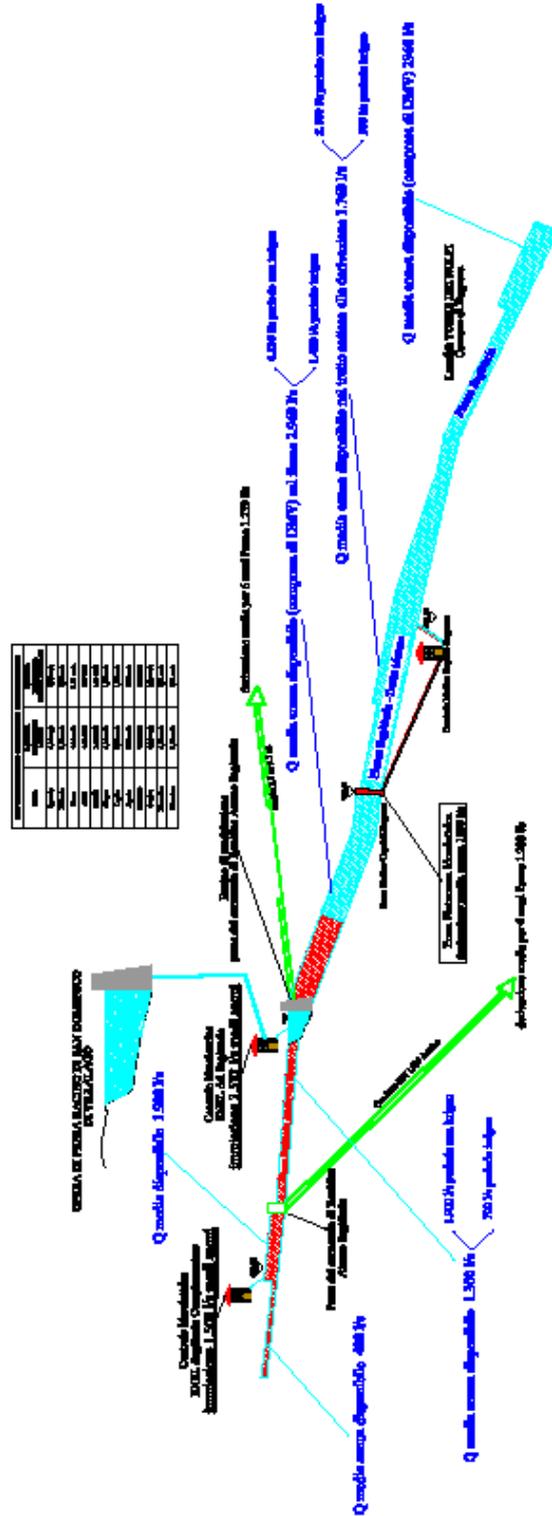
Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
 MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

**SCHEMA DELLE PORTATE DI ACQUA IN IMMISSIONE E IN DERIVAZIONE SUL FIUME SAGITTARIO**



<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

### **3.2 OBIETTIVI, FINALITÀ DEL PROGETTO E SOGGETTO PROPONENTE**

Gli obiettivi e le finalità del progetto sono quelli elencati in premessa, lo sviluppo di una risorsa territoriale locale, al fine di disincentivare la produzione di energia elettrica da fonte convenzionale, soprattutto di natura fossile, realizzando un risparmio in termini di “consumi” di fonti esauribili, a vantaggio di un ulteriore beneficio per l’ambiente equivalente alla non immissione in atmosfera di anidride carbonica.

L’impatto dell’opera molto esiguo per l’ambiente è del tutto irrilevante rispetto ai vantaggi conseguiti sia per la comunità che per l’ambiente stesso. Si rammenta che il progetto prevede anche la realizzazione di un parco naturale tematico allo scopo di educare al senso civico ed al rispetto dell’ambiente, assumendo valenza turistica all’interno di un’area a tutt’oggi in degrado per via della mancanza di manutenzione e del totale abbandono, dettato, soprattutto, dalla mancata coltivazione dei campi, peculiarità determinante fino a cinquanta anni fa.

### **3.3 OPZIONE ZERO**

L’opzione zero è sicuramente quella che non genera alcuna tipologia di impatto ma comunque rappresenterebbe un danno sociale ed economico nonché ambientale allo sfruttamento di risorse non convenzionali quali l’energia idraulica.

Si ritiene pertanto benefica l’iniziativa sotto tutti i punti di vista a favore di vantaggi non soltanto economici per la collettività ma anche sociali ed ambientali nella trasformazione dell’energia attraverso l’acqua.

### **3.4 ALTERNATIVE DI PROGETTO**

Sono state valutate e prese in considerazione diverse alternative di progetto e si è giunti a quella tecnicamente ed ambientalmente più sostenibile. Si precisa che la sola costruzione sarà quella relativa all’opera di presa di modeste dimensioni geometriche, in quanto sia il canale di carico che l’edificio del Mulino sono esistenti e di proprietà del Comune di Bugnara.

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

### **3.5 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO "MULINO CAPALDI" DEL COMUNE DI BUGNARA (AQ)**

#### **3.5.1 OPERA DI PRESA**

È costituita da una piccola vasca di carico di circa 20 mc di volume, alimentata attraverso un breve canale di deviazione da una traversina realizzata in massi, cemento e gabbioni, sulla quale insiste una paratoia, posta in maniera trasversale al senso del flusso nell'alveo del Sagittario.

La vasca di carico è larga circa 2 m, lunga 3 metri e profonda 3 metri.

Dal lato opposto alla presa dalla vasca di carico dipartirà la condotta forzata, protetta da una paratoia di intercettazione, un sistema a doppia griglia e da uno sgrigliatore.

Sul lato maggiore della vasca di carico, longitudinalmente al senso del flusso, sarà ricavato lo sfioratore di sicurezza, con lunghezza di sfioro di oltre 1,80 m, per cui, di fatto, l'opera di presa in questione non costituirà assolutamente una restrizione al libero deflusso delle acque del Sagittario, anche nelle condizioni peggiorative di paratoia di presa chiusa e centrale ferma (condotta intercettata oppure turbina ferma).

#### **3.5.2 EDIFICIO CENTRALE**

Sarà ristrutturato il mulino inserendo l'edificio nel contesto territoriale esistente, ovvero rivestendolo in materiale pietroso (pietra bianca della Majella disponibile in situ) e realizzando una copertura in legno, ma con struttura antisismica in cemento armato gettato in opera.

Nell'edificio centrale sarà installato un generatore asincrono con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale non inferiore a 200 kW.
- Tensione nominale 0,4 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Fattore di potenza nominale 0,9 R
- Velocità di rotazione = 300 giri/min

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

- Quattro terminali esterni (due di linea e due di centro stella).
- Spazzola di messa a terra dell'albero in prossimità del cuscinetto lato turbina.
- Servizio permanente in parallelo con la rete del distributore;
- Isolamento degli avvolgimenti di statore e di rotore in classe F con funzionamento in classe B;
- Raffreddamento del generatore ad aria autoventilato;
- Sovraccarico: la macchina deve sopportare una corrente pari a 1.5 In (In: corrente nominale) per almeno  $t=30$  s,
- Sovravelocità: la macchina sarà in grado di sopportare la velocità di fuga della turbina, e in ogni caso non meno di 1.2 volte la velocità nominale continuativamente;
- L'impianto di produzione rotante sarà in grado di sopportare senza danni le sollecitazioni meccaniche derivanti dai collegamenti in parallelo con la rete erroneamente effettuati con grandezze elettriche di tensione e frequenza fuori dai limiti definiti dalle norme CEI di riferimento, nonché le sollecitazioni meccaniche derivanti da corto circuito bifase e trifase in un punto della rete prossimo ai morsetti della macchina elettrica.

La fornitura sarà completa di:

- Regolatore di velocità con ruota fonica, conforme alle Norme CEI 11-32:2000-08, par.8.3.2;
- Rilevatori di temperatura (termosonde): sei nell'avvolgimento statorico e tre nel pacco statorico;
- Rilevatori di temperatura (termosonde) sul cuscinetto lato accoppiamento;
- Rilevatori di temperatura (termosonde) sul cuscinetto lato opposto accoppiamento;
- Apparecchiatura per il controllo delle vibrazioni dell'albero (accelerometri);
- Resistenze anticondensa con termostato e inserzione a macchina ferma;
- Trasduttore tachimetrico per controllo e protezione;
- Apparecchiatura per il controllo delle vibrazioni;
- Cassetta di centralizzazione degli ausiliari;

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

- Due morsetti di messa a terra della cassa diametralmente opposti e in posizione visibile dall'esterno.

Le prove che saranno effettuate, secondo le Norme CEI vigenti, saranno le seguenti:

- verifica della resistenza degli avvolgimenti;
- controllo delle vibrazioni;
- controllo dei rilevatori di temperatura;
- verifica della resistenza di isolamento degli avvolgimenti statorici e rotorici;
- verifica della tenuta dielettrica verso massa dei componenti rotorici e statorici con tensione applicata, con successiva nuova verifica della resistenza di isolamento;
- misura dell'impedenza rotorica totale;
- misura della tensione d'albero;
- rilevamento della caratteristica di magnetizzazione;
- prova in corto circuito trifase permanente con rilievo della caratteristica;
- rilievo della forma d'onda di tensione (Norma CEI 2-3);
- verifica del senso ciclico delle fasi;
- determinazione delle perdite (Norma CEI 2-6).

### **3.5.3 CONDOTTA FORZATA**

La condotta forzata, infrastruttura lineare, interesserà il territorio per una lunghezza complessiva pari a circa metri 1000. Sarà interamente interrata al di sotto del piano di campagna e sarà costituita da elementi metallici giuntati attraverso un bicchiere senza saldatura, totalmente realizzata in materiale plastico ad alta resistenza chimica e meccanica, per resistere sia agli elementi corrosivi presenti nel terreno che per assicurare che non vi sia alcun tipo di rilascio di sostanze potenzialmente inquinanti sul terreno stesso. Il diametro sarà pari a 1200 mm.

I volumi di scavo prodotti per la messa in opera della condotta saranno pari a circa 4.500 mc, pari ad una sezione di scavo di 1,5 m x 1,5 m x 1,5 metri di profondità per 1 km. Si precisa che tale scavo sarà realizzato all'interno del canale in terra esistente del vecchio mulino, ed in alcuni tratti sicuramente le condizioni del canale stesso consentiranno di minimizzare lo scavo in quanto franato in taluni punti.

Il materiale di scavo verrà opportunamente affidato ad imprese specializzate allo

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

smaltimento o recupero dello stesso, presenti in zona ed autorizzate a livello regionale e provinciale al trasporto, smaltimento e/o recupero dei rifiuti ai sensi del DM 186/06 e D. lgs. N. 152/06 e s.m.i. rispettivamente in via semplificata e ordinaria.

Nel caso in cui, al momento della realizzazione della condotta e delle altre opere, fosse sopraggiunta una modifica della normativa esistente, si valuterà l'opportunità di scegliere soluzioni certamente più sostenibili.

#### **3.5.4 CANALE DI RESTITUZIONE**

E' esistente ed in terra, verrà soltanto bonificato e pulito in maniera tale da assicurare la tenuta idraulica per la corretta restituzione della risorsa idrica sfruttata poco più a monte a scopo energetico.

Il materiale di risulta, derivante dalle operazioni di pulizia e manutenzione del canale in terra, verrà affidato a ditte specializzate e regolarmente autorizzate al trasporto e trattamento dei rifiuti.

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

## 4. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

### 4.1 ANALISI DEL REGIME VINCOLISTICO SOVRAORDINATO

Di seguito si dettagliano le peculiarità locali inerenti il regime vincolistico sovraordinato.

#### 4.1.1 AREE PROTETTE (L. 394/1991) – RETE NATURA 2000 (S.I.C. –Z.P.S.)

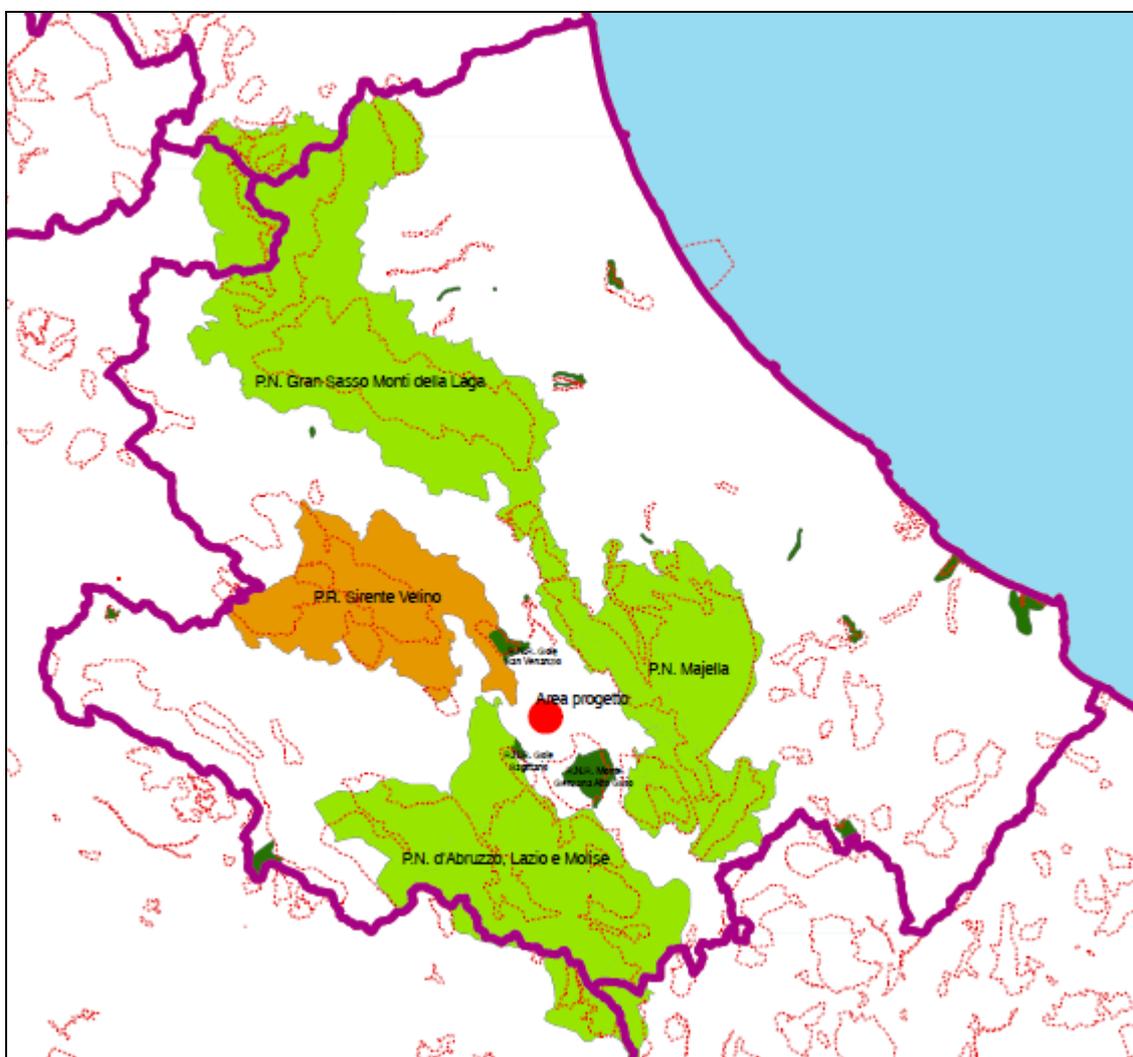


Fig. scala 1:600.000 – Area di progetto non ricompresa in aree protette.

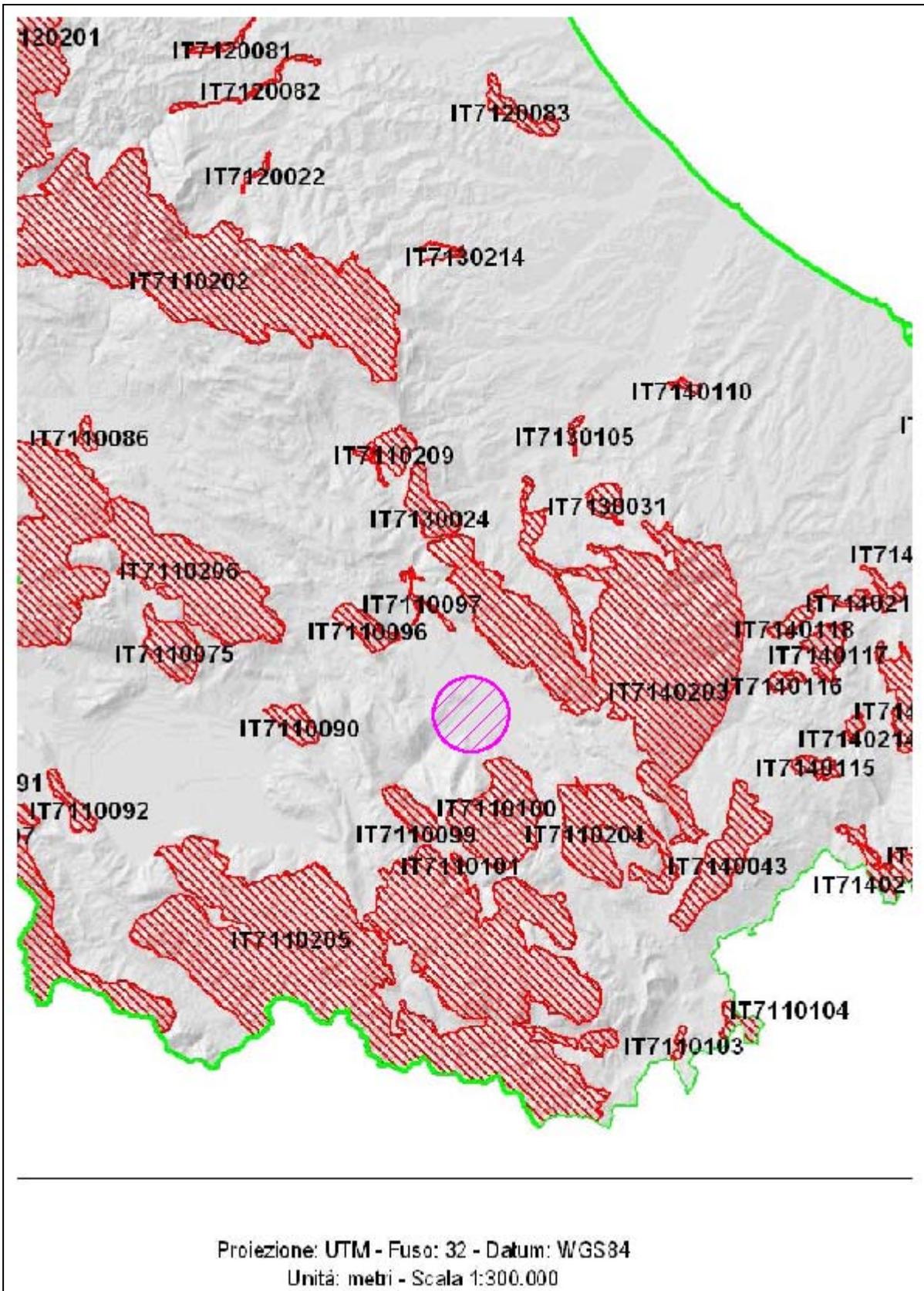
**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**GRUPPO DI LAVORO**

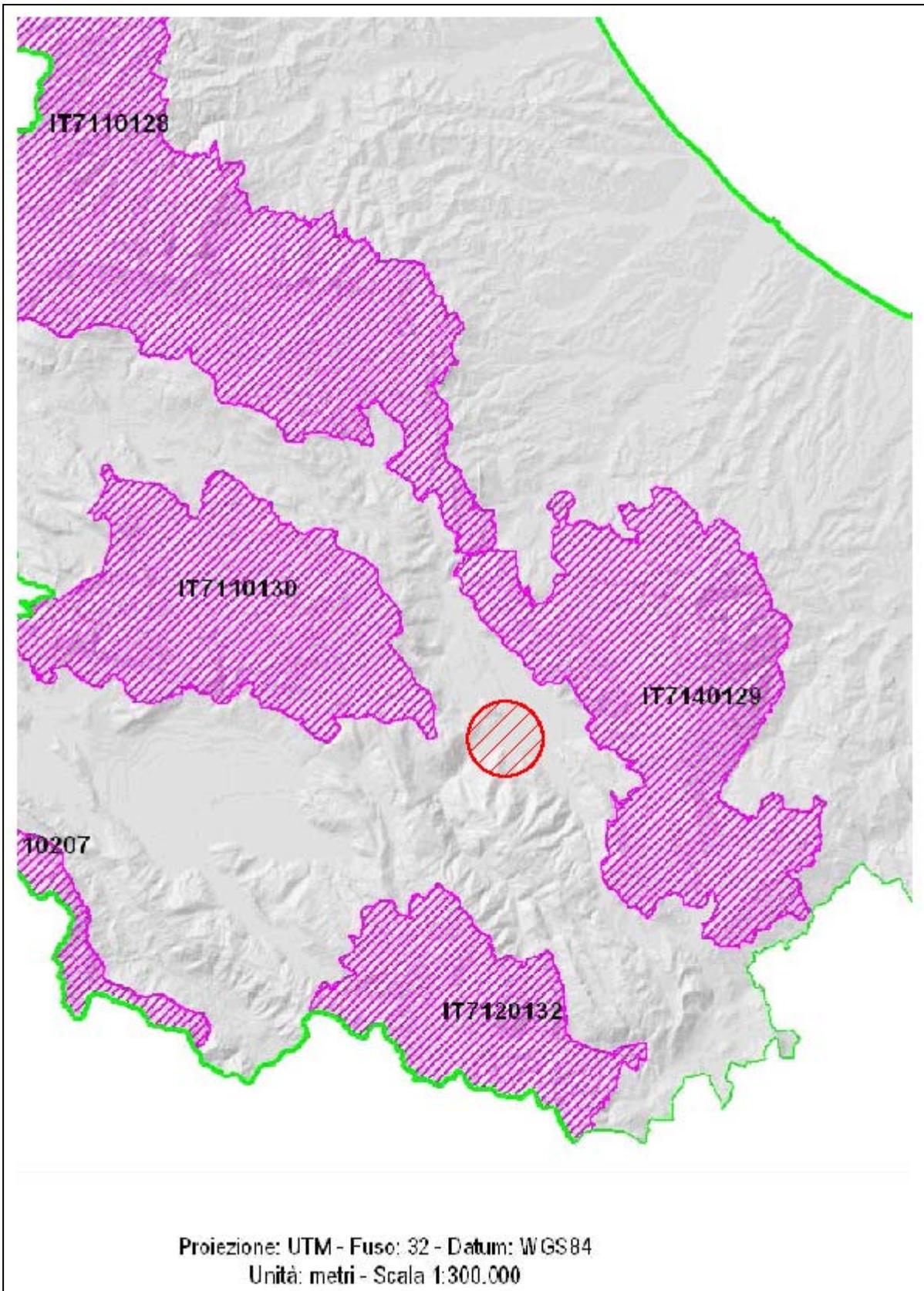
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**

**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**GRUPPO DI LAVORO**

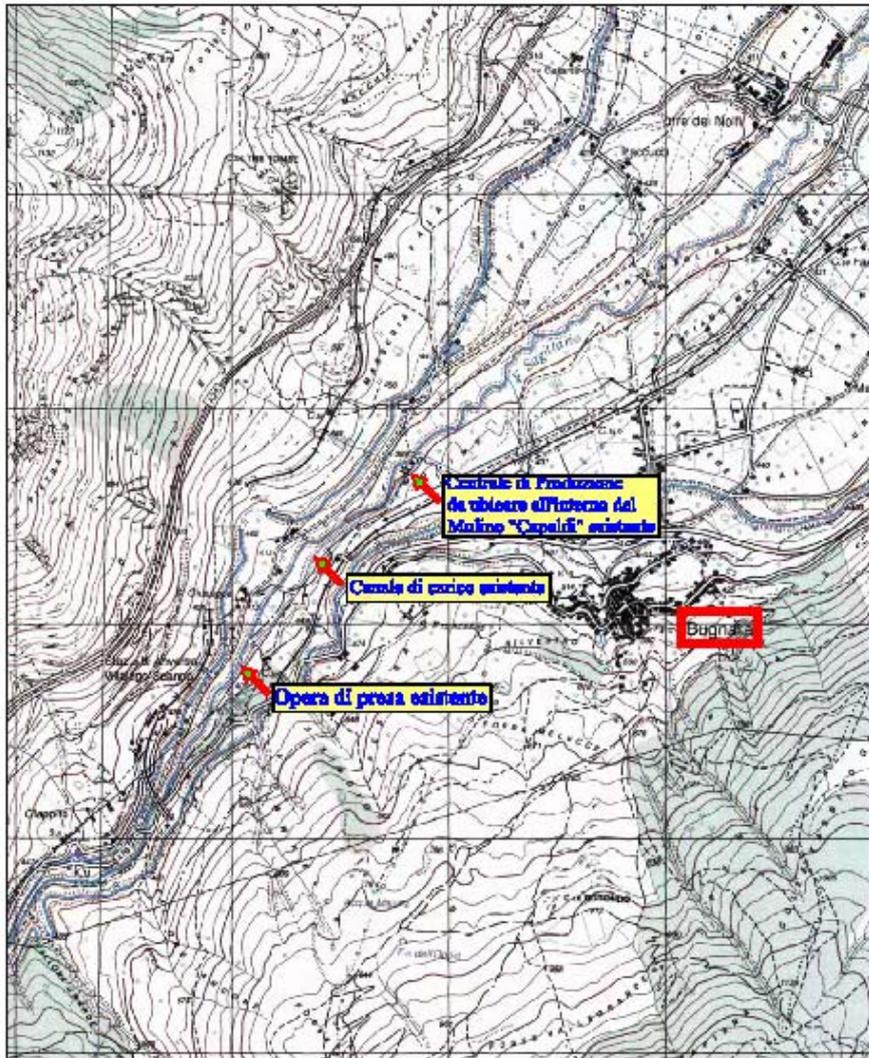
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**

**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



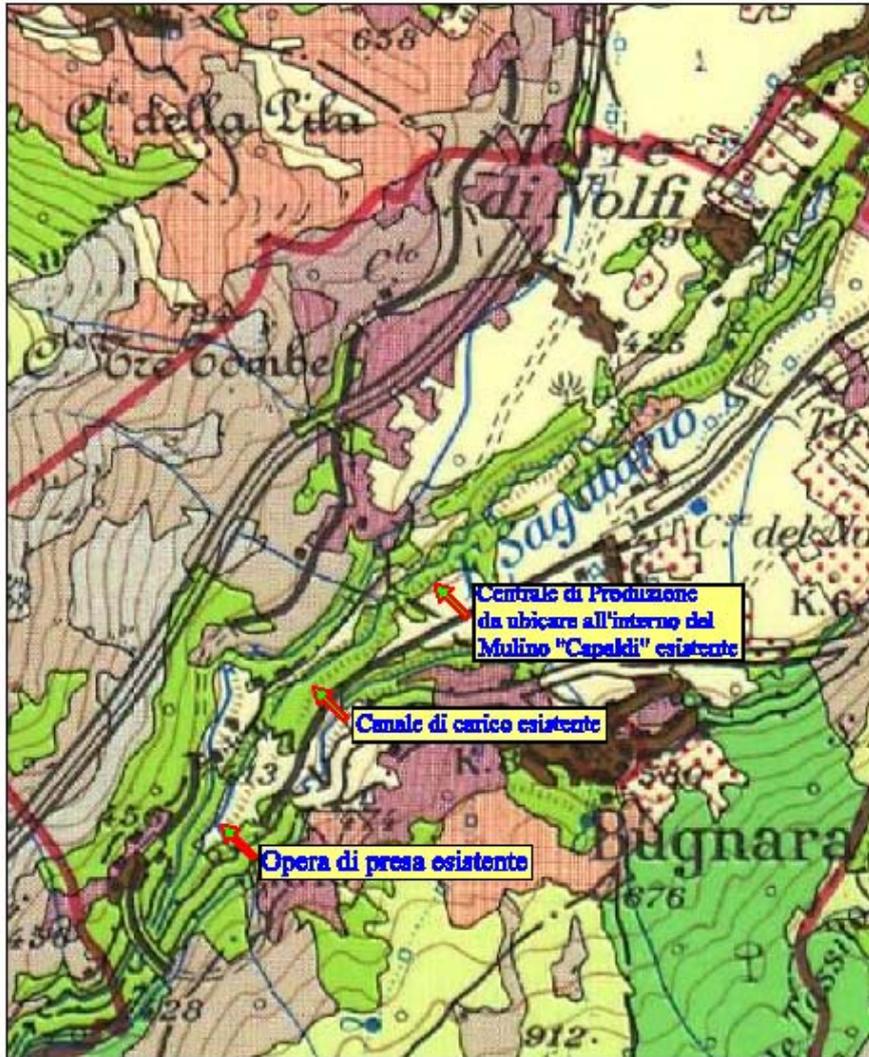
**Corografia 1:25000 "individuazione puntuale dell'intervento"**

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**Carta Uso del Suolo Regione Abruzzo scala 1:20000**

**GRUPPO DI LAVORO**

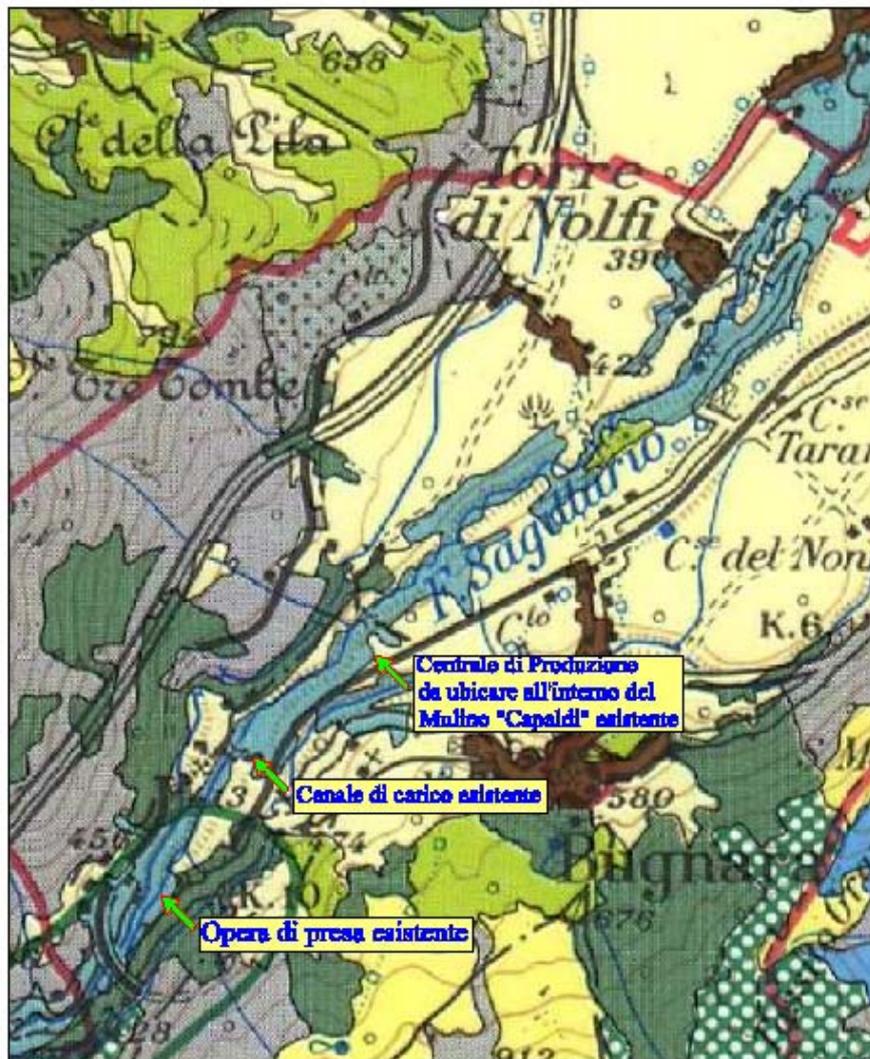
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**

**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**

**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



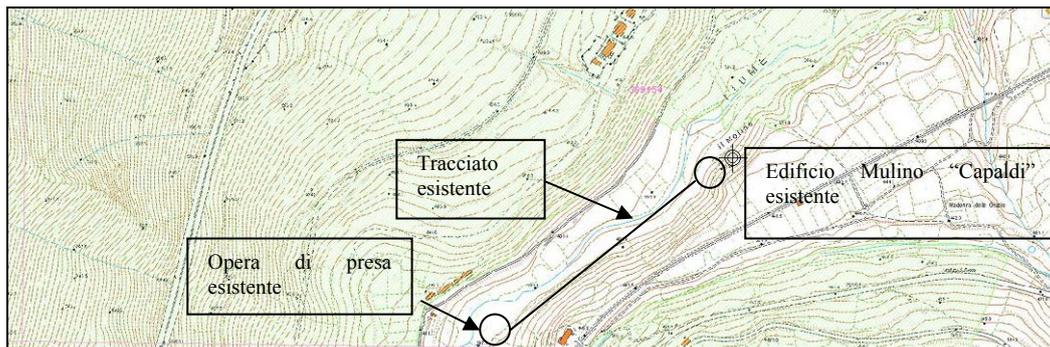
**Carta della Vegetazione Regione Abruzzo scala 1:20000**

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

#### 4.1.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 3267/1923)

I siti di intervento rientrano, per buona parte, nelle aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23.

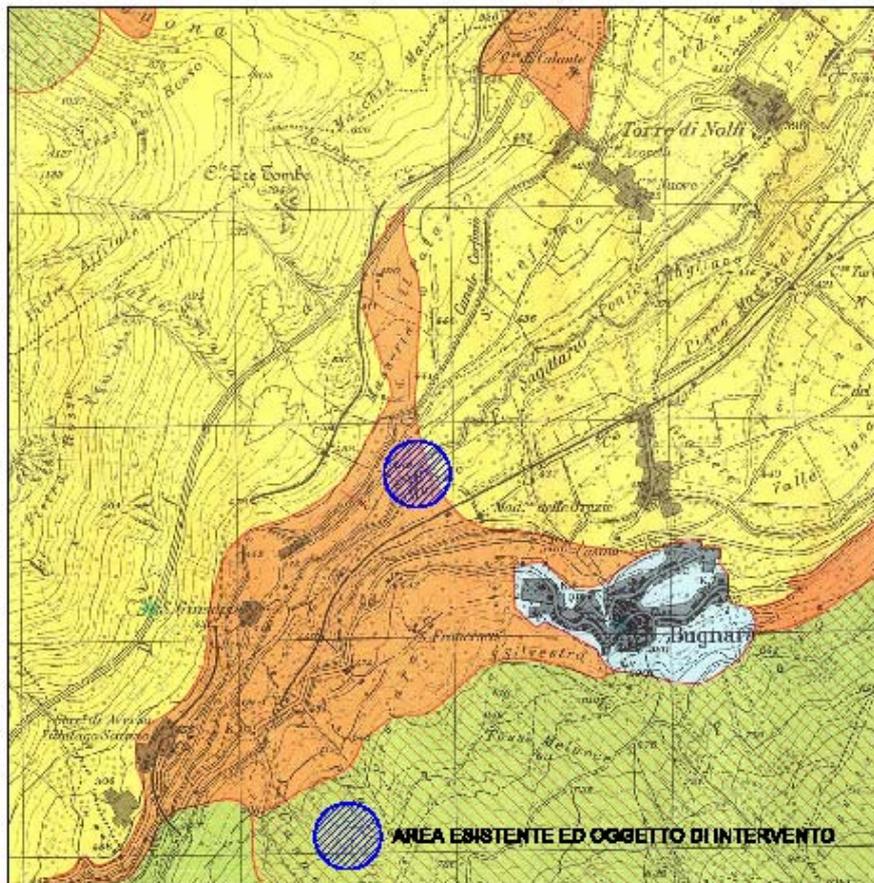


**Figura:** Stralci della carta del Vincolo Idrogeologico, ai sensi del R.D. 30.12.1923 n° 3267, scala originale 1:25.000.

**LEGENDA**  = area sottoposta a vincolo

## 4.2 PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA

5. Si riporta di seguito la cartografia del vincolo paesistico presente



Piano Paesistico scala 1:25000 – uso consentito punto 6.3 (impianti idroelettrici) zona a trasformabilità Condizionata C1 in ambito territoriale n. 4

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

#### 4.3 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME ATERNO "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI" – P.A.I.

Secondo il vigente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)- Fenomeni gravitativi e Processi Erosivi - della Regione Abruzzo, l'area in esame **non rientra** in zone definite a rischio idrogeologico e non risulta alcun grado di pericolosità.

Secondo la cartografia prodotta nell'ambito del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) le aree interessate dal progetto non sono affette da alcun movimento franoso.

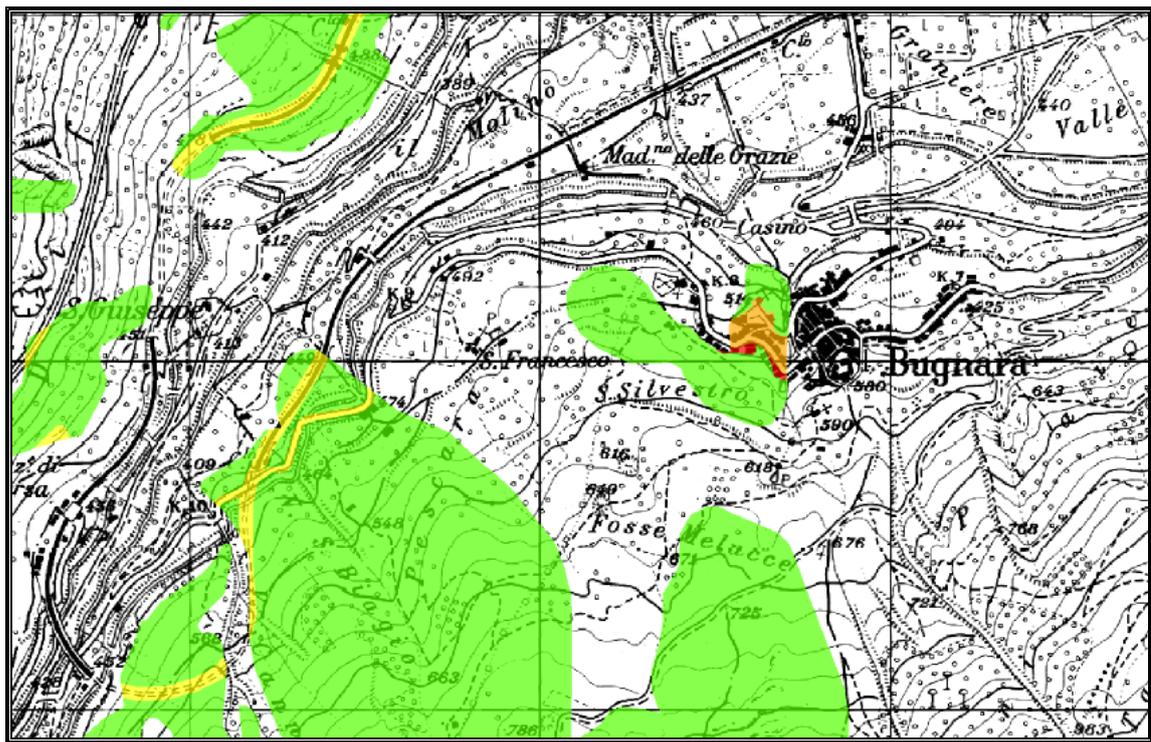


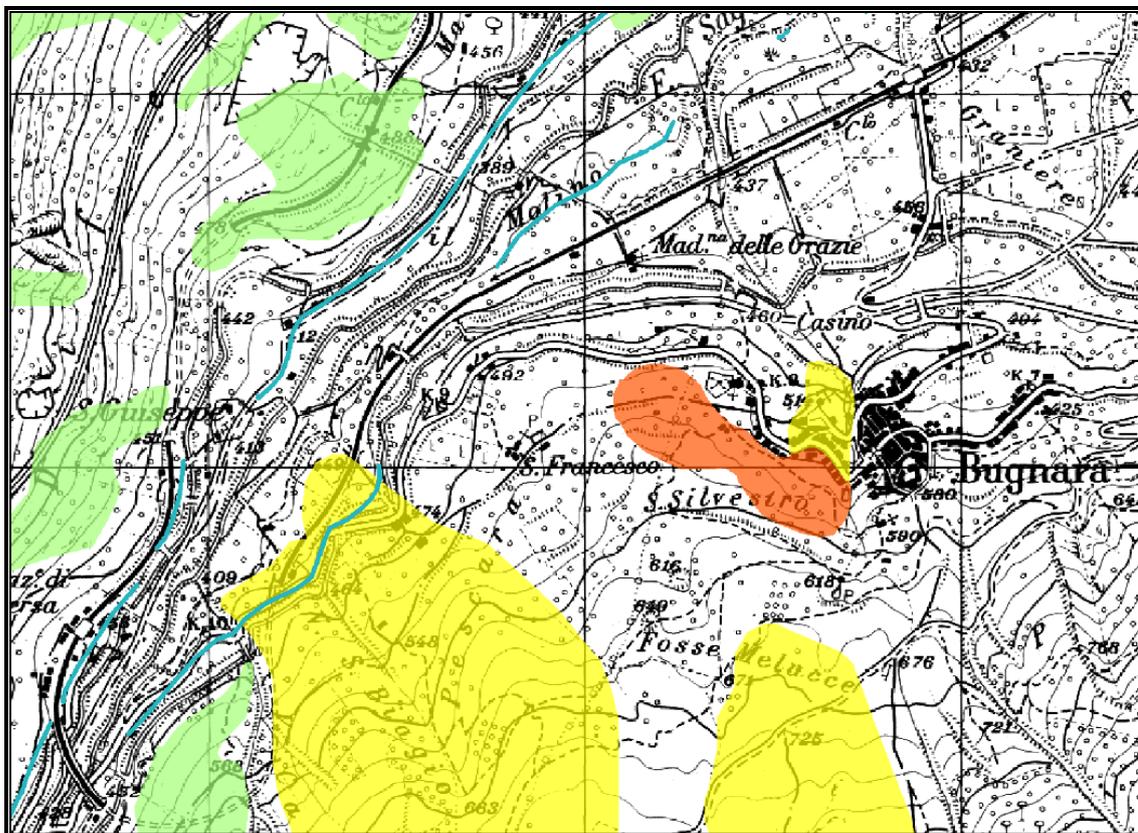
Figura: stralci della Carta del Rischio ai sensi del PAI, scala originale 1:25.000

#### LEGENDA

■ = rischio moderata (R1); ■ = rischio molto elevato (R4)

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**Figura: stralci della Carta della Pericolosità ai sensi del PAI, scala originale 1:25.000**

**LEGENDA**

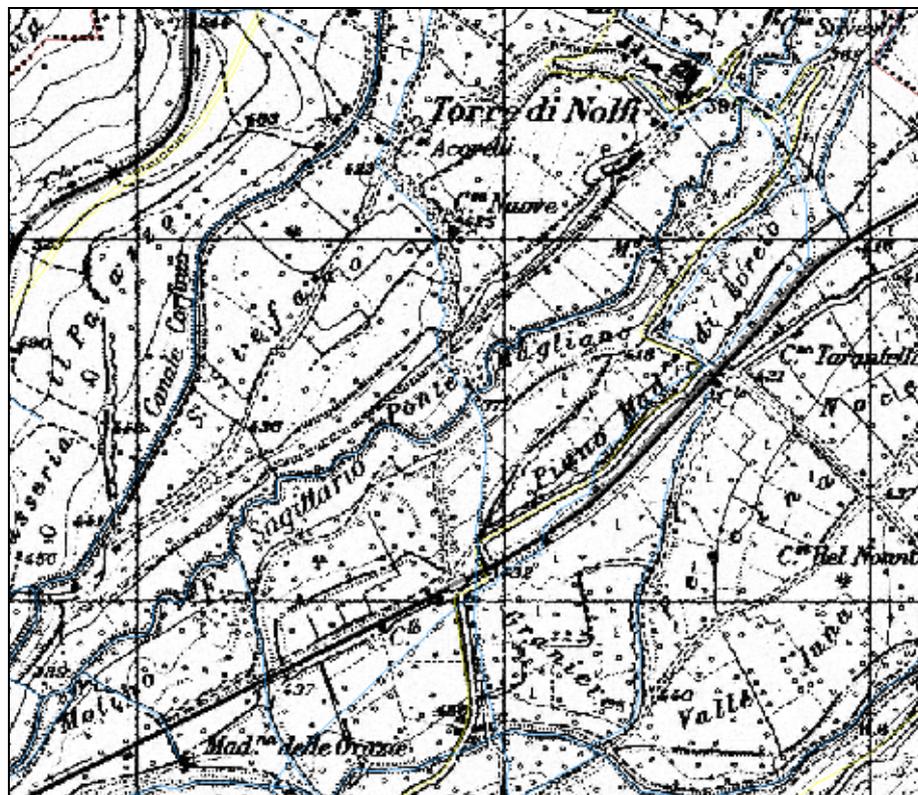
-  = pericolosità da scarpata (PS)       = pericolosità moderata (P1);
-  = pericolosità elevata (P2)       = pericolosità molto elevata (P3)

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



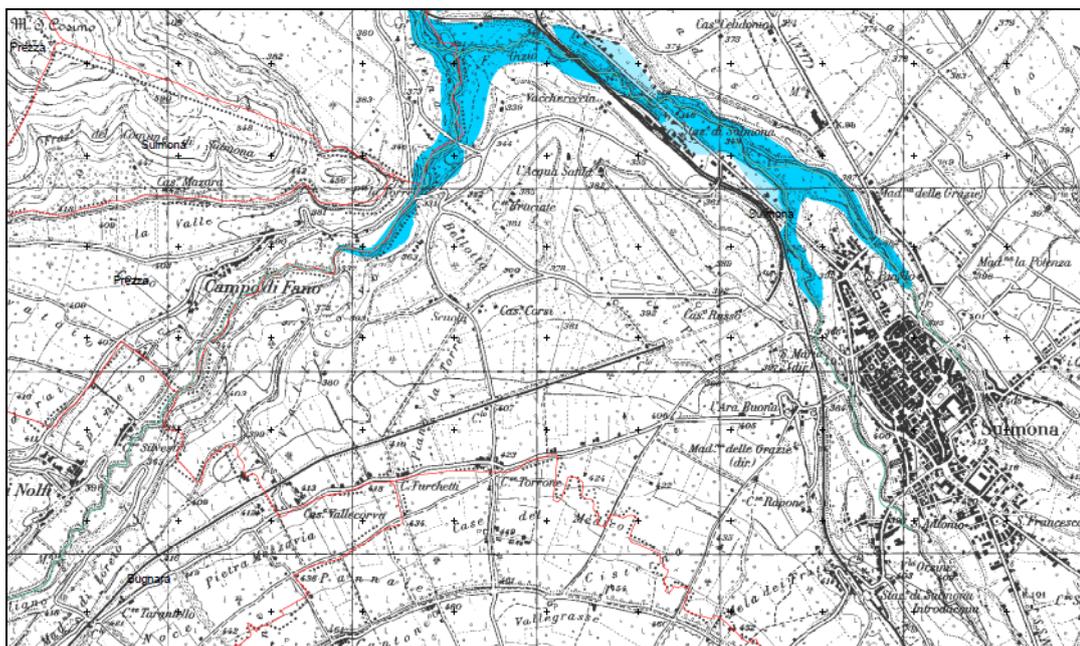
**Figura: Stralcio IFFI, scala originale 1:15.000**

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

### 4.3.1 PIANO STRALCIO DIFESA ALLUVIONI (P.S.D.A.)

L'area di intervento non è compresa nelle zone perimetrate dal Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) della Regione Abruzzo; sulla base della Carta delle Aree Esondabili, redatta sulle piene con tempo di ritorno di 150 anni, le opere rientrano nelle aree sondabili, ovvero le zone di piana alluvionale del Fiume Sagittario.



**Figura: stralcio della carta della Pericolosità ai sensi del PSDA, scala originale 1:25.000**

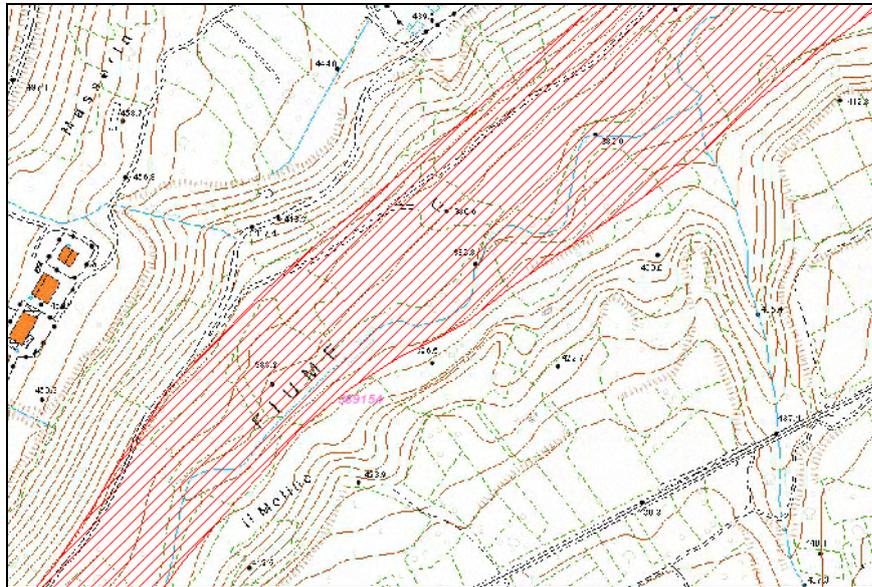
#### LEGENDA



= pericolosità moderata - media - elevata - molto elevata

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**Figura: stralci della Carta delle Aree Esondabili, scala originale 1:25.000**

**LEGENDA**

-  Area a rischio di inondazione
-  Area a rischio idraulico piu' elevato

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

#### **4.4 COERENZA DELLE ATTIVITÀ CON IL REGIME VINCOLISTICO E GLI STRUMENTI DELLA PROGRAMMAZIONE**

Appare delineato da quanto in precedenza esaminato che l'intera opera possa collocarsi nel territorio in modo del tutto benefico non riscontrando altresì peculiarità e problematiche vincolistiche, essendo tra l'altro al di fuori della perimetrazione di siti di interesse comunitario, zone a protezione speciale e quant'altro.

Il beneficio relativo al recupero del vecchio mulino altresì potrà indurre risvolti dal punto di vista educativo e turistico, recuperando un'area tuttora degradata ed abbandonata sotto il profilo ambientale.

#### **4.5 ASPETTI DEMOGRAFICI ED OCCUPAZIONALI DEL TERRITORIO**

La popolazione residente nel comune di Bugnara risulta essere pari a 1088 abitanti al 31/12/2010. Si riporta nella figura sottostante l'andamento demografico a partire dall'Unità d'Italia.

L'economia è retta principalmente dal settore secondario e terziario rappresentato dalla vicina città più importante della Valle Peligna, Sulmona, in quanto il settore agricolo dai primi anni 80 risulta aver subito un calo pari al 40%.

Il paese gode anche di un flusso turistico discreto delineato anche da eventi annuali quali "Romantica, Festival Internazionale dei Fioristi, cuori sotto le stelle", notte bianca caratterizzata da stand eno-gastronomici, balli, musiche dal vivo, sfilate di moda, esposizioni di fiori, piccole rappresentazioni teatrali e mostre di fotografia in linea con le tradizioni ed i costumi del luogo.

I migliori fioristi di tutto il mondo decorano il Centro Storico di Bugnara dando luogo ad uno scenario unico ed irripetibile.

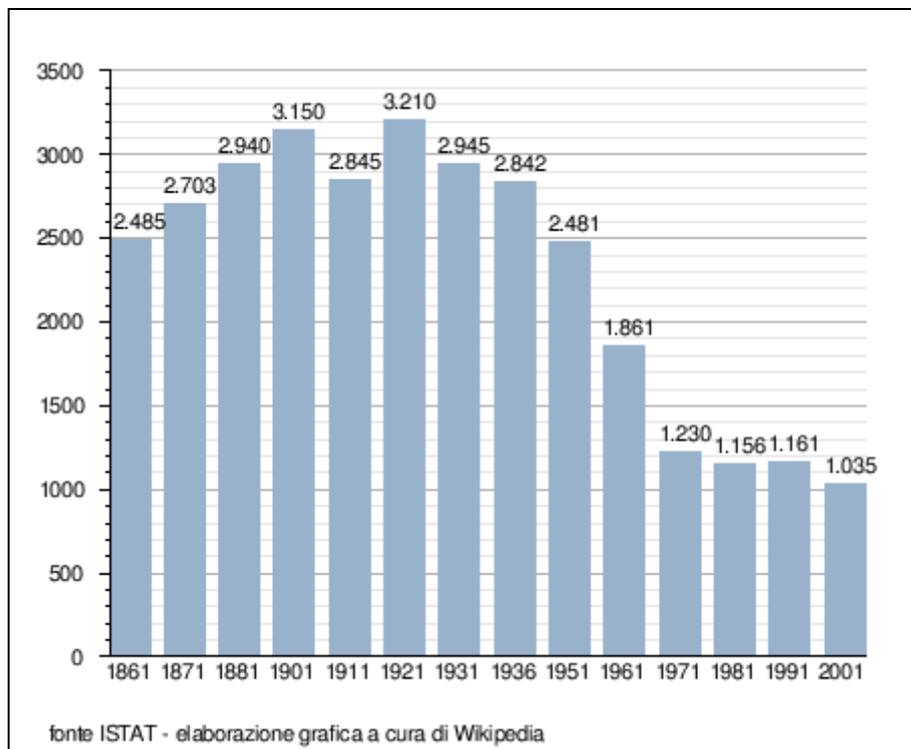
Altro evento che attrae i turisti è la Sagra del Formaggio Pecorino di Bugnara, evento dedicato al prodotto più tipico di Bugnara, proveniente dai particolari pascoli di questo territorio ricchi di erbe medicinali ed acque purissime.

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**Figura - Andamento demografico del Comune di Bugnara (AQ)**

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

## 4.6 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

### 4.6.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area abruzzese, seppur vasta ed articolata, presenta un quadro relativamente omogeneo. Essa è, infatti, il risultato della deformazione, ed infine del sollevamento, di pochi domini paleogeografici mesozoici marini sviluppatasi lungo il margine settentrionale africano e della loro successiva evoluzione nel corso della costruzione del settore centrale della catena appenninica, avvenuto durante il Neogene (soprattutto tra il Miocene medio ed il Pliocene inf.).

Il settore abruzzese deriva dall'evoluzione prevalentemente neogenica di un sistema orogenico catena-avanfossa-avanpaese in cui si possono ricostruire fasi di migrazione degli sforzi compressivi dai settori occidentali (peritirrenici) verso quelli orientali (area adriatica), fasi compressive accompagnate e poi seguite, a partire almeno dal Miocene sup., da una tettonica distensiva anch'essa in migrazione da W verso E ed attualmente ancora non ultimata. Ha così avuto luogo la strutturazione, prima in ambiente sottomarino e poi subaereo, dell'area abruzzese così come la conosciamo oggi articolata in dorsali quali Velino-Sirente, Marsica, Gran Sasso, Morrone, Maiella e depressioni quali la Piana del Fucino, la Piana di Sulmona, la Conca di L'Aquila.

I sistemi deposizioni responsabili dell'edificazione della catena appenninica sono essenzialmente due: il sistema carbonatico di piattaforma-bacino ed il sistema silicoclastico di avanfossa. Il primo, durato circa 150 milioni di anni, è riconoscibile dal Trias superiore al Cretacico superiore, seguito da situazioni di rampa carbonatica/bacino riconoscibili fino al Miocene Medio. Il secondo rappresenta importanti fasi della costruzione dell'edificio appenninico attraverso il seppellimento graduale dell'intero mondo carbonatico da parte di forti spessori di arenarie e argille mio-plioceniche, avvenuto durante la migrazione ed il colmamento delle avanfosse.

Con il termine piattaforma carbonatica si intendono le successioni carbonatiche di acque marine basse che abbiano uno spessore di sedimenti tale da impartire loro una rilevanza sia stratigrafica che strutturale. La piattaforma, a geometria tabulare, è costituita quasi esclusivamente da calcari e dolomie, in genere a stratificazione fitta e regolare. Sulla base

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

delle associazioni di facies, all'interno del sistema carbonatico sono state riconosciute quattro tipologie principali di successioni: piattaforma interna, margine, gradino ribassato-rampa, scarpata superiore e scarpata. Il modello prevalente nelle piattaforme appenniniche è quello della piattaforma isolata: banchi carbonatici situati al largo delle piattaforme continentali, in pieno oceano, circondati da acque profonde. La sedimentazione è fangosa nelle aree più interne e protette, a bassissima energia, dove alghe calcaree e foraminiferi costituiscono la principale fonte di produzione biogena del carbonato di calcio. L'ossigenazione è assicurata dai canali di marea. I margini che orlano le piattaforme, ove energia e ossigenazione sono più elevate, sono caratterizzati dalla presenza di scogliere coralligene, banchi organogeni di vario tipo o secche sabbiose di natura bioclastica oppure oolitica. Le isole Bahamas sono l'esempio attuale più calzante. Le rampe carbonatiche, ovvero piattaforme a debole inclinazione, sono presenti oggi sui margini pericratonici in cui le facies carbonatiche marine ad elevata energia si trovano in corrispondenza di una normale fascia litorale e sfumano gradualmente, senza una marcata rottura di pendio, verso sedimenti relativamente profondi di bassa energia. I calcari paleogenici a macroforaminiferi, i calcari miocenici a briozoi, echinodermi, pectinidi, litotamni rappresentano tipici depositi di rampa fossili dell'Appennino centro-meridionale. Le piattaforme carbonatiche isolate attraversano nella loro storia varie vicissitudini: variazioni climatiche, oscillazioni del livello marino, processi tettonici, sviluppo e consumazione dell'oceano in cui si trovano. Di conseguenza, possono accrescersi sia lateralmente che verticalmente, possono emergere per lunghi periodi e andare incontro a processi di carnificazione prima di venire sommerse nuovamente. Al contrario, possono ridursi drasticamente nelle dimensioni a seguito di crolli di interi settori marginali. Tuttavia, anche per le piattaforme più longeve giunge il momento della morte. Cessati i movimenti distensivi per condizioni geodinamiche mutate, si interrompe la subsidenza che ne permette lo sviluppo. Subentra una fase terminale di emersione che può durare fino ad oggi, come nel caso della Piattaforma Apula; mentre altre, coinvolte in movimenti compressivi, vengono sepolte da potenti depositi silico-clastici marini che inibiscono la ripresa della sedimentazione carbonatica. Il destino finale delle piattaforme tetidee è stato quello di venire coinvolte nei processi orogenici di formazione delle catene peri-mediterranee, nel corso dei quali tendono a mantenere la loro individualità come unità strutturali variamente sradicate e alloctone

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

(nell'Appennino centro-meridionale) o come bastioni in deformati dell'avanpaese.

L'emersione graduale della catena in formazione ha creato infine, nel Plio-Pleistocene, le condizioni per una importante fase di smantellamento subaereo, accompagnata dalla deposizione di una potente coltre di depositi detritici alluvionali e anche lacustri che colmano le aree depresse e ricoprono a mantello gran parte della fascia peri-adriatica, mascherando le tracce delle deformazioni più antiche e conferendo in tal modo all'area un'apparenza di continuità sedimentaria e strutturale ben superiore a quella reale.

Nel settore più orientale, nello stesso periodo, si sviluppa il bacino peri-adriatico colmato da una potente successione marina.

Il settore laziale-abruzzese dell'Appennino centrale rappresenta la zona di giunzione tra l'arco dell'Appennino settentrionale e quello dell'Appennino meridionale, rispettivamente a convessità nord-orientale e sud-orientale. Tale settore centrale è delimitato ad ovest e ad est da due importanti elementi tettonici, noti come "linea Olevano-Antrodoco-M. Sibillini" e "linea Ortona-Roccamonfina", quest'ultima detta anche "linea Sangro-Volturno". Nella porzione abruzzese dell'Appennino centrale si registra il cambiamento dello stile tettonico della catena tra l'Appennino settentrionale e quello meridionale. Infatti, nel primo i sovrascorrimenti sono caratterizzati da una modesta entità di traslazione ed un'associazione con geometria embricata, mentre entità di traslazione dell'ordine di diverse decine di chilometri ed uno stile tettonico più complesso (a duplex) caratterizzano l'Appennino meridionale, già a partire dal settore abruzzese-molisano.

Tale diverso assetto geologico-strutturale si ripercuote anche nella morfologia, caratterizzata da marcati rilievi carbonatici ad Ovest (W) dell'allineamento Monti della Meta-Majella meridionale (corrispondente alla citata linea Sangro-Volturno) e da un paesaggio collinare, modellato sulle successioni calcareo-argillose e silicoclastiche (Falde molisane e sannitiche) ad oriente.

Il settore in esame della catena appenninica è caratterizzato dalla giustapposizione di direttrici tettoniche anche molto differenti: E-W (Gran Sasso settentrionale), N-S e NNW-SSE (Gran sasso meridionale, Montagna dei Fiori, Marsica orientale e Majella), NW-SE (Monti Simbruini-Ercni, Marsica occidentale, M. Sirente e Montagna del Morrone). Assieme a queste vanno menzionate le spettacolari depressione tettoniche intramontane quali il Bacino del

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

Fucino, di L'Aquila, di Sulmona, di Campo Imperatore e la Valle dell'Aterno, associate a sistemi di faglie normali che dislocano le strutture della catena con entità del rigetto massima durante il Quaternario di circa 1000 metri.

#### **4.6.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME**

La cartografia geologica di riferimento per il territorio abruzzese è tutt'oggi costituita dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 che comprende il territorio comunale di Bugnara nel foglio 146 denominato "Sulmona"; la carta è piuttosto datata, risalendo al 1963. È attualmente in corso di rilevamento e pubblicazione la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, nota con il termine di progetto CARG (Cartografia Geologica) a cura dell'ISPRA (ex APAT, ex Servizio Geologico Nazionale); per il territorio abruzzese sono attualmente disponibili solo alcune carte. Per quanto attiene al territorio di Bugnara risulta stampato il foglio 369 denominato "Sulmona". La carta del progetto CARG, essendo la più recente, risulta essere quella in linea con i più innovativi criteri di rilevamento e classificazione dei dati geologici, soprattutto per quanto riguarda la nomenclatura. Inoltre, una cartografia di maggior dettaglio è stata prodotta dal Centro di Studio per il Quaternario e l'Evoluzione Ambientale CNR con la "Carta Geologica della Piana di Sulmona (Abruzzo)" redatta in scala 1:33.000.

Come si legge dalle carte tematiche su citate, tutti gli interventi che si andranno a realizzare nell'ambito del progetto in esame ricadono nella fascia che vede l'affioramento di depositi continentali quaternari a tessitura prevalentemente grossolana, ovvero dei depositi alluvionali recenti codificati nel progetto C.A.R.G. come "Olo" e indicati in carta con colore azzurro chiaro e campitura a cerchietti vuoti.

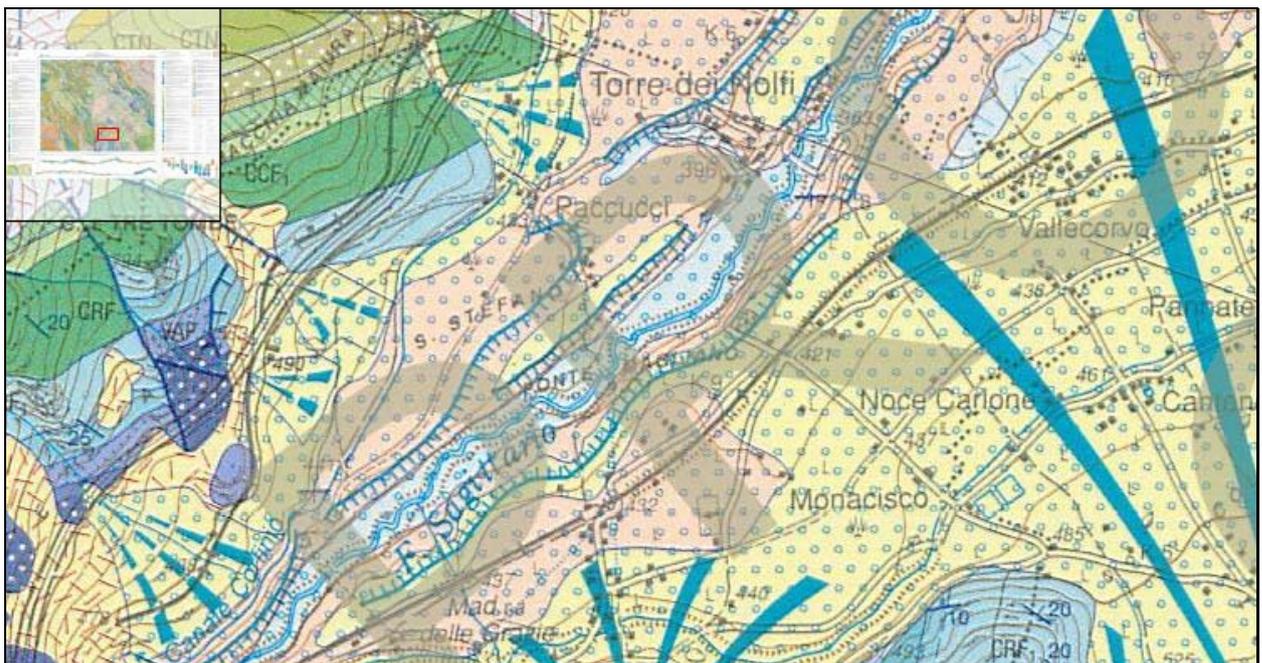
In dettaglio si tratta di alternanze di materiali sabbioso-limosi e limo-sabbiosi con ghiaie calcaree eterometriche a ciottoli sub arrotondati e/o tabulari. La stratigrafia di dettaglio è stata ricostruita sulla base di un rilevamento condotto in situ dalla scrivente e con l'ausilio di prove puntuali (tipo DPSH, sondaggio a carotaggio continuo e stazioni tromografiche) eseguite su ogni sito in cui si andrà a realizzare ciascuna opera in progetto; mentre per il tracciato sono

**GRUPPO DI LAVORO**  
 Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
 Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

state realizzate due prove, ubicate in maniera casuale, lungo l'asse interessato dall'interramento della tubatura.

Sulla base del rilevamento condotto dai professionisti geologici, a seguito dei risultati della campagna indagine, è stato definito il modello geologico di sottosuolo per ciascuna area di interesse. Si rimanda agli allegati per gli aspetti peculiari della geologia e dell'idrogeologia.



**Figura 3.1.2: Stralcio del Foglio 369 “Sulmona” della Carta Geologica CARG**

### LEGENDA

#### DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

olo		<p>Depositi alluvionali ciottoloso-sabbiosi e subordinatamente sabbioso limosi. Depositi palustri argilloso-limosi talora con lenti organiche. Depositi travertinosi. Depositi detritici di versante. Depositi eluvio-colluviali con detriti immersi in matrice limoso argillosa e suoli sepolti. Depositi di frana. Possono essere presenti relazioni laterali di facies e discordanze angolari minori. Giacciono in discordanza angolare sul Sistema più antico.</p> <p><b>OLOCENE-ATTUALE</b></p>
AVM		<p><b>SISTEMA DI VALLE MAJELAMA</b> - Depositi alluvionali ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-siltosi, talora con una abbondante frazione piroclastica. Depositi detritici di versante separati da discordanze angolari minori associate o meno a suoli sepolti. Depositi di frana sepolti. Depositi travertinosi. Depositi lacustri sabbioso-siltosi anche carbonatici e depositi palustri siltoso-argillosi. Giacciono in discordanza angolare sul Sistema più antico e talora su un paleosuolo fersiallitico.</p> <p><b>PLEISTOCENE SUP.</b></p>
ACT		<p><b>SISTEMA DI CATIGNANO</b> - Depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e sabbioso-siltosi alterati da suoli fersiallitici. Depositi detritici di versante separati da discordanze angolari minori associate o meno a suoli sepolti. Giacciono in discordanza angolare sul Sistema più antico.</p> <p><b>PLEISTOCENE MEDIO FINALE</b></p>

## GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

## IL PROGETTISTA STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA MARIO SANTINI INGEGNERE

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



AP

**SUPERSISTEMA DI AIELLI-PESCINA** - Depositi alluvionali prevalentemente ciottoloso-sabbiosi, anche poco elaborati, alternati a depositi detritici di versante, anche molto grossolani. Si intercalano a depositi lacustri sabbioso-siltosi anche a composizione prevalentemente carbonatica. Giacciono in discordanza angolare sul substrato.  
*PLIOCENE (?) - PLEISTOCENE MEDIO*

## DEPOSITI MESO-CENOZOICI



CCF<sub>3</sub>

CCF<sub>2</sub>

CCF<sub>1</sub>

**CALCARENITI E CALCIRUDITI A FUCOIDI** - Calcareniti-calciruditi bioclastiche, in strati spessi, con abbondanti frammenti di radioliti, sporadica selce scura e, verso il tetto, locali intercalazioni di biomicriti a planctonici (CCF<sub>3</sub>). Calcari bioclastici, in strati spessi e molto spessi, con frammenti di rudiste ed orbitoline; a luoghi con abbondante selce (CCF<sub>1</sub>). Al tetto del membro sono presenti calcari marnosi e marne, cartografabili solo a M. Ventrino (CCF<sub>2</sub>) (dalla parte sup. della biozona a *Hedbergella* e *Lithocodium aggregatum*; alla parte inf. della biozona a *Rotalipora* e *Orbitolina*) (se-bp).  
*APTIANO-CENOMANIANO p.p.*



CRF<sub>1</sub>

CRF

**CALCARENITI A RADIOLARI E RESTI FILAMENTOSI** - Cospariti e biospariti alternate a micriti nocciola (CRF). Passano superiormente a bioclastici in strati spessi o molto spessi a resti di antozoi ed idrozoi (CRF<sub>1</sub>) (dalla biozona a "*Posidonia Bositra*", *Palaeodasycladus*, *Anthozoa* e *Hydrozoa p.p.* alla parte inf. della biozona a *Crassacollaria*, *Calpionella*, *Lithocodium aggregatum* e *Tubiphytes morronensis*) (ra-gr).  
*TOARCIANO p.p. - TITONIANO SUP., localm. BERRIASIANO p.p.; KIMMERIDGIANO p.p.-TITONIANO SUP., localmente BERRIASIANO p.p. (Castevecchio subequeo); TITONIANO p.p. (Introdacqua)*



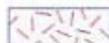
VAP

**VERDE AMMONITICO - CALCARI E MARNE A POSIDONIE** - Calcari, calcari marnosi e marne nodulari verdi e rossastre con ammoniti. Calcari nodulari rossastri con intercalati orizzonti bioclastici e livelli colitici (dalla biozona a "*Posidonia-Bositra*", *Palaeodasycladus*, *Anthozoa* e *Hydrozoa* alla biozona a "*Posidonia-Bositra*" e *Protopenaroplis striata p.p.*) (se-bp).  
*TOARCIANO p.p. - BATHONIANO*

## SOVRASSEGNI DELLE FACIES SEDIMENTARIE QUATERNARIE



depositi alluvionali prevalentemente ghiaiosi



depositi detritici di versante con tessitura medio-fine

## SIMBOLI E GRAFICISMI



conoide alluvionale



conoide di origine mista



orlo di terrazzo  
(alluvionale e di scarpata di erosione lacustre)



faglia, faglia probabile



faglia diretta

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

#### **4.6.3 CARATTERE SISMICO DELL'APPENNINO ABRUZZESE E ASSETTO TETTONICO DELLA CONCA DI SULMONA**

I sistemi a pieghe e sovrascorrimenti, responsabili dello sviluppo dei principali fronti montuosi della dorsale carbonatica dell'Appennino abruzzese durante il Mio-Pliocene, oggi non sono più attivi. Emerge, dai dati geologico-strutturali e geofisici, che le strutture attive sono rappresentate, invece, dalle faglie dirette e transtensive ad alto angolo orientate mediamente NW-SE, sovrimposte a quelle della catena a pieghe e sovrascorrimenti, che realizzano una deformazione estensionale all'incirca normale all'asse della dorsale appenninica.

Le più evidenti espressioni di superficie, sia geologiche che morfotettoniche, dell'attività di tali strutture tettoniche si hanno soprattutto nelle aree interne della dorsale carbonatica, dove sono cartografabili sistemi di faglie generalmente organizzati en-échelon, allungati anche per alcune decine di chilometri e che, a loro volta, determinano degli allineamenti tettonici sub-paralleli rintracciabili lungo tutta la zona assiale dell'Appennino abruzzese. Queste faglie normali, immergenti generalmente a SW, delimitano i bordi orientali di estesi bacini intramontani (es. Campo Imperatore, L'Aquila, Fucino e Sulmona) e sono responsabili dei caratteri odierni del paesaggio appenninico abruzzese, tipicamente costituito da dorsali e bacini. Questi ultimi sono delle depressioni tettoniche (half-graben), impostatesi nei blocchi di tetto ribassati dalle suddette faglie normali, aventi rigetti da alcune centinaia di metri fino a 1000-1200 m, come nel caso delle vicine Conca di Sulmona e del Fucino.

Considerazioni geologiche e geomorfologiche su alcuni di questi bacini lasciano desumere che il citato processo tettonico distensivo si sia sviluppato principalmente durante l'era quaternaria (post 1.800.000 anni) ed abbia agito in concomitanza di un importante processo crostale: il sollevamento regionale, particolarmente inteso negli ultimi 700.000 anni, che ha esumato l'intera catena appenninica (sollevando i terreni triassico-giurassici fino a 3000 m di quota: il Gran Sasso) e causato, nelle aree pedemontane più esterne, un progressivo arretramento della linea di costa fino all'attuale configurazione orografica.

A conferma di quanto appena riportato c'è la vivace sismicità che caratterizza il territorio

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

abruzzese, storicamente. Se ne ha testimonianza sin dal II secolo d.C. (INGV-SGA, 1997) con l'attivazione della faglia del Monte Morrone, che ad oggi non ha subito ancora riattivazione. Da allora numerosi sono stati gli eventi sismici che hanno colpito il territorio abruzzese e quello limitrofo (CNR-PFG, 1985; CNR-GNDT, 1996; ING-SGA, 1997; gruppo di lavoro CPTI, 1999).

La massima intensità macrosismica desunta per l'Abruzzo è pari all'XI grado della scala Mercalli-Cancani-Sieberg (MCS) e più volte è stato raggiunto e superato il X grado. Già da questi elementi emerge il carattere fortemente distruttivo della sismicità abruzzese.

Un esempio, tratto dalla lunga lista dei terremoti più catastrofici che hanno colpito l'Abruzzo, risale al 1706, quando la parte meridionale del territorio abruzzese insieme a parte del Molise fu colpita da un terremoto con epicentro in corrispondenza della Montagna della Maiella, nei territori di Lama dei Peligni –Manoppello e Palena; le massime intensità furono del X-XI grado MCS, per un totale di circa 2400 vittime, di cui un migliaio solo nella città di Sulmona.

Nel 1762 la regione aquilana fu colpita nuovamente, dopo il 1349, il 1461 ed il 1703: sede di un forte terremoto, si ebbero intensità massime del IX-X grado.

Da questo momento in poi, nel territorio abruzzese, non si verificarono terremoti di particolare intensità fino al 1915, quando l'area fucense ospitò il sisma più distruttivo di cui si abbia memoria storica nel territorio abruzzese, con intensità pari all'XI grado MCS.

Per giungere sino al più recente e tragico evento sismico registrato nella Conca di L'Aquila, a partire dalla data del 6 aprile 2009.

Gran parte dell'attività sismica che ha interessato l'area abruzzese, in epoca storica o nel recente passato, si localizza nell'area di catena all'interno di una fascia interessata da deformazioni distensive. Tuttavia, non tutti i forti terremoti abruzzesi sono collocabili all'interno di questo quadro. È il caso, ad esempio, dei terremoti della Maiella del 1706 e del 1933 oppure, spostandosi verso nord, del terremoto del Gran Sasso del 1950 e quelli del teramano (1888).

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ACCIANO	13	66	1	42.17578	13.71745	9
AIELLI	13	66	2	42.08127	13.59052	>=10
ALFEDENA	13	66	3	41.73479	14.03401	9
ANVERSA DEGLI ABRUZZI	13	66	4	41.99333	13.80364	>=10
ATELETA	13	66	5	41.85359	14.19917	9
AVEZZANO	13	66	6	42.03159	13.42562	>=10
BALSORANO	13	66	7	41.80831	13.56043	>=10
BARETE	13	66	8	42.44955	13.28267	>=10
BARISCIANO	13	66	9	42.32508	13.59209	>=10
BARREA	13	66	10	41.75620	13.99246	9
BISEGNA	13	66	11	41.92073	13.75717	>=10
BUGNARA	13	66	12	42.02218	13.86170	9
CAGNANO AMITERNO	13	66	13	42.45776	13.23160	>=10
CALASCIO	13	66	14	42.32530	13.69614	8
CAMPO DI GIOVE	13	66	15	42.01126	14.04438	9
CAMPOTOSTO	13	66	16	42.55809	13.36851	>=10
CANISTRO	13	66	17	41.93997	13.41051	>=10
CANSANO	13	66	18	42.00361	14.01253	9
CAPESTRANO	13	66	19	42.26645	13.76898	8
CAPISTRELLO	13	66	20	41.96598	13.39091	>=10
CAPITIGNANO	13	66	21	42.51983	13.30103	>=10
CAPORCIANO	13	66	22	42.24974	13.67433	9
CAPPADOCIA	13	66	23	42.00553	13.28229	9
CARAPELLE CALVISIO	13	66	24	42.29819	13.68461	9
CARSOLI	13	66	25	42.09774	13.08441	9
CASTEL DEL MONTE	13	66	26	42.36385	13.72657	8
CASTEL DI IERI	13	66	27	42.11408	13.74265	9
CASTEL DI SANGRO	13	66	28	41.78344	14.10782	9
CASTELLAFIUME	13	66	29	41.98758	13.33252	9
CASTELVECCHIO CALVISIO	13	66	30	42.31000	13.68840	9
CASTELVECCHIO SUBEQUO	13	66	31	42.12961	13.73070	9
CELANO	13	66	32	42.08368	13.54553	>=10
CERCHIO	13	66	33	42.06360	13.60111	>=10
CIVITA D'ANTINO	13	66	34	41.88500	13.47244	>=10
CIVITELLA ALFEDENA	13	66	35	41.76486	13.94201	9
CIVITELLA ROVETO	13	66	36	41.91381	13.42460	>=10
COCULLO	13	66	37	42.03029	13.77596	>=10
COLLARMELE	13	66	38	42.05933	13.62739	>=10
COLLELONGO	13	66	39	41.88467	13.58359	>=10
COLLEPIETRO	13	66	40	42.22115	13.77981	9
CORFINIO	13	66	41	42.12375	13.84285	>=10
FAGNANO ALTO	13	66	42	42.25394	13.57488	>=10
FONTECCHIO	13	66	43	42.22891	13.60543	9
FUSSA	13	66	44	42.29604	13.48745	>=10
GAGLIANO ATERNO	13	66	45	42.12611	13.70095	9
GIOIA DEI MARSI	13	66	46	41.95326	13.69249	>=10
GORIANO SICOLI	13	66	47	42.07982	13.77491	9
INTRODACQUA	13	66	48	42.00688	13.89824	9
L'AQUILA	13	66	49	42.35586	13.39574	>=10
LECCE NEI MARSI	13	66	50	41.93456	13.68629	>=10
LUCO DEI MARSI	13	66	51	41.95911	13.47082	>=10
LUCOLI	13	66	52	42.29074	13.33881	>=10
MAGLIANO DE' MARSI	13	66	53	42.09235	13.36297	>=10
MASSA D'ALBE	13	66	54	42.10743	13.39334	>=10
MOLINA ATERNO	13	66	55	42.14751	13.73539	9
MONTEREALE	13	66	56	42.52230	13.24611	>=10
MORINO	13	66	57	41.86394	13.45831	>=10
NAVELLI	13	66	58	42.23635	13.72953	9
OCRE	13	66	59	42.28546	13.47546	9
OFENA	13	66	60	42.32610	13.75852	8
OPI	13	66	61	41.78017	13.82998	>=10
ORICOLA	13	66	62	42.04852	13.03969	9
ORTONA DEI MARSI	13	66	63	41.99738	13.72804	>=10
ORTUCCHIO	13	66	64	41.95371	13.64407	>=10
OVINDOLI	13	66	65	42.13568	13.51563	>=10
PACENTRO	13	66	66	42.05055	13.99305	9

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

PERETO	13	66	67	42.05898	13.10051	9
PESCASSEROLI	13	66	68	41.80821	13.78921	>=10
PESCINA	13	66	69	42.02511	13.65731	>=10
PESCOCOSTANZO	13	66	70	41.88907	14.06525	>=10
PETTORANO SUL GIZIO	13	66	71	41.97228	13.95995	9
PIZZOLI	13	66	72	42.43501	13.30349	>=10
POGGIO PICENZE	13	66	73	42.32002	13.54081	>=10
PRATA D'ANSIDONIA	13	66	74	42.27669	13.60942	>=10
PRATOLA PELIGNA	13	66	75	42.09798	13.87491	9
PREZZA	13	66	76	42.05943	13.83677	9
RAIANO	13	66	77	42.10195	13.81345	>=10
RIVISONDOLI	13	66	78	41.87004	14.06660	9
ROCCACASALE	13	66	79	42.12365	13.88746	9
ROCCA DI BOTTE	13	66	80	42.02533	13.06806	9
ROCCA DI CAMBIO	13	66	81	42.23499	13.48998	9
ROCCA DI MEZZO	13	66	82	42.20539	13.52056	9
ROCCA PIA	13	66	83	41.93232	13.97673	>=10
ROCCARASO	13	66	84	41.84729	14.07931	9
SAN BENEDETTO DEI MARSI	13	66	85	42.00440	13.62198	>=10
SAN BENEDETTO IN PERILLIS	13	66	86	42.18378	13.77087	9
SAN DEMETRIO NE' VESTINI	13	66	87	42.28839	13.55777	>=10
SAN PIO DELLE CAMERE	13	66	88	42.28558	13.65641	>=10
SANTE MARIE	13	66	89	42.10213	13.20441	9
SANT'EUSANIO FORCONESE	13	66	90	42.28761	13.52458	>=10
SANTO STEFANO DI SESSANIO	13	66	91	42.34303	13.64452	9
SAN VINCENZO VALLE ROVETO	13	66	92	41.83275	13.52448	>=10
SCANNO	13	66	93	41.90291	13.88103	>=10
SCONTRONE	13	66	94	41.74525	14.03883	9
SCOPPITO	13	66	95	42.37229	13.25571	>=10
SCURCOLA MARSCIANA	13	66	96	42.06416	13.34175	>=10
SECINARO	13	66	97	42.15359	13.67919	9
SULMONA	13	66	98	42.04694	13.92846	>=10
TAGLIACOZZO	13	66	99	42.06789	13.25104	9
TIONE DEGLI ABRUZZI	13	66	100	42.20361	13.63601	9
TORNIMPARTE	13	66	101	42.28985	13.30064	>=10
TRASACCO	13	66	102	41.95821	13.53686	>=10
VILLALAGO	13	66	103	41.93505	13.83806	>=10
VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI	13	66	104	42.33275	13.77702	8
VILLA SANT'ANGELO	13	66	105	42.26915	13.53791	>=10
VILLAVALLELONGA	13	66	106	41.86914	13.62246	>=10
VILLETTA BARREA	13	66	107	41.77589	13.93451	9
VITTORITO	13	66	108	42.12487	13.81689	9

**Figura 3.1.3: Catalogo delle Massime Intensità Macrosismiche osservate nella provincia di L'Aquila, Abruzzo**

L'assetto tettonico della Conca di Sulmona è caratterizzato da sistemi di faglie (faglie NW-SE del Morrone, NNW-SSE della Marsica Orientale, E-W del Fiume Vella) la cui polifasicità è ben evidente grazie agli indicatori cinematici rilevabili sugli stessi piani di faglia.

L'intera successione quaternarie è interessata da tettonica essenzialmente a carattere distensivo, esplicatasi in sistemi di faglie e fratture aventi direzione appenninica (NW-SE), anti-appenninica (NNE-SSW) ed E-W.

Le deformazioni riscontrate sono numerose e mostrano un progressivo aumento di frequenza dei rigetti spostandosi dal settore centro-occidentale verso i margini orientali della conca. Per una migliore comprensione della dinamica, sono stati distinti quattro settori in funzione delle diverse caratteristiche geologico-strutturali:

Settore bordiero orientale (da Popoli a Pacentro);

**GRUPPO DI LAVORO**  
 Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
 Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

Settore centro-meridionale (da Corfinio a Sulmona);

Settore occidentale (dalla Stazione di Anversa alle Gole di S. Venanzio);

Settore settentrionale (da Raiano alle Sorgenti del Pescara).

L'area di Bugnara, così come il tratto del F. Sagittario in esame, ricade dal punto di vista geologico-strutturale nel settore occidentale della Conca di Sulmona, in corrispondenza del quale le successioni affioranti mostrano in generale giaciture indisturbate, da sub-orizzontali a debolmente inclinate verso il centro della Conca stessa.

#### 4.6.4 SISMICITÀ

Nella storia della sismicità del Comune di Bugnara si annoverano n. 11 osservazioni macrosismiche, anche a carattere distruttivo, di terremoti occorsi in località piuttosto distanti, secondo quanto riportato dai principali cataloghi sismici e dal recente progetto DBMI04.

I terremoti che hanno prodotto i peggiori effetti sono quelli del 1706, con epicentro nella Maiella, e del 1915, di Avezzano.

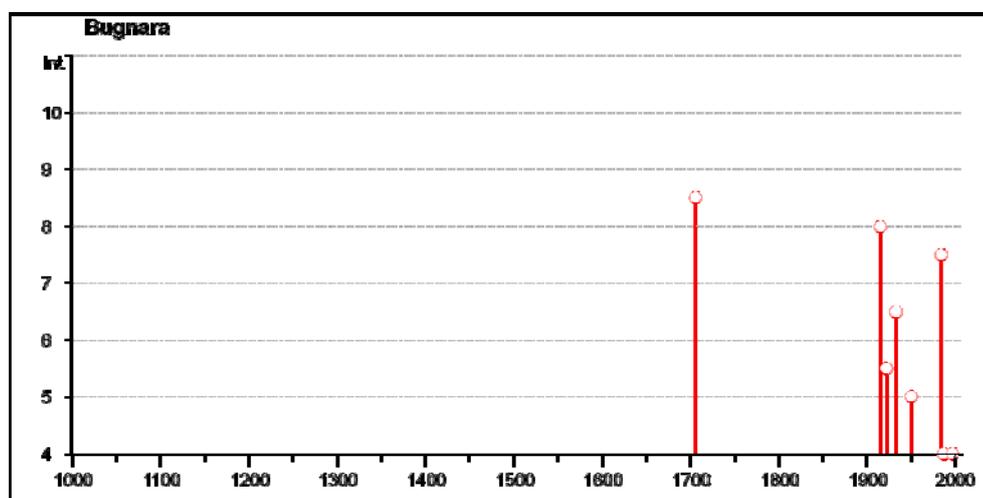
**Tabella: storia sismica di Bugnara (Aq)**

Storia Sismica di Bugnara									
[42.022, 13.862]									
Numero totale di terremoti: 11									
Effetti	Terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area Epicentrale	Np	Ix	Mw
8-9	1706	11	03	13:00		Maiella	99	10-11	6.83 ±0.16
8	1915	01	13	06:52		Avezzano	1041	11	7.00 ±0.09
5-6	1922	12	29	12:22:10		Bassa Val Roveto	119	6-7	5.19 ±0.12
6-7	1933	09	26	03:33:29		Maiella	326	9	5.95 ±0.09
5	1950	09	05	04:08		GRAN SASSO	386	8	5.68 ±0.07
7-8	1984	05	07	17:49:43		Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09

**GRUPPO DI LAVORO**  
 Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
 Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

NF	1986 10 13 05:10:01	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6	4.65 ±0.09
4	1987 07 03 10:21:58	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09
NF	1990 05 05 07:21:22	Potentino	1374		5.80 ±0.09
4	1997 09 26 09:40:27	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
3	1997 10 14 15:23:11	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09



**Figura: Grafico della storia sismica di Bugnara (AQ) dall'anno 1000 al 2002.** Sulle ascisse sono riportate le intensità sismiche ( $I_s$ ) dei terremoti rilevati, mentre sulle ordinate è riportato il riferimento temporale espresso in anni,

(<http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/consultazione/località>).

### Parametri sismici e Pericolosità Sismica di base

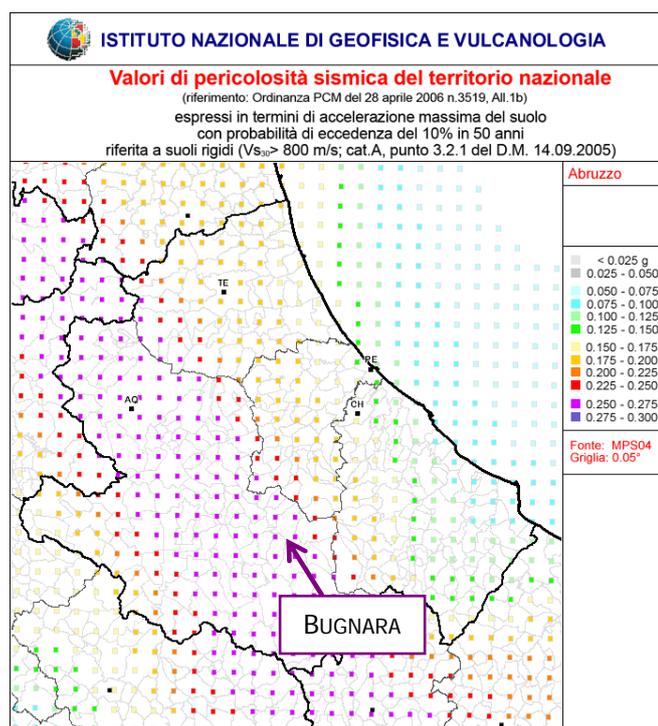
Ai sensi dell'O.P.C.M. 3274/2003, il sito indagato era compreso nella Zona sismica 1. In seguito, con l'OPCM 3519 del 28 aprile 2006 (All. 1b) si è giunti ad una nuova classificazione dell'Italia in 4 zone principali all'interno delle quali sono state ricalcolate delle "sottozone", dove si è provveduto ad infittire i valori di  $a_g$  valutando tale parametro su più punti, secondo una griglia larga non più di  $0,05^\circ$ . In tal modo, l'accelerazione al suolo orizzontale ( $a_g$ ) assume dei valori intermedi a quelli della zona in cui ricade il sito in esame,

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

definibili solo dall'esatta localizzazione geografica dello stesso, ovvero tramite la conoscenza della latitudine e della longitudine.

Il territorio del comune di Bugnara, così come le aree in esame, rientrano nella sottozona 1 con valori  $a_g = 0,250-0,275$ .



**Figura: mappa di pericolosità sismica di riferimento, ai sensi del OPCM 3519 del 28 aprile 2006 All. 1b.**

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

## 4.7 IDROGEOLOGIA

### 4.7.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

La risorsa idrica sotterranea in Abruzzo è concentrata con modalità differenti in quattro diversi ambienti geologici, in funzione delle diverse caratteristiche di permeabilità dei depositi sedimentari presenti:

- le dorsali carbonatiche
- i fondovalle fluviali
- le conche intramontane
- le aree terrigene, quest'ultime comprendono sia i rilievi montuosi della Laga che l'ampia fascia collinare.

Le dorsali carbonatiche rappresentano il principale acquifero, alimentato soprattutto dall'infiltrazione delle precipitazioni verso il sottosuolo, attraverso la rete di fratture e le forme carsiche sia superficiali che ipogee. I diversi acquiferi che si formano al loro interno vengono drenati verso la base, al contatto con formazioni meno permeabili, quali argille e sedimenti marnoso-argillosi (aquicludi). Tale geometria consente alle principali sorgenti di concentrarsi alla "periferia" dei massicci carbonatici e di avere portate molto elevate, in genere anche stabili nel tempo, con scarse oscillazioni stagionali che testimoniano l'ampiezza dell'area di alimentazione.

Grandi idrostrutture carbonatiche bordano le principali conche intramontane, come nel caso della Conca di Sulmona. È molto diffuso il fenomeno del travaso idrico sotterraneo dai potenti acquiferi montuosi carbonatici verso le falde delle conche intramontane, per il tramite dei corpi idrici a permeabilità medio-alta costituiti dai depositi di versante, interdigitati anche in profondità con i sedimenti alluvionali. Ne consegue che le principali sorgenti sono ubicate al margine delle piane, in prossimità del contatto con gli acquiferi carbonatici; sono frequenti, comunque, anche i contributi diretti nei corsi d'acqua che solcano i depositi fluvio-lacustri (sorgenti lineari).

Il Comune di Bugnara ricade all'interno dell'importante corpo idrico sotterraneo significativo principale di Monte Genzana - M. Greco [G-G] (cfr. Figure 4 e 5). L'acquifero è costituito,

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

dal punto di vista stratigrafico-strutturale, dai depositi dell'Unità di Piattaforma carbonatica Laziale-Abruzzese (nel territorio abruzzese è presente esclusivamente l'“Unità di Monte Genzana”) mentre in subordine si rinvencono, soprattutto nella porzione meridionale del massiccio, calcareniti e calcari marnosi scuri (Miocene inf. - medio). Ai margini del massiccio carbonatico, lungo il versante settentrionale, affiorano depositi fluvio-lacustri della Piana di Sulmona.

L'area in esame ricade all'interno del corpo idrico sotterraneo significativo principale della Piana di Sulmona [SU] (cfr. Figure 4 e 5), costituito da depositi fluviali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi e da depositi lacustri essenzialmente argilloso-limoso-sabbiosi caratterizzati da un forte spessore (Pliocene-Olocene). A luoghi, ad essi sono sovrapposte potenti conoidi detritiche.

L'acquifero è delimitato da massicci carbonatici ad esso adiacenti ed in particolare:

- a Nord-Est, dal massiccio del Monte Morrone;
- a Sud-Est, dai massicci dei Monti Porrara e Rotella;
- a Sud-Ovest, dai massicci dei Monti Genzana-Greco e Sirente.

A causa della sostanziale eterogeneità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interditate a depositi con differente grado di permeabilità) che costituiscono l'acquifero fluvio-lacustre, la circolazione idrica sotterranea può essere considerata preferenzialmente basale, anche se si esplica secondo “falde sovrapposte” (appartenenti, quasi sempre, ad un'unica circolazione).

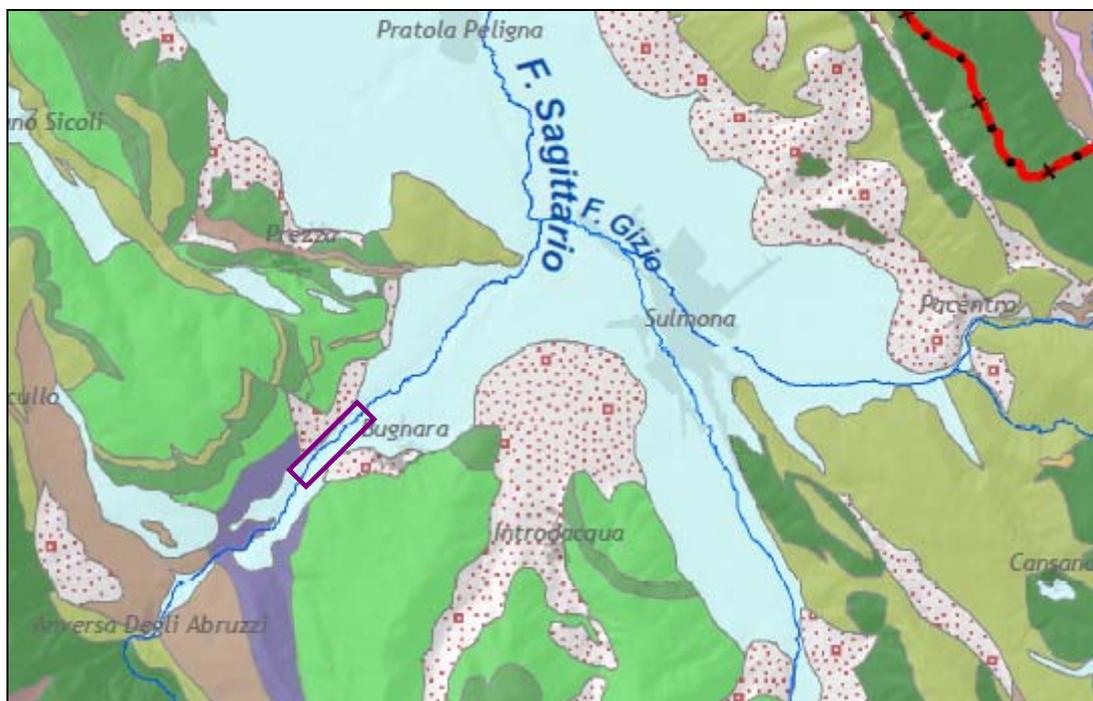
La capacità ricettiva dell'acquifero fluvio-lacustre è complessivamente buona, sia nei confronti dell'alimentazione diretta (fenomeno, questo, molto facilitato dalla morfologia piatta degli affioramenti), sia nei confronti di quella indiretta proveniente dagli acquiferi adiacenti (solo nel caso in cui affiorano termini relativamente più permeabili). Riguardo quest'ultimo punto, infatti si ha che la falda è alimentata in modo copioso da parte dei massicci carbonatici circostanti (dal Monte Porrara, dal Monte Rotella e dal Monte Sirente s.l.). Ciò si traduce nell'affioramento di sorgenti di un certo interesse e nell'esistenza di importanti incrementi di portata nell'alveo del Fiume Gizio e Sagittario (in particolare a sud di Pratola Peligna).

Inoltre, sono stati evidenziati decrementi di portata in alveo lungo il Sagittario che potrebbero

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

essere correlati a travasi idrici sotterranei verso l'acquifero del Monte Morrone che avvengono lungo il tratto in cui il fiume è molto prossimo al massiccio carbonatico (Località S. Terenzano). Ciò è risultato da misure di portate in alveo effettuate durante il periodo marzo 1997-marzo 1998 (cfr. pubblicazione di Conese et alii, 2001) e durante l'anno idrologico 2000-2001 (cfr. pubblicazione di Desiderio et alii, 2003).



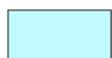
**Figura: stralcio della Carta dei Complessi Idrogeologici per la Regione Abruzzo, scala originale 1:250.000**

### LEGENDA

#### COMPLESSI IDROGEOLOGICI



Complesso detritico



Complesso fluvio - lacustre



Limiti provinciali



Complesso calcareo - silico - marnoso



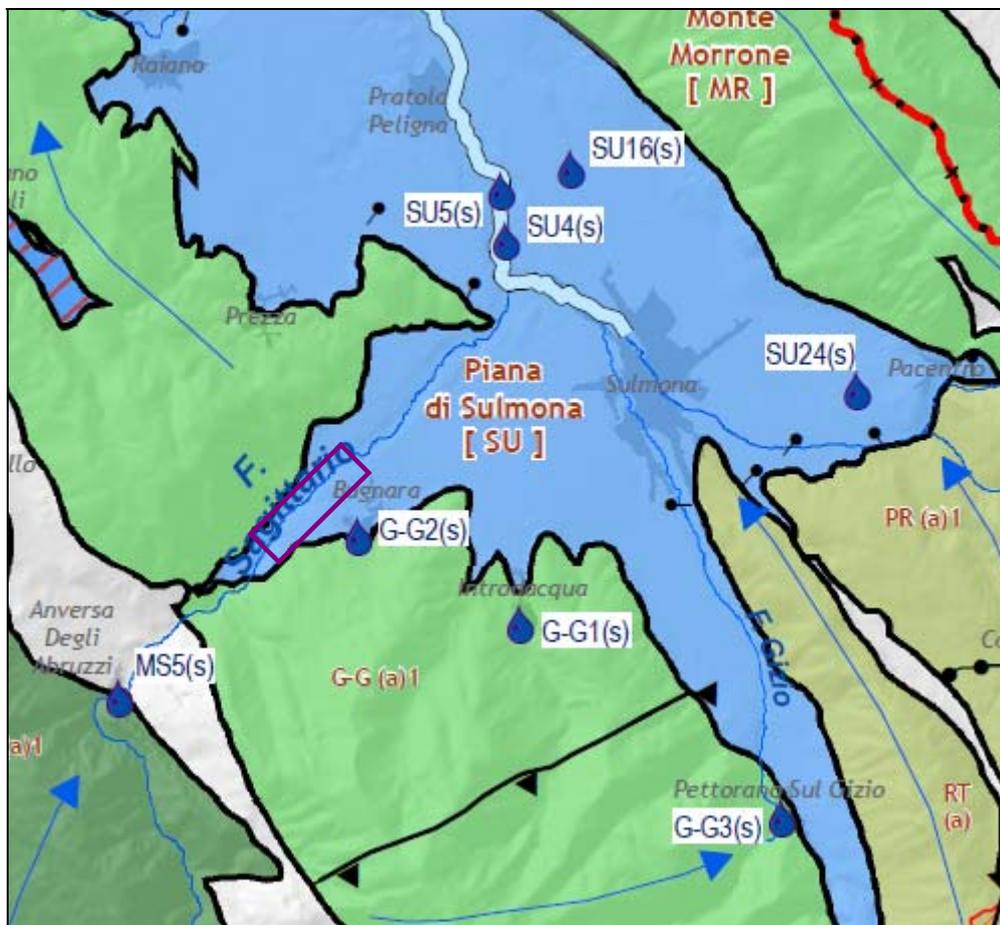
Complesso calcareo



Area di interesse

**GRUPPO DI LAVORO**  
 Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
 Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**Figura: stralcio della Carta Idrogeologica della Regione Abruzzo, scala originale 1:250.000 - dal Piano di Tutela delle Acque D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 e s.m.i.**

**LEGENDA**

-  Spartiacque sotterranei "aperti": esistono interscambi idrici con corpi idrici sotterranei secondari adiacenti nel verso indicato dalle frecce
-  Direzioni principali del deflusso della falda idrica sotterranea
-  Limiti di alimentazione: esiste un deflusso principale delle acque della falda idrica sotterranea nel verso indicato dalle frecce
-  Principali sorgenti
-  Area di interesse

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

**4.7.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI**

Le diverse litologie affioranti nella Valle Peligna sono state raggruppate in n. 5 complessi idrogeologici (cfr. Figura 6), tra loro in continuità idraulica. Il corpo idrico principale significativo della Conca di Sulmona comprende più acquiferi continentali che, a loro volta, risultano essere costituiti da uno o più complessi idrogeologici.

L'area in esame rientra nel seguente:

Acquifero delle Alluvioni Recenti: costituito prevalentemente da sabbie limose e limi sabbiosi con intercalate lenti di ghiaia di spessore modesto, appartenenti al complesso idrogeologico delle Alluvioni Recenti. Lo spessore massimo dell'acquifero è compreso tra i 10 m delle zone meridionali ad oltre 25 m in corrispondenza della confluenza tra il F. Sagittario e il F. Aterno. Nella parte settentrionale dell'acquifero le lenti di ghiaia raggiungono spessori variabili da 4 m a 8 m circa.

Il substrato di questo acquifero monostrato è rappresentato, generalmente, dal complesso idrogeologico lacustre palustre. Sul F. Sagittario nel territorio comunale di Roccacasale e nella zona a monte della confluenza con il F. Gizio l'acquifero ha un substrato carbonatico.

La conducibilità idraulica, sulla base dei dati resi disponibili dal Consorzio Industriale di Sulmona, raggiunge valori di  $4,4 \times 10^{-4}$  m/s; mentre la trasmissività ha valori di  $2,5 \times 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

La superficie piezometrica dell'Acquifero delle Alluvioni Recenti è condizionata fortemente dal rapporto con le acque dei corsi fluviali che attraversano la pianura e dalla presenza di paleovalvi. Gli assi di drenaggio principali corrispondono, infatti, ai paleovalvi costituiti da ghiaie e sabbie limose, mentre gli spartiacque sotterranei coincidono con i depositi a minore conducibilità idraulica. I valori di soggiacenza, in generale, oscillano da 10 m a meno di 1 metro nelle aree di risorgive.

Dalla ricostruzione dell'assetto geologico e, quindi, dalla lettura del modello geologico di sottosuolo ricostruito è possibile concludere che, dal punto di vista idrogeologico, il sottosuolo delle aree di intervento è caratterizzato dalla presenza di depositi mediamente permeabili entro cui si intercalano lenti o livelli poco permeabili: nel caso delle sabbie e delle ghiaie in matrice sabbioso-limosa la permeabilità risulta medio-alta, mentre alle lenti di

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
---	--

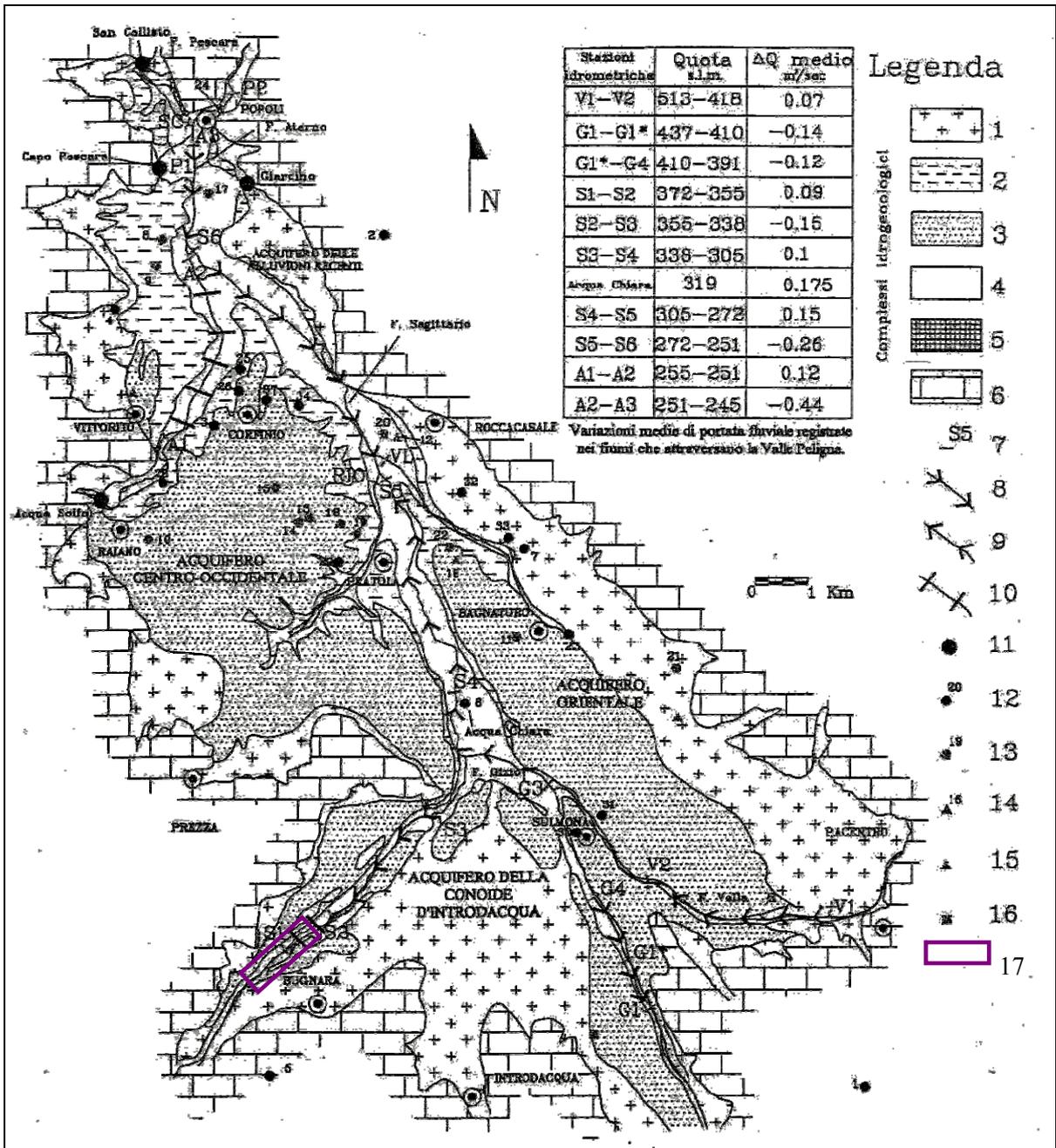
materiale limo-sabbioso o limo-argilloso si associa un grado di permeabilità basso. L'alternanza di materiali a differenti gradi di permeabilità, sia verticalmente che orizzontalmente, causa un rallentamento del deflusso verticale delle acque di infiltrazione vero il basso che può portare alla formazione di effimere e puntuali zone di accumulo dell'acqua nel sottosuolo; queste si traducono nella presenza di faldine sospese di limitata durata nel tempo, presenti soprattutto a seguito di piogge intense o dello scioglimento delle nevi, e di scarsa estensione e potenza.

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
 STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
 MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)



**Figura: Carta dei Complessi Idrogeologici, da AIGA I° Convegno Nazionale 2003 Desiderio G. et alii “Idrogeologia e Qualità delle acque degli Acquiferi della Conca Intramontana di Sulmona (Abruzzo)”.**

**LEGENDA:**

1- Conoidi Alluvionali; 2- Alluvioni Antiche “Terrazza Alta di Sulmona”; 3- Depositi lacustri

**GRUPPO DI LAVORO**  
Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**  
Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

e palustri; 4- Alluvioni Recenti “Terrazza Bassa di Sulmona”; 5- Travertini; 6- Depositi Carbonatici; 7- Stazioni di misura; 8- Decrementi di portata; 9- Incrementi di portata; 10- Assenza di interscambi idrici apprezzabili; 11- Principali emergenze puntuali della falda di base dei rilievi carbonatici circostanti la Valle Peligna. Ubicazione punti di monitoraggio chimico: 12- Sorgenti; 13- Pozzi superficiali; 14- Pozzi profondi nell’acquifero lacustro-palustre. Ubicazione punti di monitoraggio livello piezometrico: 15- Pozzi profondi nell’acquifero lacustro-palustre; 16- Pozzi profondi nei depositi carbonatici.  
17- Area di interesse.

#### **4.7.3 PERMEABILITÀ DEI SUOLI**

Per questo argomento si rimanda alla relazione geologica e geotecnica degli esperti. Si sottolinea comunque la piena conservazione del deflusso minimo vitale nell’area sottesa pari a 620 litri al secondo, ribadendo che comunque in alveo è sempre disponibile durante l’intero anno circa il 70% in più di questo valore in ragione delle caratteristiche del prelievo pari a 1,2 mc/s medi annui a fronte dei circa 3 mc/s medi annui disponibili in alveo.

#### **4.7.4 DEFLUSSO MINIMO VITALE**

Il Deflusso Minimo Vitale (di seguito DMV) stabilito negli studi condotti dalla Regione Abruzzo per il Fiume Sagittario è pari a 620 l/s, quindi tale sarà il valore minimo della portata istantanea da garantire in ogni tratto omogeneo del corso d’acqua, al fine della salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché del mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

La ditta proponente Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l., garantisce un DMV a valle della captazione durante quasi tutto l’anno superiore anche del 70%, o poco meno, rispetto al valore del DMV stabilito dalla Regione Abruzzo (per i dettagli consultare la Relazione Tecnica).

È stata condotta una valutazione, prendendo in considerazione più aspetti, circa l’eventuale possibilità che parte del valore del DMV rilasciato a valle della centrale in progetto possa subire sensibili fenomeni di infiltrazione verso il basso nell’alveo fluviale. In primis, è stato

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA  
STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA  
MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

confrontato il valore del DMV (0,62 mc/s) con la massima portata di magra registrata negli annali per il F. Sagittario (0,31 mc/s); da questo confronto emerge che l'alveo del F. Sagittario supporta una portata pari alla metà del DMV senza far registrare fenomeni di secca dell'alveo. Già questo primo aspetto porta a dedurre che se l'alveo fluviale del Sagittario può supportare una portata di 0,31 mc/s potrà, senza problemi di infiltrazione, lasciar correre nel proprio alveo anche una portata superiore ovvero i 0,62 mc/s del DMV.

A conferma di quanto su esposto va anche la valutazione del coefficiente di infiltrazione potenziale (di seguito c.i.p.) che, da fonti bibliografiche, per materiali alluvionali medio-fini quali quelli riscontrati nelle aree di studio (sabbie limose e limi sabbiosi, sabbie grossolane debolmente limose) ha valori compresi nel range 0,15-0,48. Considerando, in relazione ai depositi riscontrati nell'alveo del F. Sagittario durante i rilevamenti condotti, un c.i.p. pari a 0,25 ed una Piovosità Effettiva (di seguito Peff) pari a 396 mm/a si conosce il valore dell'Infiltrazione I a scala del bacino:

$$I = \text{c.i.p.} \times \text{Peff} = 0,25 \times 396 = 99 \text{ mm/a} \equiv 0,099 \text{ m/a} \equiv 3,16^{-09} \text{ m/s}$$

Dalla relazione appena esposta risulta chiaro che il potenziale di infiltrazione dell'alveo del F. Sagittario è al di sotto della soglia del 50% per cui se può mantenere un flusso con portata di magra pari a 0,31 mc/s sosterrà una portata del DMV pari al doppio senza instaurare sensibili fenomeni di infiltrazione verso il basso che causerebbero perdite sensibili in alveo.

Inoltre, è stato calcolato l'Indice di Deflusso di Base (di seguito BFI) per il F. Sagittario secondo la formula riportata di seguito, considerando la su menzionata portata minima di magra (0,31 mc/s) ed una portata media annua di 3 mc/s:

$$\text{BFI} = Q_m/Q_a = 0,31/3 = 0,10$$

Valori del BFI molto piccoli, come il valore ottenuto per il tratto di F. Sagittario in esame, sono tipici di bacini poco permeabili. Ciò è confermato dall'esito delle prove di permeabilità sui depositi dell'alveo fluviale del Sagittario, per cui questi risultano depositi con permeabilità moderatamente bassa.

In fine, si ricorda che la portata del F. Sagittario è alimentata per l'80% dal flusso di base delle acque sotterranee e, quindi, risente in minima parte del contributo delle acque di ruscellamento superficiale.

In conclusione, tutte le considerazioni condotte e su esposte portano ad assicurare che il DMV

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
---	--

rilasciato in alveo a valle della captazione della centrale idroelettrica in progetto dalla Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l verrà ad essere l'effettiva portata misurabile senza subire sensibili e vistosi fenomeni di infiltrazione verso il basso che possano compromettere l'equilibrio biologico dell'ecosistema in esame.

A tutela di quanto su esposto, la ditta proponente installerà un sistema di misura ad ultrasuoni in grado di rilevare in continuo il livello dell'acqua di rilascio e la conseguente portata di DMV. Tutte le misure saranno rese disponibili su display in prossimità delle sezioni di misura, totalizzate e registrate per gli opportuni controlli e verifiche di legge da parte degli enti deputati.

## 4.8 GEOMORFOLOGIA

### 4.8.1 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO GENERALE

La fisiografia del territorio abruzzese è caratterizzata dalla successione di ampie aree orograficamente omogenee: procedendo da oriente verso occidente, si individua dapprima la costa, a seguire la fascia collinare, quindi quella pedemontana ed, infine, la zona montana.

La zona costiera si sviluppa lungo il margine esterno di una serie di rilievi collinari interrotti da torrenti che scendono a mare. Essa è costituita da una fascia piuttosto stretta, soprattutto a nord, con problemi di erosione ed arretramento della linea di costa in alcuni suoi tratti. La continuità morfologica della zona costiera è interrotta da varie alture (falesie) che rappresentano i settori di costa alta e rocciosa, localizzati soprattutto da Torre Macchia a Punta Penna, a cui si alterano lateralmente brevi spiaggette ghiaiose e sabbiose. I tratti di costa alta occupano una minima porzione della fascia costiera abruzzese che, in linea generale, si presenta bassa e caratterizzata dall'affioramento di formazioni argillo-marnose e sabbioso-conglomeratiche.

La fascia collinare è contraddistinta, oltre che da rilievi di modesta entità, anche da estese zone subpianeggianti che digradano dolcemente verso il mare. Questa è caratterizzata da aree dove è vistosa la presenza di fenomeni di erosione accelerata: i calanchi. Sono molto appariscenti le distese a calanchi che si rinvengono nella zona compresa tra il basso corso del F. Vomano ed il F. Fino, con eclatante espressione nelle famose "bolge" di Atri, e nei bacini dei Fiumi Alento, Foro, Moro e Lavino; aree calanchive trovano condizioni favorevoli al loro sviluppo principalmente nella fascia collinare, ma anche nella parte pedemontana (Pennapiedimonte, Guardiagrele, Roccamontepiano, Turrivalignani, Lettopalena, Lama dei Peligni).

La fascia pedemontana è caratterizzata da rilievi che raggiungono anche quote di 1000 m, separati da incisioni vallive profonde, a forte pendenza.

I rilievi sono, generalmente, disposti secondo allineamenti sub-paralleli a direzione appenninica; si distinguono tre zone orografiche: una dalla parte dell'Adriatico (Monti della Laga - Gran Sasso - Morrone - Maiella), una mediana (Monti d'Ocre - Sirente - M. Genzana - M. Greco che costituiscono la fascia più orientale e gruppo del Velino -

Montagna Grande - M. Marsicano che formano l'allineamento più interno) ed infine una terza fascia sul lato tirrenico laziale (Monti Simbruini - Monti Ernici). L'assetto strutturale è piuttosto complesso per i termini più antichi, i quali sono interessati da pieghe, faglie e sovrascorrimenti; i termini pliocenici, a loro volta trasgressivi o in contatto tettonico sulle unità litostratigrafiche sottostanti, sono, invece, contraddistinti da una struttura monoclinale vergente ad E-NE. Tale assetto strutturale determina una forte diffusione di forme asimmetriche: a scarpate ripide ed irregolari, connesse con la disposizione a reggipoggio degli strati, si affiancano nel lato a franapoggio versanti dolci ed omogenei. Queste asimmetrie di forme determinano e riflettono la diversità dei processi geomorfici prevalenti: crolli ed erosione accelerata nelle scarpate di reggipoggio, scorrimenti traslazionali e colamenti nei versanti a franapoggio. Le creste montane si elevano in media sino a 2000-2500 m e solo nei possenti massicci più esterni superano di qualche centinaio di metri tale limite. L'energia del rilievo è ovunque elevata e sempre notevole è anche l'acclività dei versanti; i dislivelli sono notevolmente accentuati rispetto al fondo delle poche valli principali o delle più numerose conche e, talvolta, si presentano con un solo imponente balzo. Nel complesso, le alte dorsali si elevano da uno zoccolo comune di quota 1000-1500 m, che può essere considerato come una specie di altopiano movimentato da lunghi dossi e depressioni. La parte sommitale e più accidentata mostra prolungati costoni a profilo ondulato, che spesso dividono due fianchi ad acclività diversa: da un lato si ha una muraglia rocciosa incisa da canali con abbondanti detriti disposti in coni e falde continue; l'altro fianco, meno acclive, è squarciato da profondi valloni (Maiella - Morrone).

Le diverse caratteristiche litotecniche delle rocce che costituiscono il tratto di catena appenninica abruzzese (arenarie in strati e banconi, intercalate a sottili livelli pelitici, calcari alternate a marne) determinano differenti peculiarità geomorfologiche. Il modellamento dei rilievi è influenzato in maniera determinante dalla diversa risposta agli agenti erosivi da parte dei litotipi affioranti; ancora, la sovrapposizione di corpi rocciosi a deformazione fragile (calcari, arenarie, conglomerati, travertini) su livelli a deformazione duttile (argille, marne), spesso unitamente ad condizioni scatenanti (forti energie dei rilievi o elevata sismicità) propiziano la genesi di movimenti in massa anche di grandi dimensioni (deformazioni gravitative profonde di versante o frane da collo e

scorrimenti roto-traslazionali).

Con il paesaggio tipico della catena contrastano le ampie conche (depressioni tettoniche) delimitate dai rilievi, incise in norma su substrato calcareo e/o calcareo marnoso. La complessità dei fattori geologici e climatici, interni ed esterni alle singole conche, ha portato alla colmatazione parziale e/o totale a seguito della deposizione di successioni sedimentarie continentali e al modellamento di forme anche molto diverse da bacino a bacino. Tra le principali conche intrappenniniche abruzzesi, poste a quote e posizioni geografiche diverse, vanno ricordate: la Conca del Fucino, la Conca di L'Aquila, la Conca di Fossa San Demetrio, la Conca Subequana, la Valle del Tirino e la Conca di Sulmona.

Il fenomeno repentino di sprofondamento del terreno, le cui forme superficiali sono indicate con il termine generico di "sinkholes", è abbastanza frequente in Italia; si sviluppa nelle pianure alluvionali e costiere e, in particolar modo, nelle conche intermontane di origine tettonica laddove le successioni carbonatiche sono ricoperte da spessori di terreni alluvionali, piroclastici o marini. Molti di questi fenomeni si localizzano su importati strutture tettoniche e si innescano in occasione di eventi sismici di una certa intensità. Il termine viene usato, genericamente, per indicare una cavità sub circolare apertasi nel terreno indipendentemente dalle cause che lo hanno generato mentre nella letteratura italiana esiste già da tempo una classificazione dei vari tipi di cavità stilata in base ai meccanismi genetici.

Con il termine "dolina" si indica una cavità che si forma per fenomeni di dissoluzione in seguito all'assorbimento del terreno di acqua superficiale, tipica di zone carsiche. Campi di doline interessano l'Appennino Centrale, soprattutto le dorsali carbonatiche con litologie fratturate e/o cataclasate che, quindi, per azione delle acque superficiali in particolari condizioni climatiche e di pressione atmosferica a suolo sono facilmente dissolubili.

#### **4.8.2 CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE LOCALI**

Trattandosi di un'opera poco estesa, le aree di studio sono risultate diversificate tra loro per caratteristiche geomorfologiche e di morfo-dinamica fluviale. Al fine di consentire una lettura lineare ed una più agevole comprensione dei concetti riportati nella presente

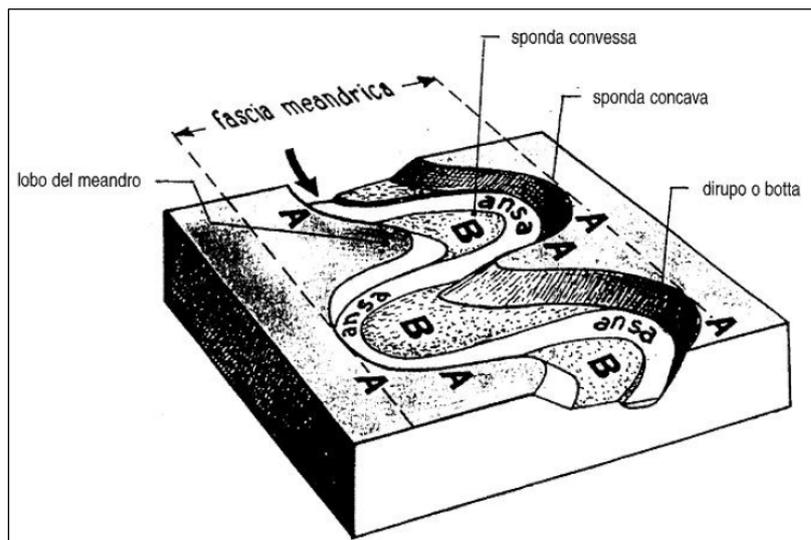
relazione verranno trattati singolarmente gli aspetti geomorfologici e morfo-dinamici fluviali di dettaglio di ciascuna area di intervento, anche in relazione alla specifica tipologia di opera in progetto.

Comune a tutti i tratti dell'intervento è l'ubicazione all'interno della piana alluvionale del F. Sagittario, ovvero un'area pianeggiante, o sub-pianeggiante, presente sia in destra che in sinistra idrografica con ampiezze variabili da tratto a tratto e che si estende, osservandola in sezione, dal piede dei versanti che delimitano la Valle del F. Sagittario a destra e a sinistra idrografica fino all'alveo stesso del fiume.

La Pianura Alluvionale è tipica dei fiumi che giungono dalla montagna nella regione pedemontana, dove depongono il proprio carico a seguito di una diminuzione della pendenza. Questi depositi saranno estremamente piatti. In queste zone di prima pianura, dove la pendenza dei corsi d'acqua si riduce a valori piuttosto piccoli, gli alvei fluviali assumono, come nel caso in esame del F. Sagittario, un andamento caratteristico sinuoso e serpeggiante, che prende il nome di percorso a meandri. Secondo la "Classificazione di forme e processi fluviali" di KELLERHALLS et alii (1976), che hanno proposto una classificazione basata soprattutto sulla descrizione delle principali forme e processi presenti, distinguendo gli alvei in base a tre principali caratteristiche: a) configurazione planimetrica, b) isole fluviali, c) barre e maggiori forme di fondo, la forma planimetrica del tratto in esame dell'alveo del F. Sagittario non è pienamente classificabile secondo una sola voce, ma è a cavallo tra un alveo a meandri irregolari e un alveo irregolare. Tale aspetto è in accordo con la sua collocazione geografica nel settore medio-basso della fascia pedemontana abruzzese. Inoltre non sono presenti isole nel tratto analizzato e le barre, rare, sono di tipo laterali.

Come spesso si osserva nei fiumi da monte verso valle, lungo il tratto in esame del F. Sagittario si registra una variazione di morfologie diverse associabili a differenti condizioni energetiche della corrente: tratti con minor grado di sinuosità, più incassati, con velocità maggiore; tratti più sinuosi, talvolta con barre laterali, un alveo con argini piuttosto bassi che si trova di poco al disotto della quota del piano campagna, con bassa velocità di corrente.

Il percorso serpeggiante di un fiume si mantiene, solitamente, dentro una zona parallela



all'andamento medio del corso d'acqua, detta la fascia meandrica, la cui larghezza è proporzionale alle dimensioni del fiume. Nel caso del tratto in esame del F. Sagittario, detta fascia meandrica ha

un'estensione che va da massimo 120 m a un minimo di circa 9 m.

In ogni singola ansa, un osservatore posto al centro della corrente può distinguere una sponda concava ed una sponda convessa. La sponda concava è soggetto all'erosione del fiume, nelle zone in cui la corrente cambia più rapidamente direzione (punti A nella figura a fianco); la sponda convessa (punti B) è invece soggetta alla sedimentazione. Questo comportamento è dovuto al fatto che punti come "A" si trovano nel lato esterno della curva che determina ogni ansa e, quindi, l'acqua del fiume ha qui una velocità maggiore che nel lato interno dell'ansa. Durante il rilevamento condotto dalla scrivente lungo i tratti del F. Sagittario interessati dall'opera in esame è stato valutato anche tale aspetto, che verrà meglio trattato in seguito.

Un tracciato a meandri non è un percorso fisso nel tempo (come del resto nessuna forma fluviale), ma è soggetto a variazioni continue provocate sia da fattori accidentali (cambiamenti vistosi della portata in occasione di stagioni particolarmente piovose o molto povere di piogge) sia da fattori che agiscono con continuità. Tra questi ultimi è particolarmente importante la relazione tra erosione e deposito sulle rive opposte che si stabilisce per la forma stessa del percorso a meandri. Questo comportamento ha conseguenze notevoli sull'antropizzazione del territorio attraversato dal fiume perché, mentre il modellamento dei terrazzi fluviali si svolge in tempi relativamente brevi per la scala dei tempi geologici ma dell'ordine delle migliaia di anni, la dinamica della fascia meandrica ha tempi caratteristici che sono dell'ordine di parecchie decine d'anni o al più

di qualche secolo e, quindi, si tratta di tempi che si collocano nella scala della durata degli eventi storici.

Ad ogni modo va specificato che dal 1880, in concomitanza della costruzione della ferrovia Pescara-Sulmona, sul letto del Fiume Sagittario lo Stato diede inizio ad una serie di opere di sistemazione. Questi interventi sono stati attuati con un rimboschimento su piccole aree, spostando il fiume Sagittario dalla sua sede naturale (a quota più depressa nel fondo valle), a partire dalla località Capo Canale fino alla confluenza con l'Aterno, e portandolo in quota, "a mezza costa", sulla destra della valle; inoltre, nella'rea della presa, il fondo della sezione dell'alveo attualmente risulta pensile sul piano campagna e gli argini si elevano fino a 6-7 m (informazioni tratte dal volume Sistemazioni Idrauliche Storiche del fiume Aterno-Sagittario e Pescara nella Conca di Sulmona, 2005 - Dott. Ing. Antonio Iorio ).

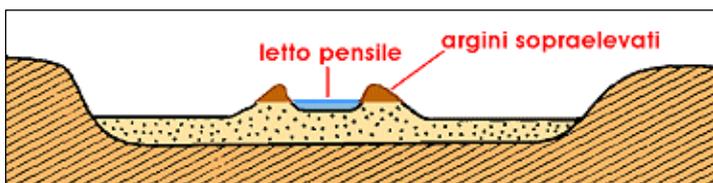
Tali argini non mostrano segni di instabilità o di franamenti, ma la ditta Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l. prevede, nel progetto in esame, una riqualifica ambientale dell'area ed una periodica manutenzione al fine di preservare nel tempo la funzionalità e, quindi, la stabilità degli argini stessi e le peculiarità ambientali presenti nel territorio, realizzando anche un parco educativo tematico.

Nel complesso è possibile affermare che si tratta di aree stabili dal punto di vista geomorfologico, senza segni di instabilità in atto o latenti, e prive di particolari forme riconducibili a processi in atto o quiescenti. L'evoluzione morfodinamica dell'alveo fluviale non interagirà con il funzionamento dell'opera in progetto, dato che questa resterà attiva per una quantità di anni pari ad almeno quelli relativi alla concessione 30 anni, inferiore a quella necessaria affinché lo sviluppo morfodinamico porti ad una sostanziale variazione di forme o ad un nuovo assetto.

Segue una trattazione di dettaglio delle singole aree interessate dalla varie opere in progetto.

### ***Opera di presa***

L'opera di presa verrà realizzata in destra idrografica del F. Sagittario, in un'area che si



presenta pseudo-pianeggiante ( $i \sim 4^\circ$ ). In questo settore la piana alluvionale sinistra ha

un'estensione compresa tra 70 m e 90 m circa mentre la piana alluvionale destra tra 10 m e 25 m circa.

Il Fiume scorre incassato nei propri argini artificiali, di altezza pari a ~ 3 m, con il letto fluviale ad una quota topografica superiore rispetto a quella della piana alluvionale (tratto di fiume pensile). Qui l'ansa concava e, quindi, in erosione è quella della sponda sinistra.

### ***Opera di restituzione***

La centrale di trasformazione con opera di rilascio è ubicata in destra idrografica del F. Sagittario, è esistente, in un'area della piana alluvionale con pendenza inferiore a 1° ed ampiezza compresa tra 60 m ÷ 25 m circa. La piana sinistra, invece, ha un'ampiezza nel range di 100 m e 80 m.

Il Fiume Sagittario in questo tratto scorre incassato nei propri argini naturali, che sono alti all'incirca 6 m. Il letto del fiume è a quota decisamente inferiore rispetto al piano campagna della piana alluvionale destra e sinistra.

### ***Condotta***

Il tracciato composto da una condotta in PRFV diametro 1200 mm, interrata, si snoda, complessivamente, su un percorso di 1.000 m all'interno di un canale in terra esistente.

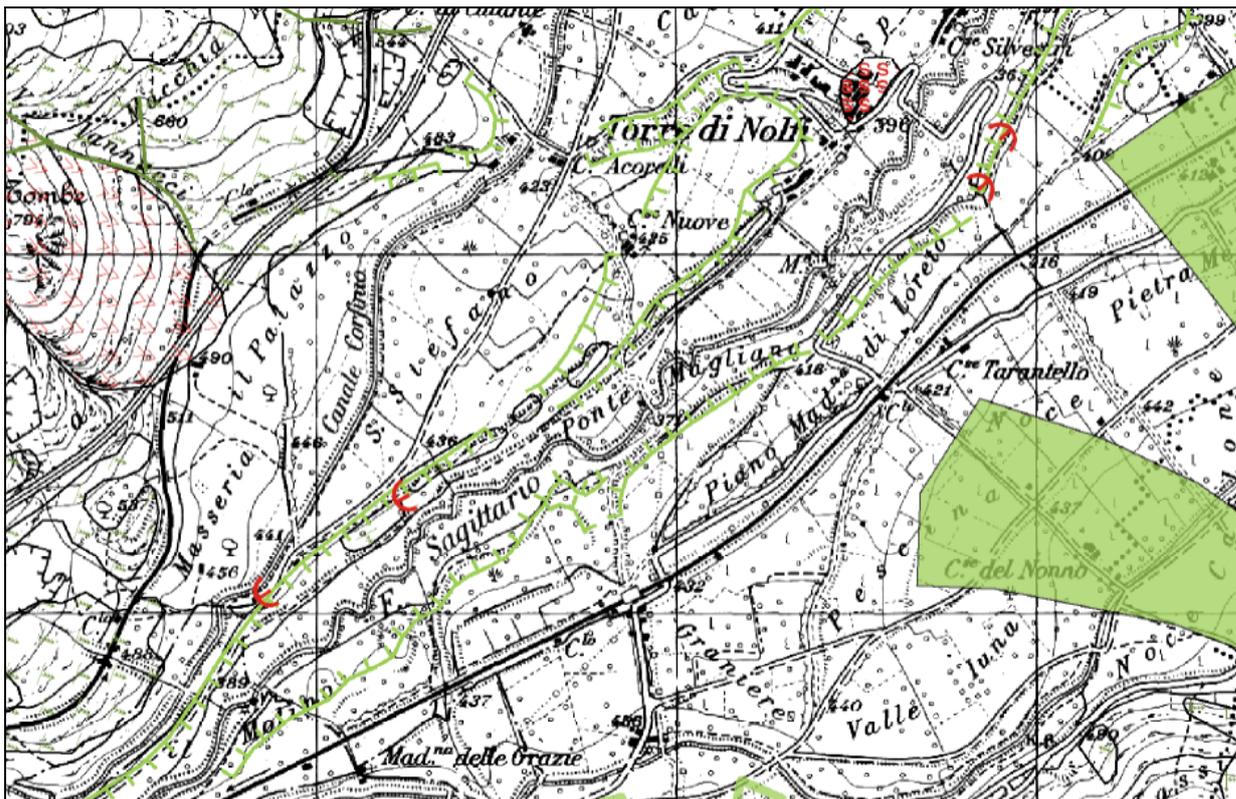
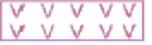


Figura: stralcio del Foglio 369\_E della Carta Geomorfologica, scala originale 1:25.000

## LEGENDA

STATO DI ATTIVITA'		
ATTIVO	QUIESCENTE	NON ATTIVO

Piccola frana o gruppo di piccole frane non classificate			
--	---	---	---

Versante interessato da deformazioni superficiali lente			
Corpo di frana di scorrimento: (A) Traslativo  (B) Rotazionale	 	 	 

FORME, PROCESSI E DEPOSITI  
GRAVITATIVI DI VERSANTE

Orlo di scarpata di erosione fluviale o torrentizia			
---	---	---	---

FORME, PROCESSI E DEPOSITI PER ACQUE CORRENTI SUPERFICIALI			
---	---	---	---

Alveo con erosione laterale o sponda in erosione			
--	---	---	---

#### 4.9 IDROGRAFIA

Il corso d'acqua su cui va ad inserirsi l'opera in progetto è il Fiume Sagittario (codice R1307SA), che rientra nel Bacino Idrografico dell'Aterno-Pescara.

Il Bacino dell'Aterno-Pescara con un'area totale di 3.147,77 Km<sup>2</sup> e un perimetro di 394,91 Km, è suddiviso in tre sezioni: Alto - Medio - Basso Corso ed il Comune di Bugnara è compreso nell'Alto Corso. Nell'ambito di questo bacino idrografico si individuano n. 7 sottobacini, ed il Fiume Sagittario rientra nel Sottobacino del Fiume Sagittario.

Il Sottobacino del F. Sagittario, con un'altitudine media di 925 m s.l.m., ha un'area totale pari a 612,90 Km<sup>2</sup> e attraversa le Provincie di L'Aquila (75 %), Chieti (1,5 %) e

Pescara (23,5 %). In particolare, presso il territorio del Comune di Bugnara (AQ) oggetto di interesse del presente studio, si ha un'estensione del medesimo sottobacino di 25,02 Km<sup>2</sup>. Il Fiume Sagittario costituisce il corso d'acqua significativo per il suddetto sottobacino.

La precipitazione atmosferica varia da massimi di circa 1500 mm/a, in corrispondenza dei maggiori rilievi, a minimi di 600 mm/a nelle depressioni, e nella fascia costiera la precipitazione media è di circa 900 mm/a.

Considerando i valori degli afflussi complessivi per il sottobacino del F. Sagittario si deduce che il suddetto bacino gode di un regime di afflussi di tipo pluvio-nivale con valori massimi autunnali-invernali e minimi estivi.

Dalla scomposizione degli idrogrammi disponibili per tale bacino risulta che solo il 20% della portata fluviale è alimentato dal processo di ruscellamento di superficie, mentre l'80% è riferibile al flusso di base delle acque sotterranee.

## **5. CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE FLUVIALE**

Per lo studio del fiume Sagittario, in relazione alla realizzazione di una centrale idroelettrica in località Mulino Capaldi, i settori conoscitivi considerati hanno riguardano:

- 1) Stato ambientale del corso d'acqua (SACA) ed inventario macrobentonico
- 2) Fauna ittica
- 3) Morfologia e funzionalità fluviale (IFF)
- 4) Vegetazione e fauna

Una prima fase della ricerca ha riguardato la raccolta e, per quanto possibile, la sistematizzazione di dati e studi pregressi riguardanti l'ambiente ed il territorio del fiume Sagittario, in particolare per tutti i settori interessati dalla successiva attività di caratterizzazione ambientale di dettaglio.

Questa base conoscitiva, utile ad individuare le lacune informative esistenti e ad evidenziare la necessità di approfondimenti nei relativi settori, è stata il punto di partenza per impostare le indagini di campo.

L'attività di raccolta di studi esistenti è stata fondamentale per i settori, Stato Ambientale (SACA) e fauna ittica (si vedano i relativi paragrafi), per i quali ci si è basati interamente su dati pregressi, sia perché ritenuti più che esaustivi, sia perché, comunque, non è stato possibile per cause oggettive, dovute alla eccessiva velocità di corrente, effettuare campionamenti.

Relativamente ai settori funzionalità fluviale e vegetazione, alla fase di raccolta delle informazioni esistenti, è seguita un'attività di campo, che ha riguardato il tratto interessato dal progetto.

### **5.1 QUALITÀ BIOLOGICA DELLE ACQUE E STATO AMBIENTALE (SACA)**

Gli indicatori di qualità ecologica sono un tema chiave della ricerca in campo ecologico. Una delle principali difficoltà consiste nella selezione di indicatori

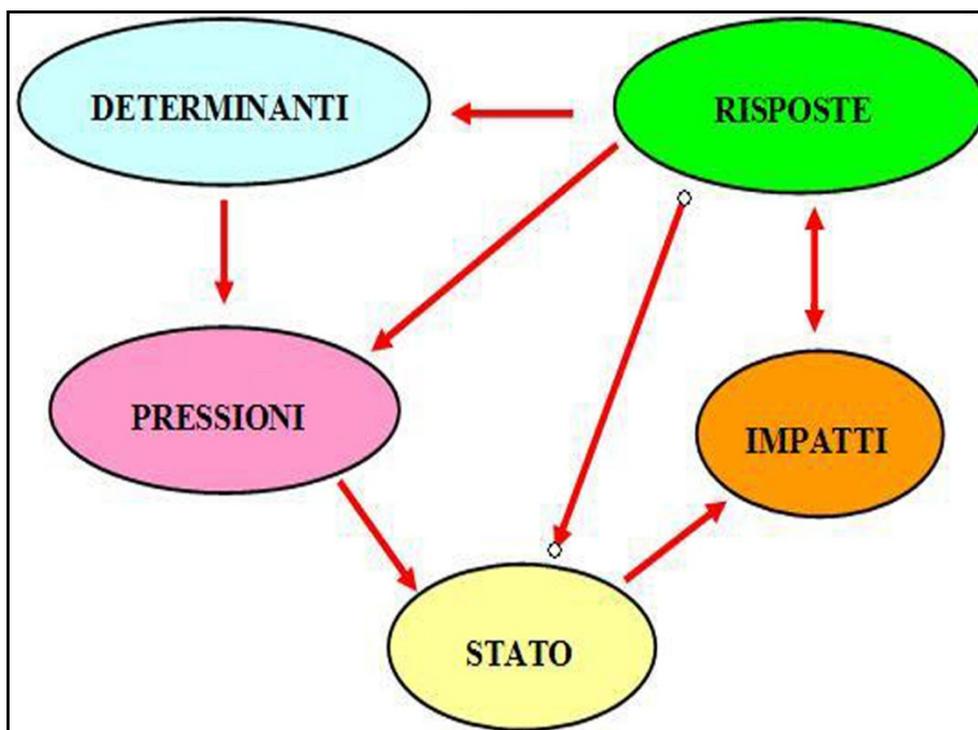
appropriati in grado di descrivere la complessità degli ecosistemi ed offrire al decisore uno strumento operativo di valutazione della qualità ambientale. E' pertanto necessario l'utilizzo di una batteria di sistemi di classificazione in grado di rappresentare, sinteticamente, la struttura ed il funzionamento degli ecosistemi, e di discriminare tra la variabilità naturale e la variabilità dovuta all'effetto degli impatti antropici.

Lo scopo è quello di fornire uno strumento di valutazione a livello di descrittore ecologico utilizzando come elementi di qualità il macrobenthos, la vegetazione ripariale e l'ittiofauna.

Si vuole pertanto indagare sull'evoluzione della qualità dell'acqua del fiume Sagittario, fotografando la situazione "ante e post operam".

Il monitoraggio rappresenta un momento fondamentale per passare dal rilevamento dello stato dell'ambiente a fini conoscitivi (il monitoraggio per conoscere) a quello di verifica della efficacia degli interventi effettuati tramite l'analisi delle risposte sullo stato di qualità ambientale (il monitoraggio per governare).

L'approccio seguito fa riferimento al modello DPSIR (Determinanti-Pressioni-Stato-Impatti-Risposte) proposto per lo studio delle fitte trame che si vengono ad instaurare tra gli impatti di natura antropica, le risposte dell'ambiente in conseguenza ad esse, ed i possibili interventi rivolti alla difesa dell'ambiente stesso.



**Figura 1 - Modello DPSIR**

Gli elementi che compongono lo schema DPSIR sono i seguenti:

- Determinanti (D): si intendono le cause generatrici che determinano le pressioni sull'ambiente (agricoltura, industria, trasporto);
- Pressione (P): si intende l'emissione/produzione di sostanze o l'utilizzo di risorse che hanno un effetto sulle condizioni ambientali esercitando una modificazione dello stato;
- Stato (S): si intende la descrizione della qualità e quantità dei fenomeni fisici, biologici e chimici dell'ambiente che bisogna tutelare;
- Impatti (I): descrivono i cambiamenti nella capacità dell'ambiente di procurare le condizioni adeguate per assicurare salute, disponibilità di risorse e biodiversità.
- Risposta (R): si intendono le attività della società tese a prevenire, controllare, mitigare o adattare le iniziative necessarie per rendere minimi gli impatti negativi e massimi quelli positivi.

Il DPSIR, in sintesi, è un paradigma di gestione ambientale a ciclo di retroazione in cui i determinanti (D) di sviluppo socioeconomico esercitano pressioni (P) sull'ambiente,

modificandone lo stato (S) e determinando impatti (I) sul funzionamento dell'ecosistema, che generano risposte decisionali (R) di gestione ambientale.

La politica normativa dell'UE, per quanto riguarda il governo delle risorse idriche, ha emanato la Direttiva Comunitaria 2000/60/CE (Water Framework Directive; EC 2000) entrata in vigore il 22 dicembre 2000 e recepita dall'Italia con il D.Lgs. 152/2006. (decreti attuativi: D.M. 131/2008, D.M. 56/2009 e D.M. 260/2010).

La Direttiva (WFD) ha introdotto il concetto di qualità ecologica delle acque, che prevede l'integrazione delle condizioni biologiche oltre che idromorfologiche e chimico-fisiche.

Le finalità della direttiva si fondano sul principio che la risorsa deve essere in grado di soddisfare il maggior numero di funzioni ambientali senza sacrificare la sua riproducibilità nel lungo termine e senza pregiudicare l'accessibilità per quegli usi ritenuti meritevoli di tutela.

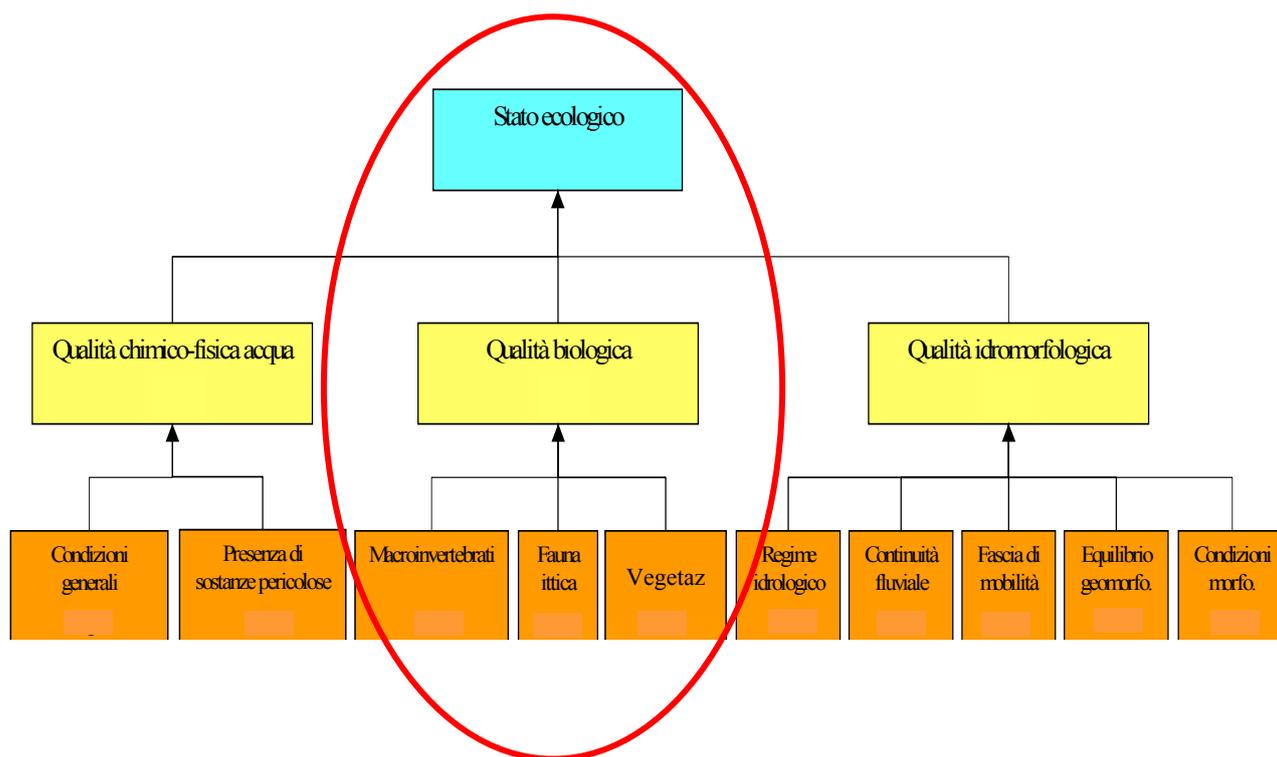
L'acqua, quindi, come fonte primaria per la vita e per le attività economiche, sociali e produttive.

La normativa non prevede più la conservazione degli ecosistemi, attraverso l'istituzione di aree protette, esclusivamente in funzione della protezione di specie faunistiche e floristiche ma ha come finalità quelle di prevenire il deterioramento, proteggere e migliorare lo stato degli ecosistemi acquatici e delle zone umide associate, promuovendo un utilizzo sostenibile dell'acqua basato sulla protezione a lungo termine delle risorse idriche disponibili.

La WFD, che si basa sull'uso sostenibile delle acque, a scala di bacino idrografico, ha avuto il merito di recepire i risultati delle attività di ricerca, considerando lo studio degli elementi biologici come asse portante per definire lo stato di qualità ecologica delle acque.

Gli elementi biologici, non si limitano più alla popolazione dei macroinvertebrati, ma comprendono anche la fauna ittica per la componente animale e il fitobenthos e le macrofite per la componente vegetale.

Poiché nessun indice da solo è esaustivo per tipizzare i vari ecosistemi, si possono ottenere risultati di grande affidabilità solo dall'integrazione interdisciplinare di più indici che fanno riferimento allo componente animale e vegetale.



**Fig. 2 - Schema Stato ecologico ai sensi della Direttiva 2000/60 CE**

In questo programma di misure è data molta importanza alla conservazione qualitativa e quantitativa della risorsa idrica ma anche all'impostazione gestionale con la dovuta considerazione per la componente socio-economica. Per il "bene acqua" si sono pertanto seguite due impostazioni: quella di tipo protezionistico e quella di tipo gestionale. La prima considera l'ambiente acquatico sotto il profilo prevalentemente ecologico e paesaggistico mentre la seconda è più attenta alle componenti socio-economiche (sostenibilità etico - sociale).



### **5.1.1 CALCOLO DELLO STATO ECOLOGICO (SECA) E DELLO STATO AMBIENTALE (SACA) DEI CORPI IDRICI SECONDO IL D.LGS 152/99**

Il decreto legislativo 152/99 “ Tutela delle acque dall’inquinamento”, come modificato dal D. Lgs 258/2000, rappresenta un vero cambiamento di “punto di vista” in tema di tutela dei corpi idrici superficiali in quanto l'azione di tutela si sposta dalla qualità dello scarico (Legge Merli), a quella del corso d'acqua in cui lo scarico viene immesso.

In questo senso tale decreto anticipa, almeno per quel che riguarda l’impostazione generale, la Direttiva europea 2000/60.

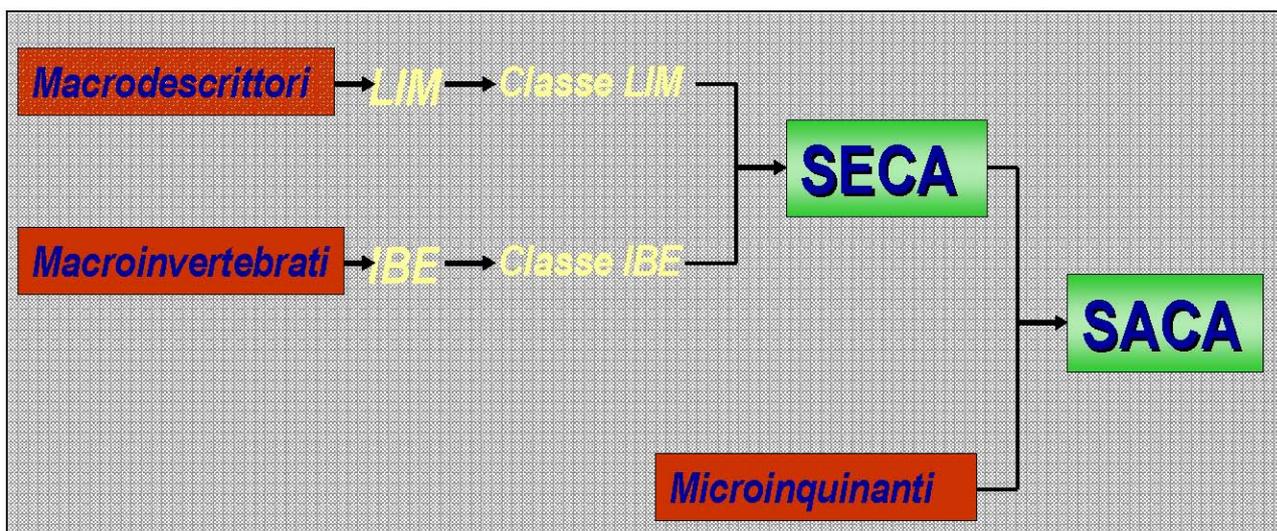
E’ stato infatti introdotto il concetto di Stato Ecologico dei corpi idrici superficiali (SECA) inteso come “l’espressione della complessità degli ecosistemi acquatici, della natura fisica e chimica delle acque e dei sedimenti, delle caratteristiche del flusso idrico e della struttura fisica del corpo idrico, considerando prioritario lo stato degli elementi biotici dell’ecosistema”.

La definizione del SECA consente, a sua volta, di caratterizzare lo stato di qualità ambientale del corpo idrico mediante l’indice SACA.

L’obiettivo della qualità ambientale è così definito in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali ampie e ben diversificate.

La combinazione di diversi indicatori di stato (parametri chimico –fisici e microbiologici e composizione della comunità macrobentonica) consente di calcolare indici sintetici come il Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM) e l’Indice biotico Esteso (IBE) dal cui raffronto si esprime il giudizio di Qualità sotto forma di Classe dello Stato Ecologico (SECA) che, integrato con le informazioni sullo stato chimico, darà poi il giudizio di qualità ambientale (SACA).

Di seguito viene riportato lo schema generale del processo di classificazione di un corpo idrico superficiale così come definito dal D.Lgs 152/99



**Fig. 3 – Schema di classificazione di un corso d’acqua, ai sensi del D.Lgs 152/99**

**a) Livello di Inquinamento da Macrodescrittori (LIM)**

L’indagine chimica e microbiologica, con l’individuazione di parametri macrodescrittori, consente di definire il LIM (Livello di Inquinamento da Macrodescrittori – Tab. 1).

Concorrono a definire il LIM i nutrienti, le sostanze organiche biodegradabili, l’ossigeno disciolto e l’inquinamento microbiologico.

**Procedura di calcolo**

Sull’insieme dei risultati ottenuti dalla fase analitica si calcola, per ciascuno dei parametri, il 75° percentile della serie annua; si individua la colonna in cui ricade il risultato ottenuto e si determina il punteggio da attribuire a ciascun parametro; si ripete tale operazione di calcolo per ciascun parametro della tabella e si sommano tutti i punteggi ottenuti.

Il Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori (LIM) si individua in base all’intervallo in cui ricade il valore della somma dei punteggi ottenuti dai diversi parametri, come indicato nell’ultima riga della tabella di seguito riportata.

Parametro	LIVELLO 1	LIVELLO 2	LIVELLO 3	LIVELLO 4	LIVELLO 5
100-OD (%sat.)	≤ 10	≤ 20	≤ 30	≤ 50	> 50
BOD5 (O2 ml/l)	< 2,5	≤ 4	≤ 8	≤ 15	> 15
COD (O2 mg/l)	< 5	≤ 10	≤ 15	≤ 25	> 25
NH4	< 0,03	≤ 0.10	≤ 0,50	≤ 1,50	> 1,50
NO3	< 0,3	≤ 1,5	≤ 5	≤ 10,0	> 10,0
Fosforo totale	< 0,07	≤ 0,15	≤ 0,30	≤ 0,60	> 0,60
Escherichia coli	< 100	≤ 1.000	≤ 5.000	≤ 20.000	> 20.000
Punteggio da attribuire per ogni parametro analizzato (75° percentile del periodo di rilevamento)	80	40	20	10	5
Livello di Inquinamento da Macrodescrittori	480-560	240-475	120-235	60-115	<60

**Tab. 1 - Tabella per l'assegnazione del livello di inquinamento macrodescrittori (LIM)**

Ai punteggi ottenuti si assegnano 5 classi di qualità rappresentate con dei colori convenzionali ovvero classe 1 = ottimo, azzurro; classe 2 = buono, verde; classe 3 = sufficiente, giallo; classe 4 = scadente, arancio; classe 5 = pessimo, rosso

#### **b) Indice Biotico Esteso (IBE)**

L'importanza dell'IBE è attestata dal riconoscimento normativo che ha imposto il suo uso nel monitoraggio delle acque superficiali, attribuendogli una importanza pari a quella riconosciuta ai classici controlli chimico-fisici.

L'IBE (Indice Biotico Esteso) misura l'effetto di eventuali impatti sugli organismi

macroinvertebrati bentonici che vivono almeno una parte del loro ciclo biologico nell'alveo dei fiumi.

Anche in questo caso vengono attribuite 5 classi (Tab. 2) di qualità in base alla presenza o meno di tali organismi. Per la stima dell'IBE si considera il valore medio

<b>Classe di qualità</b>	<b>di</b>	<b>Valore di I.B.E.</b>	<b>di</b>	<b>Giudizio di qualità</b>	<b>Colore tematico</b>
<b>I</b>		10-11-12...		Ambiente non inquinato	
<b>II</b>		8-9		Ambiente leggermente inquinato	
<b>III</b>		6-7		Ambiente inquinato	
<b>IV</b>		4-5		Ambiente molto inquinato	
<b>V</b>		1-2-3		Ambiente fortemente inquinato	

**Tab. 2 - Valori I.B.E. e classi di qualità ottenuto dalle analisi durante il periodo di misurazione.**

**c) Stato Ecologico del Corsi d'Acqua (SECA)**

Lo Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (SECA) è determinato incrociando i valori del LIM e dell'IBE e prendendo in considerazione il risultato peggiore tra i due. Anche in questo caso, si attribuisce il valore attraverso 5 classi di qualità (Tab. I.3)

Lo Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua definisce, così, lo stato biologico, chimico-fisico e microbiologico del corpo idrico.

	<b>CLASSE 1</b>	<b>CLASSE 2</b>	<b>CLASSE 3</b>	<b>CLASSE 4</b>	<b>CLASSE 5</b>
<b>I.B.E.</b>	<b>≥ 10</b>	<b>8-9</b>	<b>6-7</b>	<b>4-5</b>	<b>1-2-3</b>
<b>LIM</b>	<b>480-560</b>	<b>240-475</b>	<b>120-235</b>	<b>60-115</b>	<b>&lt; 60</b>

**Tab.3 - Stato Ecologico dei corsi d'acqua (si considera il risultato peggiore tra I.B.E. e LIM)**

**d) Stato Ambientale del Corso d'Acqua (SACA)**

Per attribuire lo Stato Ambientale ad un Corso d'Acqua (SACA), i valori del SECA andranno confrontati con i dati relativi alla presenza di microinquinanti, organici o metalli pesanti, elencati in tabella 1 dell' Allegato 1 D.Lgs 152/06 (Tab. I.4). Sono così necessarie anche analisi sui principali inquinanti chimici (inorganici ed organici) di più ampio significato ecologico da ricercare nella matrice acquosa. Se la concentrazione di uno solo di tali microinquinanti supera il valore soglia previsto dalla legge, il SACA precipita a "Scadente" o a Pessimo" nel caso in cui già lo stato ecologico fosse stato tale, secondo lo schema riportato in tabella I.5.

$$SACA = SECA + MICROINQUINANTI$$

	Concentrazione limite (g/l)	Metodo APAT-IRSA
<b>Inquinanti Inorganici</b>		
Arsenico	10	3080
Cadmio e suoi composti	1	3120
Cromo totale	50	3150
Mercurio e suoi composti	1	3200
Nichel e suoi composti	20	3220
Piombo e suoi composti	10	3230
<b>Idrocarburi policiclici aromatici</b>		
Idrocarburi policiclici aromatici	0,2	5080
Benzene	1	5140
<b>Idrocarburi Aromatici Alogenati</b>		
Triclorobenzeni	0.4	5150
<b>Idrocarburi Alifatici Clorurati</b>		
1,2 Dicloroetano	10	5150
Cloroetene (cloruro di vinile)	0,5	
Diclorometano	20	5150
Esaclorobutadiene	0,1	5150

Triclorometano (cloroformio)	12	5150
Tricloroetilene	10	5150
Tetracloroetilene (percloroetilene)	10	
<b>Prodotti fitosanitari e biocidi</b>		
Prodotti fitosanitari e biocidi (totali)	1	5060
<b>Ciclodiene derivati</b>		
Aldrin	0.1	5090
Dieldrin	0.1	5090
Endrin	0.1	5090
Isodrin	0.1	5090
<b>Organo clorurati</b>		
Diclorofenildicloroetano (DDT)	0.1	5090
Endosulfan	0.1	5090
Esaclorocicloesano	0.1	5090
Lindano (isomero dell'Esaclorocicloesano)	0.1	5090
Esaclorobenzene	0.1	5090
<b>Fenilurea derivati</b>		
Diurno	0,1	5050
Isoproturon	0,1	5050
<b>Alotriazine</b>		
Atrazina	0,1	
Simazina	0,1	
<b>Organofosforici</b>		
Clorfenvinfos	0,1	5100
<b>Organotiofosforici</b>		
Clorpyrifos	0,1	5100
<b>Altri fitosanitari e biocidi</b>		
Alaclor	0,1	5090
Trifluralin	0,1	

Pentaclorofenolo	0,4	5150
<b>Composti organici semivolatili</b>		
Tetracloruro di carbonio (Tetraclorometano)	12	5150

**Tab.4 - Parametri di base da controllare per il calcolo del SACA**

Concentrazioni inquinanti (Tab. 1A D.Lgs. 152/06)	SECA	CLASSE	CLASSE	CLASSE	CLASSE	CLASSE
		1	2	3	4	5
≤ Valore soglia		Elevato	Buono	Sufficiente	Scadente	Pessimo
≥ Valore soglia		Scadente	Scadente	Scadente	Scadente	Pessimo

**Tab.5 - SACA (Stato ambientale dei corsi d'acqua)**

#### 5.1.2 RISULTATI RELATIVI AL FIUME SAGITTARIO

Il fiume Sagittario, il maggiore affluente del fiume Aterno, nasce nei pressi di Villalago da sorgenti che sono alimentate per infiltrazione dal lago di Scanno (le più importanti sono la Fonte Vecchia e la Lago Scuro). Il Sagittario, circa 1500 m a valle delle predette scaturigini, è intercettato da una diga e forma il piccolo bacino artificiale di S. Domenico realizzato per la produzione di energia elettrica. Superate le Gole del Sagittario, a valle dell'abitato di Anversa degli Abruzzi il fiume riceve il contributo di due sorgenti: Cavuto 1 utilizzata per la produzione di energia elettrica e Cavuto 2 utilizzata, in parte, per uso potabile. Il Sagittario, fino alla confluenza con il Fiume Gizio ingrossato dal Fiume Vella, non possiede altre sorgenti di rilievo. Il fiume, sul quale sono stati realizzati alcuni interventi di bonifica e sistemazione idraulica per la difesa dalle piene delle pianure circostanti, circa 2 km a monte dell'abitato di Popoli confluisce nell'Aterno il quale, poco più a valle, si unisce con il fiume Pescara.

Il tema della qualità delle acque del fiume Sagittario è stato trattato attraverso l'utilizzo dei numerosissimi dati pregressi, che coprono ininterrottamente un periodo che va dal 2000 ad oggi.

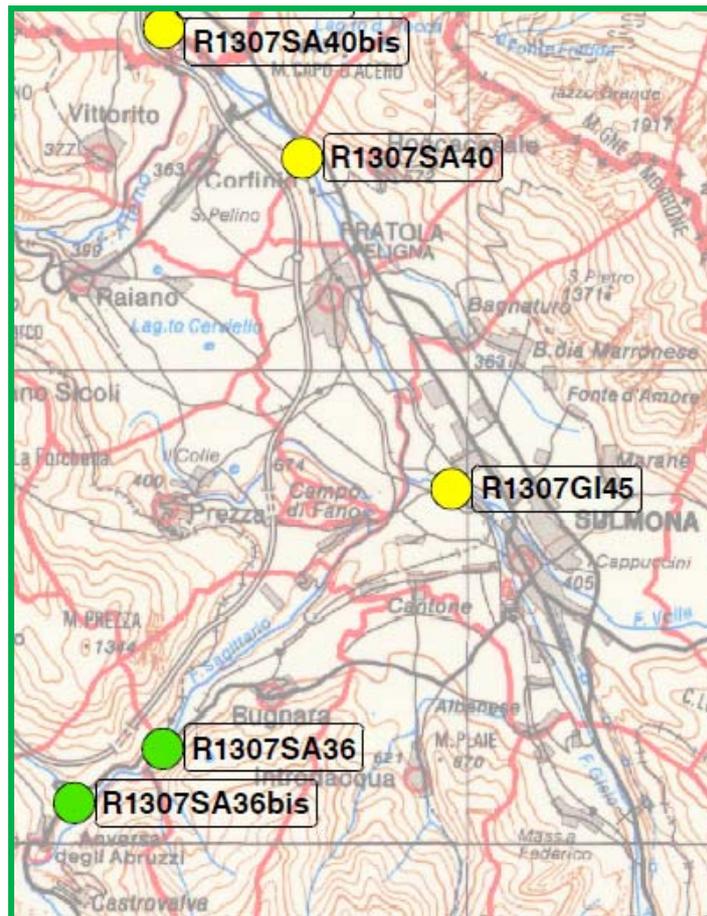
La Regione Abruzzo già dall'anno 2000 ha individuato sul reticolo idrografico

regionale, costituito dai corpi idrici significativi, un insieme di stazioni di campionamento, per il monitoraggio delle acque superficiali ai fini della classificazione dello Stato Ambientale. Tale studio prevedeva per ciascuna stazione individuata indagini con frequenza mensile dei macrodescrittori (parametri chimici, chimico-fisici e microbiologici di base), per la definizione del Livello di Inquinamento dei Macrodescrittori (LIM) e analisi stagionali della qualità biologica delle acque, tramite metodica IBE, acronimo di Indice Biotico Esteso.

Le principali fonti bibliografiche utilizzate sono:

- Monitoraggio e prima classificazione dei corpi idrici della Regione Abruzzo ai sensi del D.Lgs.11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche, relativo al periodo 2000 – 2002 (Turin P., Ruggieri L., Colcera C., Zanetti M., D'Eramo A.)
- Monitoraggio eseguito dall'ARTA (2003–09)
- Carta Ittica della Provincia dell'Aquila, relativa al periodo 2004 -05. (Ruggieri L.)
- Diversi studi effettuati per conto della Riserva Naturale Regionale “Gole del Sagittario”

Di seguito vengono riportati i dati relativi al monitoraggio dell'ARTA, effettuate sul fiume Sagittario, nel periodo 2003-09 e che riguardano le seguenti due stazioni di campionamento, significative per la valutazione del tratto considerato, individuate da monte verso valle.

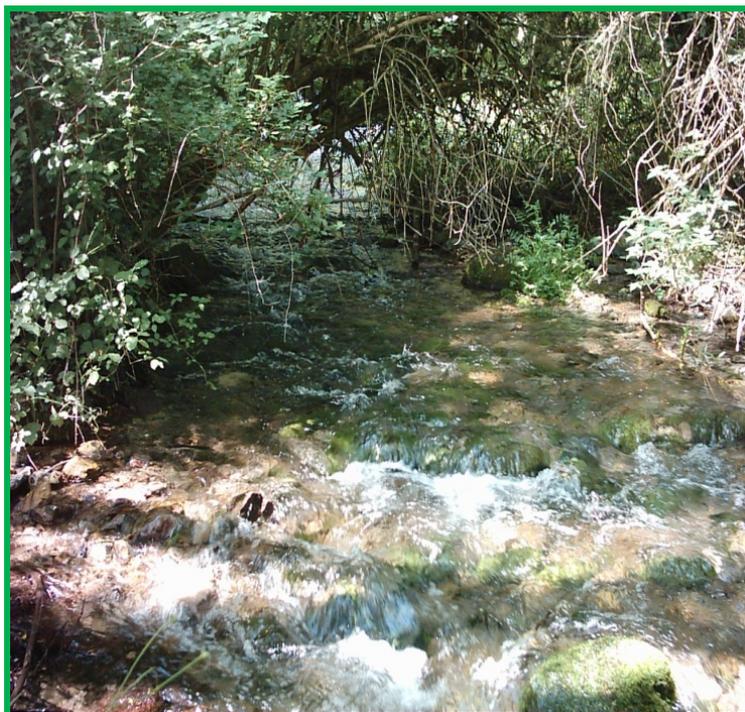


**Fig. 4 - Stazioni monitoraggio ARTA 2003-2009 sul fiume Sagittario**

**A) Stazione ARTA Cod. R1307SA36 bis - Gauss Boaga: x 2421617 ; y 4650683**

La stazione è situata ad Anversa degli Abruzzi, circa 800 m a valle delle sorgenti del Cavuto e a monte della centrale ENEL.

I monitoraggi, effettuati negli anni, evidenziato che questo tratto di fiume, che scorre in un'area ad elevato pregio naturalistico, presenta un'ottima qualità delle acque (I classe IBE) e una comunità molto diversificata con un numero elevato di unità sistematiche



**Foto 1 – fiume Sagittario - Staz. ARTA Cod. R1307SA36 bis**

Le indagini documentano inoltre come il Livello di Inquinamento espresso dai Macrodescrittori (LIM) permane nel tempo in una seconda classe, il cui giudizio è “buono”.

Ne consegue che sia lo Stato ecologico (SECA) che lo Stato ambientale (SACA) si confermano negli anni come “BUONO”

Anno	LIM		IBE		SECA	(75° % inquinanti chimici)	SACA
	Somma	Livello	Valore	Classe	Classe		
2005	360	2	9	II	2	<V. Soglia	Buono
2006	340	2	11-10	I	2	<V. Soglia	Buono
2007	400	2	11	I	2	<V. Soglia	Buono
2008	440	2	10/11	I	2	<V.Soglia	Buono
2009	340	2	10	I	2	<V.Soglia	Buono

**Tab.6 – Valori di LIM –IBE – SECA – SACA nel periodo 2005-2009**

**B) Stazione ARTA Cod. R1307SA36 –Gauss Boaga: x 2423484 ; y 4651841**

La stazione é situata circa 1 Km a valle dell’invaso ENEL, a monte di Bugnara e del tratto interessato dal progetto.

Dalla tabella sottostante e dai dati forniti dall’ARTA, si evince che nel periodo 2003 - 2009, per difficoltà oggettive, dovute all’eccessiva velocità di corrente, soltanto sette volte, sui 28 programmati, è stato possibile effettuare i campionamenti dei

macroinvertebrati bentonici, finalizzati al calcolo dell'IBE, ottenendo come risultato sempre una seconda classe di qualità e permettendo in tal modo di attribuire un giudizio complessivo sullo Stato Ambientale del Corso d'Acqua di "BUONO".

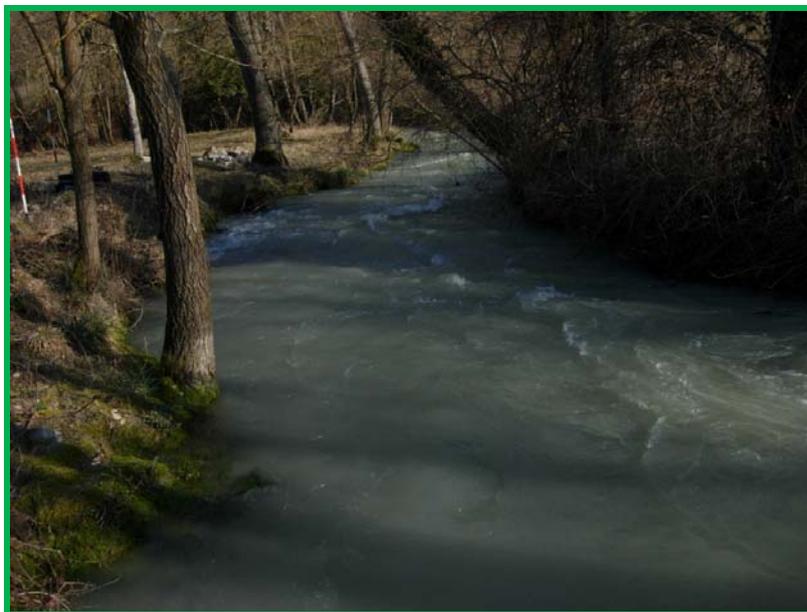


Foto 2 – fiume Sagittario - Staz. ARTA Cod. R1307SA36

I dati sotto riportati testimoniano dunque un ambiente di buona qualità, non soggetto a fonti d'inquinamento, ma sottoposto a condizioni di stress per l'eccessiva velocità delle acque, **tanto che l'ARTA ha deciso, per tale motivo, di escludere tale stazione dalla nuova rete di monitoraggio.**

Anno	LIM		IBE		SECA	(75° % inquinanti chimici)	SACA
	Somma	Livello	Valore	Classe	Classe		
2004-2005	240	2	n.a	n.a	n.a	<V. Soglia	N.C.
2005	280	2	n.a.	n.a.	n.a.	<V. Soglia	N.C.
2006	300	2	9	II	2	<V. Soglia	Buono
2007	340	2	8/9	II	2	<V. Soglia	Buono
2008	360	2	8/9	II	2	<V.Soglia	Buono
2009	280	2	8	II	2	<V.Soglia	Buono

Tab. 7 - Valori di LIM – IBE – SECA – SACA nel periodo 2005-2009

### C) Stazione Prov. dell'Aquila (Cod. SG3) – Gauss Boaga x 2423484; y 4651841

Nello studio finalizzato alla stesura della Carta Ittica della Provincia dell'Aquila, sul

fiume Sagittario erano state posizionate tre stazioni di campionamento, due ad Anversa degli Abruzzi, in un tratto sovrapponibile alla stazione ARTA Cod. R1307SA36 bis, che avevano dato risultati sovrapponibili a quelli ottenuti dal monitoraggio ARTA, mentre una terza era stata individuata a Bugnara, a monte dell'impianto di depurazione a servizio del paese, coincidente quindi con il tratto terminale della condotta.



**Foto 3 – fiume Sagittario - Staz. Provincia dell'Aquila (Cod. SG3 )**

Nel mese di novembre 2004 non era stato possibile effettuare il campionamento dei macroinvertebrati per il calcolo dell'IBE a causa dell'elevata velocità di corrente riscontrata, come documentato dalla foto.

Nella successiva campagna di monitoraggio biologico, effettuata nel mese di luglio del 2005, il tratto di fiume considerato presentava un valore di IBE pari a 9, corrispondente ad una II classe di qualità delle acque, evidenziando come la stazione di Bugnara presentasse le stesse caratteristiche ambientali e gli stessi risultati della stazione a monte.

PERIODO	I.B.E.	Classe di qualità	Giudizio sintetico
Novembre 2004	<b>Non applicabile</b>		
Luglio 2005	9	<b>5.1.2.1.1.</b>	Ambiente leggermente inquinato

**Tab. 8 - Valori di IBE nel periodo 2004-2005**

A valle dell'abitato di Sulmona il fiume Sagittario, come documentato dalle sottostanti tabelle, dopo l'immissione in riva dx del fiume Gizio, che a sua volta ha ricevuto le acque del Fiume Vella, presenta un netto peggioramento, che si conferma nel tempo, evidenziato dai valori di LIM di livello 3 e di IBE di III classe, determinando in tal modo un SACA "Sufficiente".

**D) Stazione ARTA Cod. R1307SA40 - coord. x 2426390 ; y 4664304**

La stazione è individuata nel Comune di Roccasale, in località Capocanale.

Anno	LIM		IBE		SECA	(75% inquinanti chimici)	SACA
	Somma	Livello	Valore	Classe	Classe		
2006	210	3	8	II	3	< V.Soglia	Sufficiente
2007	170	3	6/7	III	3	< V.Soglia	Sufficiente
2008	230	3	7/6	III	3	< V.Soglia	Sufficiente
2009	245	2	6	III	3	< V.Soglia	Sufficiente

**Tab. 9 - Valori di LIM –IBE – SECA – SACA nel periodo 2006-2009**

**E) Stazione Cod. R1307SA40bis - coord. x 2423514 ; y 4667052**

La stazione è individuata nel Comune di Corfinio, in località Ceselunghe.

Anno	LIM		IBE		SECA	(75° % inquinanti chimici)	SACA
	Somma	Livello	Valore	Classe	Classe		
2004-2005	175	3	5	IV	4	<V.Soglia	Scadente
2005	155	3	6	III	3	<V.Soglia	Sufficiente
2006	225	3	7	III	3	<V.Soglia	Sufficiente
2007	165	3	7	III	3	<V.Soglia	Sufficiente
2008	230	3	7	III	3	<V.Soglia	Sufficiente
2009	225	3	7	III	3	<V.Soglia	Sufficiente

**Tab.10 - Valori di LIM –IBE – SECA – SACA nel periodo 2005-2009**

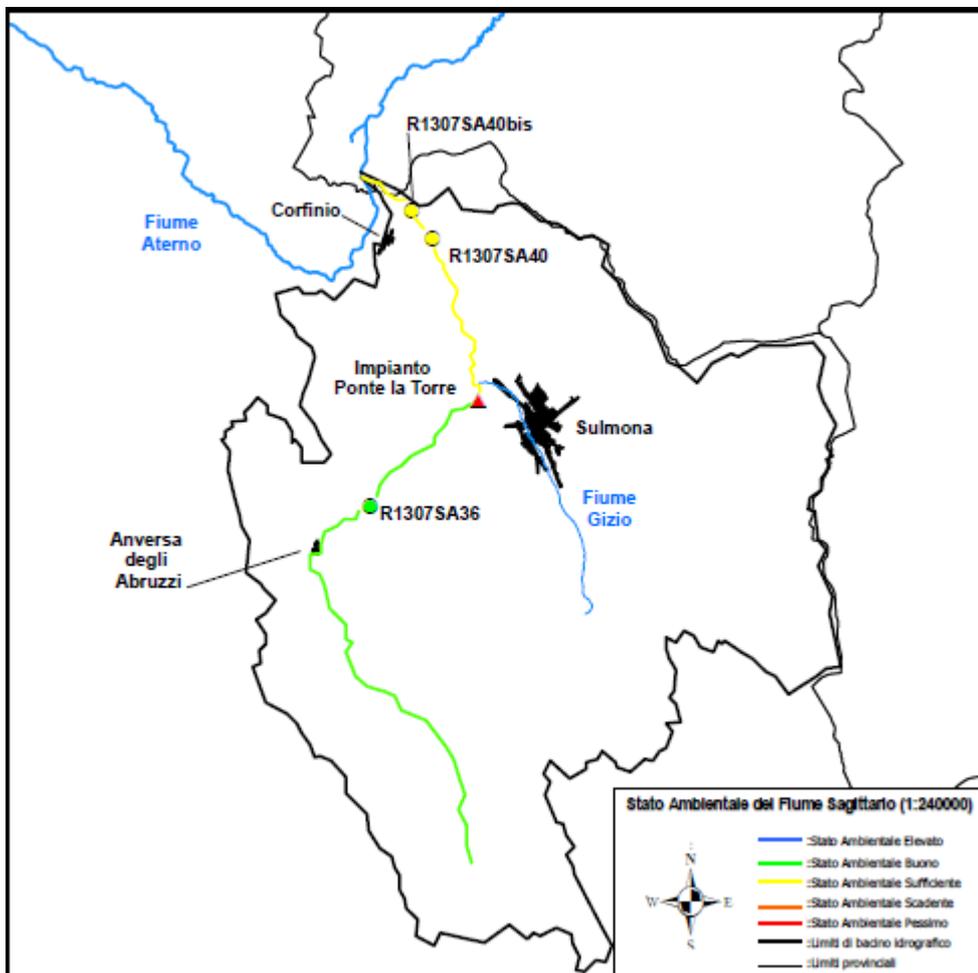
Le indagini effettuate dall'ARTA utilizzando i nuovi indici, introdotti dal D.Lgs 152/06 e dal D.M 260/10, relativamente alle stazioni di monitoraggio poste sul fiume Sagittario, non sono state utilizzate, dal momento che, mentre si confermano i risultati della stazione R1307SA36 bis, denominata Sagittario 1 con un giudizio intermedio (trend annuale) dello Stato Ecologico anno 2011 "Buono", dall'altra parte come sopra già ricordato, l'ARTA ha escluso la stazione a valle dalla nuova rete di monitoraggio, per difficoltà di campionamento e per motivi di sicurezza degli operatori, a causa dell'elevata velocità di corrente.

### **5.1.3 ANALISI DELLE PRESSIONI ED ATTRIBUZIONE DELLO STATO DI QUALITÀ AMBIENTALE**

Dal Piano di Tutela delle Acque (P.T.A.) della Regione Abruzzo – Relazione Generale – Sezione V Schede monografiche – Bacino dell'Aterno Pescara – Sottobacino del fiume Sagittario, è tratta l'analisi delle pressioni che insistono sull'aspetto qualitativo del fiume Sagittario.

La seguente analisi è stata redatta sulla base dei dati disponibili censiti nell'ambito della redazione del Piano di Tutela, così come descritti nelle Relazioni di Piano "Metodologia" e "Quadro Conoscitivo". Considerando la stima dei carichi inquinanti in termini di BOD5, COD, Azoto e Fosforo, recapitanti in ciascun bacino idrografico, effettuata come descritto al capitolo 4 della Relazione "Quadro Conoscitivo", il bacino del Fiume Sagittario risulta soggetto a carichi effettivi per unità di superficie (t/anno/km<sup>2</sup>) di Azoto e Fosforo di varia origine inferiori alla media regionale. Dividendo il fiume in tratti, in funzione dell'ubicazione delle stazioni di monitoraggio

della qualità fluviale ed utilizzando la valutazione delle pressioni per attribuire lo stato di qualità ambientale all'intero corso d'acqua, si passa da una classificazione puntuale, in corrispondenza di ciascuna stazione di monitoraggio, ad una classificazione per tratti.



**Fig. 5 - Stato Ambientale del fiume Sagittario (da PTA Regione Abruzzo)**

## 5.2 INVENTARIO MACROBENTONICO

Al fine di evidenziare la diversità biologica che caratterizza il gruppo faunistico in questo corso d'acqua, è stato costruito un inventario macrobentonico del fiume Sagittario, attraverso la raccolta e la sistematizzazione dei dati sulle comunità di macroinvertebrati derivanti da ricerche pregresse, quali studi dell'ambiente fluviale e monitoraggio biologico della qualità delle acque.

Si tratta di un set di dati costituito principalmente di liste faunistiche facenti capo a

taxa, l'identificazione dei quali è richiesta sia dal protocollo di applicazione dell'Indice Biotico Esteso (I.B.E.), che dall'applicazione del nuovo Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR ICMi).

Le unità sistematiche identificate nelle diverse campagne di raccolta sono state estrapolate dalle relative liste faunistiche e raggruppate all'interno dell'ordine di appartenenza. Si è pervenuto così ad una rassegna complessiva dei gruppi di macroinvertebrati che popolano il fiume Sagittario.

Così come avviene per gli altri settori conoscitivi della ricerca, si considera l'asta fluviale del Sagittario dalle sorgenti fino alla confluenza con il fiume Aterno.

Complessivamente sono state rinvenute 35 Unità Sistematiche (di seguito U.S.) classificate a livello di genere e famiglia ed elencate in Tabella 11

Ben rappresentati sono sia gli Efemerotteri ed i Plecotteri, rispettivamente con 7 e 6 generi, che i Tricotteri ed i Ditteri con 6 famiglie.

Il tratto superiore del Sagittario è infatti caratterizzato prevalentemente da ambienti lotici, che favoriscono l'insediamento degli elementi stenobionti delle acque fredde; a ciò è da ricondurre la significativa presenza degli esponenti reofili tra Plecotteri, Efemerotteri e Tricotteri.

Va rilevato che il numero complessivo di U.S. riportato, è il risultato attribuibile alla sommatoria dei taxa rinvenuti nelle stazioni campionate, riscontrando, nelle singole stazioni, situazioni differenti come nella Stazione di Anversa (Cod. 1307SA36bis) con un numero massimo di 25 U.S. rinvenute in un campionamento ed una media di 19, mentre nella stazione a valle della centrale ENEL di Anversa (Cod. 1307SA36) si è avuto un numero massimo di 14 U.S. rinvenute in un campionamento ed una media di 11 U.S., dal momento che la velocità di corrente elevata determina di fatto frequenti dilavamenti del substrato ed alterazioni della comunità macrobentonica.

### **Inventario macrobentonico**

	<b>FAMIGLIE E TAXA</b>	<b>STAZ. ARTA 1307SA36bis</b>	<b>STAZ. ARTA 1307SA36</b>	<b>STAZ. BUGNARA</b>	<b>STAZ. ARTA 1307SA40</b>
<b>Plecotteri</b>					
	Leuctra	X	X	X	X
	Amphinemura	X			

	Nemoura		X		
	Dinocras	X	X	X	
	Isoperla	X	X		
	Protonemoura	X	X		
<b>Tricotteri</b>					
	Hydropsychidae	X	X		X
	Limnephilidae	X			X
	Sericostomatidae	X	X		
	Odontoceridae	X			
	Hydroptilidae	X			
	Rhyacophilidae		X	X	X
<b>Efemerotteri</b>					
	Ecdyonurus	X	X		
	Habroleptoides	X			
	Ephemerella			X	
	Caenis		X		
	Rhithrogena	X		X	
	Epeorus	X			
	Baetis	X	X	X	X
<b>Coleotteri</b>					
	Elminthidae	X	X		
	Hydraenidae	X	X		
<b>Ditteri</b>					
	Chironomidae	X	X	X	
	Simuliidae	X	X	X	X
	Athericidae	X			
	Limoniidae	X	X		
	Ceratopogonidae	X			
	Tipulidae		X		
<b>Crostacei</b>					
	Gammaridae	X	X		X
<b>Gasteropodi</b>					
	Physidae	X			
	Ancylidae	X			
<b>Bivalvi</b>					
	Pisidiidae				
<b>Tricladi</b>					
	Planariidae	X	X		
<b>Irudinei</b>					
	Dina				X
<b>Oligocheti</b>					
	Lumbricidae	X		X	
	Lumbriculidae	X	X		
	Naididae	X			
	Tubificidae	X	X	X	X

**Tab. 11 - Taxa di macroinvertebrati rinvenuti nel fiume Sagittario nel periodo 2003 - 09**

### 5.3 FAUNA ITTICA

La Direttiva Quadro sulle Acque 2000/60 CEE, che istituisce un quadro per la protezione e il miglioramento degli ecosistemi acquatici, individua, tra gli elementi da utilizzare ai fini della classificazione della Qualità Biologica, anche la “fauna ittica”.

Lo studio simultaneo sia delle comunità ittiche che macrobentoniche, che occupano habitat di dimensioni differenti, offre un valido strumento per una valutazione integrata dello stato ecologico di un corso fluviale, dal momento che le due tipologie di bioindicatori evidenziano un ruolo complementare degli approcci.

La fauna ittica, elemento fondamentale degli ecosistemi fluviali, risulta condizionata dalla qualità delle acque, dal regime idrologico, dalle condizioni idromorfologiche degli alvei, dalla naturalità delle fasce riparie, dalla presenza di zone rifugio e di frega e dal mantenimento della connettività longitudinale del corso d’acqua.

La ricerca bibliografica, svolta sia presso le Amministrazioni Provinciali dell’Aquila e di Pescara, che presso le Riserve Naturali Regionali, i cui territori comprendono il reticolo idrografico del fiume Aterno-Pescara, ha consentito il reperimento di diversi contributi scientifici, utili a fornire un quadro generale sullo stato delle conoscenze relativo alla fauna ittica presente nelle acque superficiali del bacino del fiume Aterno di cui il fiume Sagittario è il principale affluente in riva destra.

Le specie ittiche rinvenute sono riportate nella tabella seguente.

CLASSE	FAMIGLIA	SPECIE
Pesci ossei	Salmonidae	<b>Trota fario</b> ( <i>Salmo (trutta) trutta</i> )
		<b>Trota iridea</b> ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> ) *
		<b>Salmerino di fonte</b> ( <i>Salvelinus fontinalis</i> ) *
	Ciprinidae	<b>Rovella</b> ( <i>Rutilus rubilio</i> )
		<b>Cavedano</b> ( <i>Leuciscus cephalus</i> )
		<b>Vairone</b> ( <i>Leuciscus souffia</i> )
		<b>Barbo comune</b> ( <i>Barbus plebejus</i> )
		<b>Tinca</b> ( <i>Tinca tinca</i> )
		<b>Carpa</b> ( <i>Cyprinus carpio</i> ) *
		<b>Carassio</b> ( <i>Carassius auratus</i> )*
	Gasterosteidae	<b>Spinarello</b> ( <i>Gasterosteus aculeatus</i> )

**Tab. 12- Specie ittiche presenti nel bacino dell'Aterno Pescara - (\*) specie alloctone**

Lo studio dell'ittiofauna su stazioni di campionamento localizzate lungo un'intera asta fluviale permette inoltre la "zonazione ittica del corso d'acqua" con l'individuazione della specie target, utilissima ai fini dello studio del Deflusso Minimo Vitale (DMV), calcolata con la metodologia idraulica - biologica del PHABSIM (Physical HABitat SIMulation System).

I numerosi studi effettuati documentano che per quanto riguarda la zonazione ittica del fiume Sagittario, il tratto interessato dal progetto è all'interno della Zona dei Salmonidi, cioè interessato dalla presenza di trota di torrente.

La ricerca bibliografica ha evidenziato numerose osservazioni scientifiche e studi sull'ittiofauna salmonicola del bacino del fiume Aterno-Pescara, risalenti alcuni alla prima metà del XIX secolo (Costa O. G., 1829-50), altri alla prima metà circa del secolo scorso (Henking H & Altnoder K, 1931, Pomini F.P. 1941, Sommani E. 1951), altri più recenti (Turin P., Ruggieri L. 1998), (Ruggieri L. 2005), (Marconato E. et alii 2010)

Negli ultimi anni, alcuni studi sulla fauna ittica presente nel bacino dell'Aterno-Pescara hanno affiancato alle analisi fenotipiche l'indagine genetica, attraverso l'uso di marcatori mitocondriali e nucleari per l'identificazione tassonomica delle trote fario di ceppo mediterraneo.

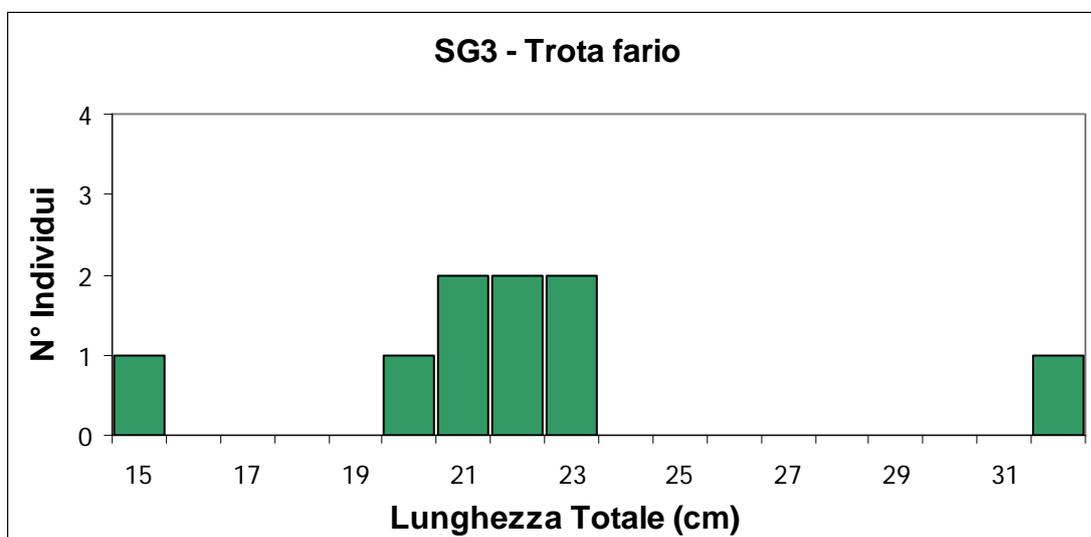
Al di là quindi del controverso status sistematico e del dibattito ancora in corso a livello nazionale, resta comunque di notevole importanza aver documentato nel bacino del fiume Aterno-Pescara, più marcatamente nell'area Gole di San Venanzio – Capo Pescara, la presenza di una popolazione relitta di trota di torrente riferibile al ceppo "mediterraneo", geneticamente ed evolutivamente diversa dalla trota di ceppo "atlantico", quest'ultima, ritenuta alloctona ed utilizzata da molti decenni nelle pratiche di immissioni a fini alieutici.



**Foto 4 – Individuo di Trota fario di ceppo “mediterraneo”**

Per quanto riguarda la valutazione della struttura di popolazione salmonicola, è possibile far riferimento allo studio finalizzato alla stesura della Carta Ittica della Provincia dell’Aquila, che aveva individuato nel tratto interessato dal progetto una stazione di campionamento dell’ittiofauna, denominata SG3.

Pur se datato, si ritiene che tale studio possa ben rappresentare la situazione attuale, dal momento che le condizioni ambientali non sono state nel tempo alterate. Le indagini sullo stato ambientale del corso d’acqua nel tratto considerato, come sopra documentato, permettono infatti di attribuire nel tempo un SACA “Buono”. La popolazione ittica rinvenuta è costituita esclusivamente da individui di Trota fario (*Salmo (trutta) trutta*); essa non si presenta ben strutturata nelle diverse classi di età, essendo costituita da un numero esiguo di individui tra cui alcuni adulti. Il valore di biomassa totale attesa è risultato pari a 2,24 g/m<sup>2</sup>, mentre il valore della densità totale attesa è risultato pari a 0,018 ind/m<sup>2</sup>.



### **Tab. 13 –Distribuzione di individui di trota fario per classi di lunghezza**

I valori sopra riscontrati, bassi per un fiume appenninico, documentano come la popolazione salmonicola, anche se in presenza di un ambiente con SACA “buono”, quindi non soggetto ad inquinamento significativo, risenta comunque fortemente di un ambiente fluviale, non particolarmente favorevole; ne è infatti confermata l’assenza delle forme giovanili, non sottoposte a pressione di pesca.

Per comprendere meglio tale apparente contraddizione, bisogna far riferimento alle curve di preferenza (o di idoneità) elaborate per ciascuna specie ittica, ritenuta rappresentativa della zona di studio, ed utilizzate per l’applicazione del PHABSIM, la metodologia più diffusa per il calcolo del DMV (Deflusso Minimo Vitale).

Le curve di preferenza esprimono, in forma di funzione matematica, il gradimento dell’organismo target, nei confronti di un determinato parametro ambientale.

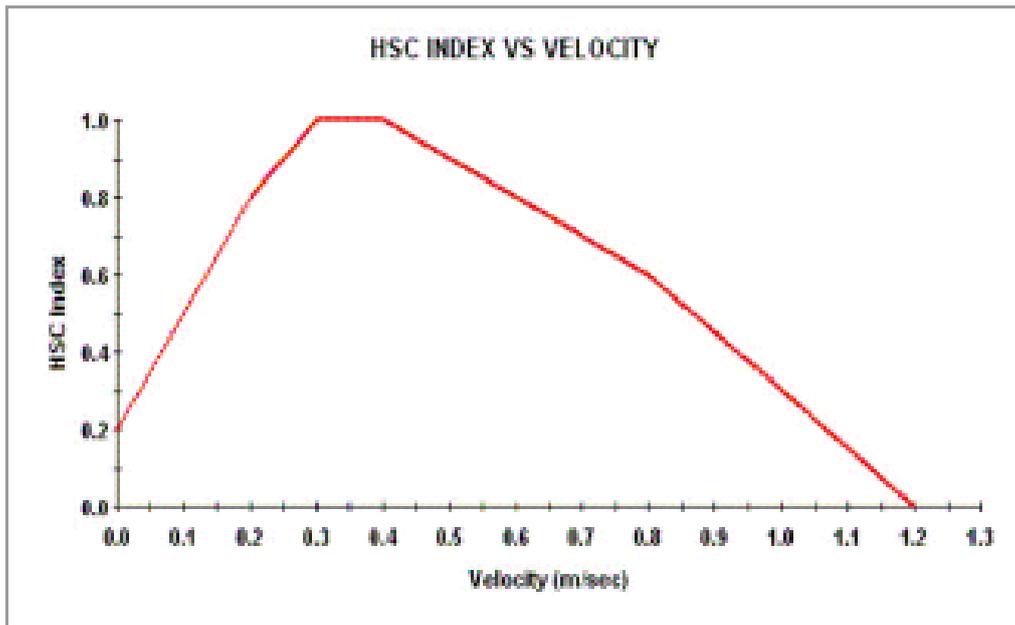
In particolare le curve di preferenza sono rappresentate in un sistema di assi cartesiani nel quale l’ascissa riporta la variabile ambientale e l’ordinata il grado di idoneità con riferimento ad un intervallo compreso tra 0 e 1. Tale grado di idoneità è determinato “pesando” la distribuzione di frequenza di ritrovamento dell’organismo target alle varie classi di appartenenza del parametro considerato con la disponibilità di habitat nel tratto di studio.

Generalmente sono presi in considerazione quei parametri dell’ambiente acquatico più propriamente legati alla distribuzione della fauna ittica quali profondità, velocità della corrente e natura del substrato. Le curve di preferenza presentano tipicamente un andamento a campana, la cui ampiezza è pari all’ambito dei valori compatibili con lo sviluppo dell’organismo e il cui picco indica la zona di condizioni ottimali

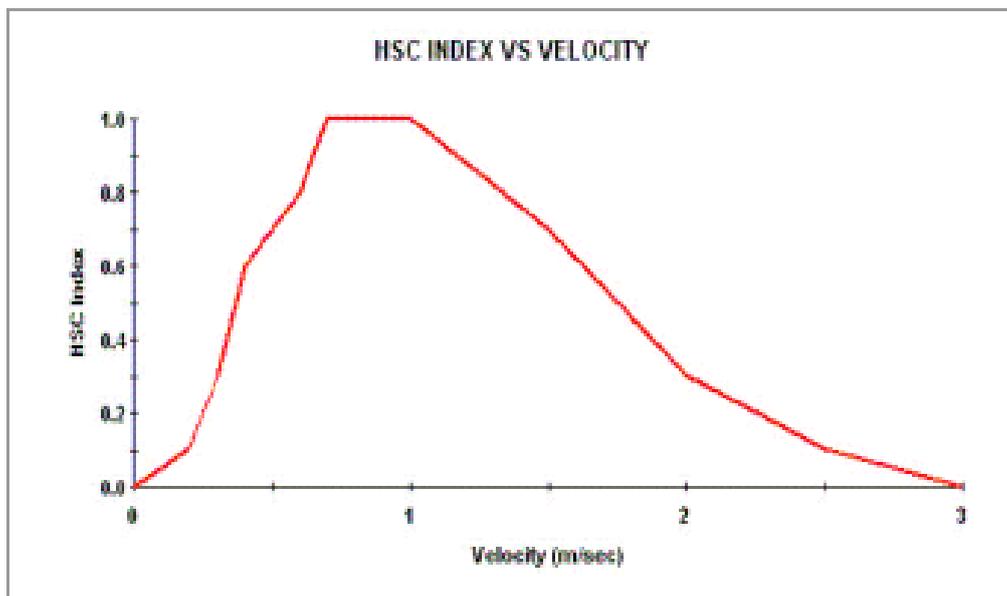
E’ importante sottolineare che il gradimento verso un definito parametro ambientale varia tra specie diverse e, all’interno della stessa specie, in funzione dello stadio vitale dell’organismo considerato.

E’ noto ad esempio che gli adulti di trota preferiscono condizioni di velocità di corrente più elevate e acque più profonde rispetto al novellame e alle forme giovanili.

Di seguito sono riportate le curve di preferenza per la trota, in funzione dello stadio vitale, rispetto al parametro velocità.



**Fig. 5 - Curva di preferenza della trota (novellame) per la velocità (da Raleigh et al. 1986)**



**Fig. 6 - Curva di preferenza della trota (adulto) per la velocità (da Raleigh et al. 1986)**

Dal confronto delle due curve di preferenza per il parametro velocità, a parità quindi degli altri parametri quali la natura del substrato e la profondità, si evidenzia come il “range ottimale” per le forme giovanili e le forme adulte sono rispettivamente 0,3-

0,4 m/sec e 0,8-1 m/sec.

La velocità dei pesci, infatti, all'interno della stessa specie, risulta proporzionale alla dimensione dell'individuo, secondo la seguente relazione:

$$V = 0,7L/2t$$

dove:

V = velocità natatoria massima

L= lunghezza del pesce

t = tempo di contrazione del muscolo

In riferimento alla velocità, i pesci dispongono di due modalità di nuoto:

a) "velocità di crociera", non molto elevata che può essere mantenuta per lunghi periodi (24 ore), durante la quale sono impiegati i "muscoli aerobici" , i quali si contraggono quando le cellule dispongono d'ossigeno in quantità almeno uguale a quella che viene consumata.

b) "velocità di scatto", molto elevata durante la quale vengono impiegati i muscoli anaerobici, i quali possono contrarsi rapidamente e vigorosamente in assenza d'ossigeno e diventano esausti soltanto quando tutto il glicogeno contenuto nelle cellule si è trasformato in acido lattico (tossico). Per ricostruire la riserva di glicogeno occorre ossigeno, e possono essere richiesti periodi relativamente lunghi (sino a 24 ore) se essa è stata completamente esaurita (Wardle, 1978; Batty e Wardle 1979).

Risulta quindi vitale per la fauna ittica avere a disposizione delle aree a minore velocità di corrente, nelle quali sostare, smaltire l'acido lattico, ricostruire la riserva di glicogeno e recuperare le forze.

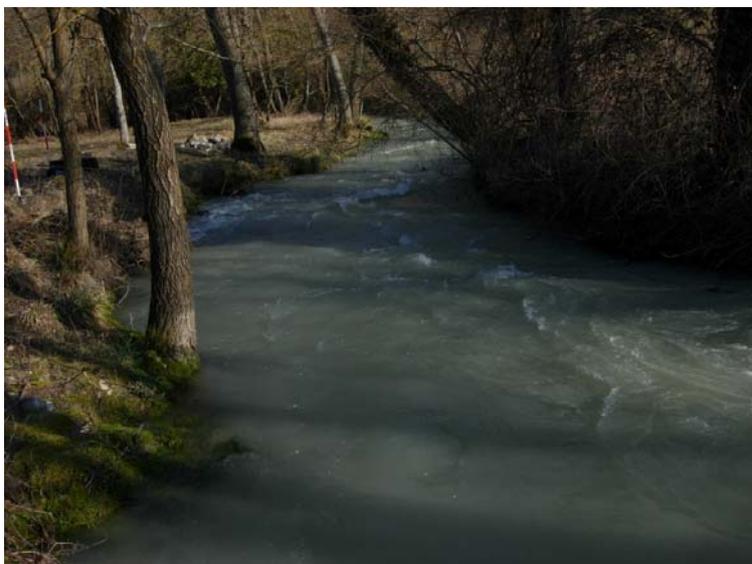
#### **5.4 CARATTERISTICHE MORFO-IDROLOGICHE E VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE**

#### **5.4.1 CARATTERISTICHE MORFO-IDROLOGICHE DELL'AMBIENTE FLUVIALE E FAUNA ITTICA**

Non ci si propone qui di valutare lo stato idromorfologico del fiume Sagittario, secondo l'Indice di Qualità Morfologica IQM, elaborato all'interno del quadro metodologico complesso IDRAIM, ed individuato come metodica ufficiale dal D.M. 260/10 per la valutazione degli elementi idromorfologici a supporto degli elementi biologici, in quanto finalizzato esclusivamente alla valutazione dello Stato Ecologico.

Si è scelto di utilizzare il termine morfo-idrologico, ripreso dall'Allegato 3 alla DGR 281/09, emanata ai sensi dell'art. 51, comma 6 delle Norme Tecniche di Attuazione - PTA Regione Abruzzo, per evidenziare i fattori che maggiormente condizionano la vita dei pesci, cioè la velocità di corrente, la tipologia fluviale e la "cover", intesa come presenza di zone rifugio e di riparo dalla velocità di corrente.

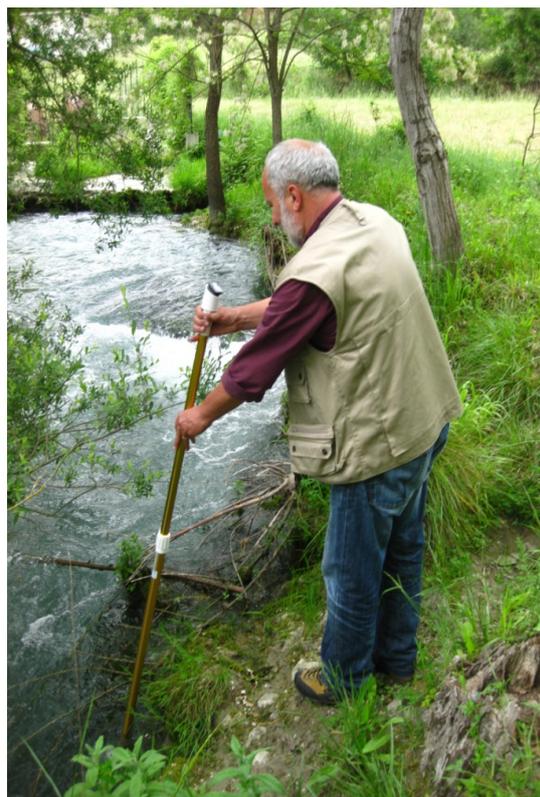
Il fiume Sagittario presenta un andamento sinuoso e per la maggior parte del suo percorso, all'interno del tratto interessato dal progetto, è caratterizzato da un alveo incassato, con velocità di corrente molto sostenuta.



**Foto 5 - Tratto del fiume Sagittario**

Al fine di valutare la velocità di corrente, in relazione alle curve di preferenza della trota di fiume *Salmo trutta trutta* (specie target individuata), sono state effettuate sia nel mese di febbraio che di maggio due campagne di misurazioni del parametro considerato, tramite l'utilizzo di un correntometro digitale "Flow Probe", con manico

telescopico, riscontrando una velocità media leggermente superiore ai 2 m/s. Tali valori, non compatibili con le preferenze delle forme giovanili della trota fario e a limite della compatibilità con le preferenze degli individui adulti, sono stati confermati per quasi tutto il tratto del fiume Sagittario, mentre solo in alcuni punti, caratterizzati da maggiore diversità morfologia, sono stati rilevati valori inferiori.



**Foto 6 – 7 Misurazione della velocità di corrente tramite correntometro digitale**

La geometria dell'alveo, per la maggior parte del tratto considerato, presenta una larghezza di circa 5-6 m ed una forma più o meno incassata, tanto che l'alveo di morbida si sovrappone quasi completamente all'alveo di magra.

Il substrato è costituito soprattutto da grossi massi e da ciottoli.

La determinazione della tipologia fluviale prevalente nell'ambito di ciascun tratto rappresenta un elemento conoscitivo utile ai fini della verifica delle relazioni che si instaurano fra condizioni idromorfologiche, habitat e caratteristiche strutturali e demografiche della comunità ittica.

La tipologia fluviale viene valutata come area percentuale di diverse morfologie quali:

cascade, rapid, step, riffle, pool e glide.

Non è stato possibile determinare la tipologia fluviale, dal momento le stesse tipologie, nella maggior parte del tratto interessato dal progetto, non risultano ben identificabili.

In generale in un ambiente fluviale una riduzione della complessità idromorfologica determina una riduzione della complessità delle comunità vegetali ed animali.

Inoltre, per quanto riguarda la fauna ittica, l'habitat fluviale regola la composizione delle comunità ittiche e incide sulla stabilità dei popolamenti.

Sono considerate "cover" tutte le forme di riparo per la fauna ittica, cioè grossi massi, anfratti, tronchi e grossa vegetazione in alveo, quest'ultima denominata LW, acronimo di Large Wood (convenzionalmente, sono considerati LW i detriti con un diametro minimo di 10 cm e lunghezza minima di 1 m).

Come sopra evidenziato, risulta vitale per la fauna ittica avere a disposizione delle aree a minore velocità di corrente, nelle quali sostare, smaltire l'acido lattico, ricostruire la riserva di glicogeno e recuperare le forze; in caso contrario, un ambiente sfavorevole obbliga i pesci a sforzi prolungati, con eccessiva produzione di acido lattico, che come noto è tossico, determinandone successivamente la morte, denominata appunto "morte differita".

Dai numerosi sopralluoghi effettuati, si può affermare che solo in alcuni punti, per la presenza di grossi massi e/o di grossi tronchi caduti (LW), è stato possibile verificare condizioni di diversità morfologica con la presenza di aree a minore velocità di corrente che possono fungere da "cover".

Le foto sottostanti documentano la presenza di alcuni siti, con caratteristiche diverse, tutti riconducibili alla definizione di "cover".



**Foto 8 - Diversità morfologica garantita da un masso con accumulo di LW**



**Foto 9 - Diversità morfologica, garantita da piccole insenature nelle rive**



**Foto 10** Diversità morfologica, garantita da una curva di meandro con relativa buca

## 5.5 VALUTAZIONE DELLA FUNZIONALITÀ FLUVIALE (IFF)

Il D.Lgs 258/2000 ha introdotto l'Indice di Funzionalità Fluviale (IFF) come elemento aggiuntivo per integrare le informazioni sullo stato ecologico. Accanto agli indici biotici di valutazione della qualità dell'ambiente acquatico sono auspicabili anche metodi di valutazione più olistici e sintetici che, allargando l'orizzonte dell'indagine, consentono di indagare sull'insieme dei processi coinvolti nelle dinamiche fisiche e biologiche dei sistemi fluviali.

L'Indice di Funzionalità fluviale (I.F.F.) utilizza le informazioni raccolte per esprimere un giudizio riferito alle condizioni teoriche di massima funzionalità. La valutazione della funzionalità attraverso l'analisi di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema non serve solo ad esprimere lo stato di "salute" di un corso d'acqua e ad individuare tratti o zone ad alta valenza ecologica, ma permette di avere un valido strumento operativo per individuare segmenti fluviali che necessitano di interventi di riqualificazione o rinaturalizzazione.

La metodica, proprio per l'approccio olistico, fornisce informazioni peculiari che possono differire, anche sensibilmente, da quelle fornite da altri indici o metodi che restringono l'indagine ad un numero più limitato di aspetti e/o di comparti ambientali (ad es. IBE, analisi chimiche, microbiologiche, ecc.).

Si noti che i diversi approcci differiscono non solo per le tecniche utilizzate, ma innanzitutto per il livello gerarchico dei comparti ambientali oggetto di studio: i metodi chimici e microbiologici limitano il loro campo di indagine all'acqua fluente, gli indici biotici lo estendono all'alveo bagnato e l'IFF all'intero sistema fluviale. Non si tratta quindi di metodi alternativi o in competizione, ma complementari, che concorrono a fornire una conoscenza più approfondita dei vari livelli gerarchici del sistema fluviale.

L'IFF, riportato su carte di facile comprensione, consente di cogliere con immediatezza la funzionalità dei singoli tratti fluviali; può quindi essere uno strumento particolarmente utile per la programmazione di interventi di riqualificazione dell'ambiente fluviale e per supportare le scelte di una politica di conservazione degli ambienti più integri.

L'obiettivo principale dell'indice consiste nella valutazione dello stato complessivo dell'ambiente fluviale e della sua funzionalità, intesa come risultato della sinergia e

dell'integrazione di un'importante serie di fattori biotici e abiotici presenti nell'ecosistema acquatico e in quello terrestre ad esso collegato. Tutto ciò attraverso la descrizione di parametri morfologici, strutturali e biotici dell'ecosistema, interpretati alla luce dei principi dell'ecologia fluviale, rivelando la funzione ad essi associata, nonché l'eventuale grado di allontanamento dalla condizione di massima funzionalità (Manuale APAT/2007).

La metodica alla base dell'IFF si fonda essenzialmente sulle capacità dell'operatore di rilevare i diversi segni che caratterizzano le dinamiche funzionali dell'ecosistema fluviale attraverso una lettura critica ed integrata degli stessi.

Il metodo prevede di percorrere il fiume da valle verso monte fino al limite della vegetazione arborea e di eseguire rilievi sul campo in tratti ritenuti omogenei per caratteristiche ecologiche complessive, compilando per ciascuno di essi una "Scheda di funzionalità fluviale" (Tab. 13).

La scheda IFF si compone di una intestazione con la richiesta di alcuni metadati e di 14 domande che riguardano le principali caratteristiche ecologiche di un corso d'acqua; per ogni domanda è possibile esprimere una sola delle quattro risposte predefinite. Associando a ciascuna domanda una delle 4 possibili risposte si giunge ad attribuire a ciascun tratto un valore dell'indice.

Le domande possono essere raggruppate in quattro categorie funzionali:

- le domande 1-4 riguardano le condizioni vegetazionali delle rive e del territorio circostante al corso d'acqua ed analizzano le diverse tipologie strutturali che influenzano l'ambiente fluviale;
- le domande 5 e 6 si riferiscono alle condizioni idriche e all'efficienza di esondazione per le informazioni che esse forniscono sulle caratteristiche idrauliche;
- le domande 7-11 considerano la struttura dell'alveo, con l'individuazione delle tipologie che favoriscono la diversità ambientale e l'idoneità ittica;
- le domande 12-14 rilevano le caratteristiche biologiche, attraverso l'analisi strutturale delle comunità macrobentonica e macrofita e della conformazione del detrito.

Alle risposte sono assegnati pesi numerici raggruppati in 4 classi (con peso minimo 1 e massimo 40) che esprimono le differenze funzionali tra le singole risposte. L'attribuzione degli specifici pesi numerici alle singole risposte deriva da valutazioni

sull'insieme dei processi funzionali influenzati dalle caratteristiche oggetto di ciascuna risposta.

Il valore di I.F.F., ottenuto sommando i punteggi parziali relativi ad ogni domanda, può assumere un valore minimo di 14 e uno massimo di 300.

### SCHEDA IFF (2007)

**Bacino:**..... **Corso** **d'acqua**.....  
**Stazione**.....  
**Località**.....**Codice**..... **Data**  
.....  
**Tratto (m)**..... **Larghezza alveo di morbida (m)**.....  
**Quota (m) s.l.m.** .....  
**Scheda N**..... **UTM33**.....**Foto**  
**N**.....

	Sponda	dx		sx
<b>1) Stato del territorio circostante</b>				
a) assenza di antropizzazione		25		25
b) compresenza di aree naturali e usi antropici del territorio		20		20
c) colture stagionali e/o permanenti; urbanizzazione rada		5		5
d) aree urbanizzate		1		1
<b>2) Vegetazione presente nella fascia perifluviale primaria</b>				
a) compresenza di formazioni riparie complementari funzionali		40		40
b) presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie		25		25
c) assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali		10		10
d) assenza di formazioni a funzionalità significativa		1		1
<b>2bis) Vegetazione presente nella fascia perifluviale secondaria</b>				
a) compresenza di formazioni riparie complementari funzionali		20		20
b) presenza di una sola o di una serie semplificata di formazioni riparie		10		10
c) assenza di formazioni riparie ma presenza di formazioni comunque funzionali		5		5
d) assenza di formazioni a funzionalità significativa		1		1
<b>3) Ampiezza delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale</b>				
a) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali maggiore di 30 m		15		15
b) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 30 e 10 m		10		10
c) ampiezza cumulativa delle formazioni funzionali compresa tra 10 e 2 m		5		5
d) assenza di formazioni funzionali		1		1
<b>4) Continuità delle formazioni funzionali presenti in fascia perifluviale</b>				
a) sviluppo delle formazioni funzionali senza interruzioni		15		15
b) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni		10		10
c) sviluppo delle formazioni funzionali con interruzioni frequenti o solo erbacea continua e consolidata o solo arbusteti a dominanza di esotiche e infestanti		5		5
d) suolo nudo, popolamenti vegetali radi		1		1
<b>5) Condizioni idriche</b>				
a) regime perenne con portate indisturbate e larghezza dell'alveo bagnato			20	

> 1/3 dell'alveo di morbida			
b) fluttuazioni di portata indotte di lungo periodo con ampiezza dell'alveo bagnato < 1/3 dell'alveo di morbida o variazione del solo tirante idraulico		<b>10</b>	
c) disturbi di portata frequenti o secche naturali stagionali non prolungate o portate costanti indotte		<b>5</b>	
d) disturbi di portata intensi, molto frequenti o improvvisi o secche prolungate indotte per azione antropica		<b>1</b>	

<b>6) Efficienza di esondazione</b>			
a) tratto non arginato, alveo di piena ordinaria superiore al triplo dell'alveo di morbida		<b>25</b>	
b) alveo di piena ordinaria largo tra 2 e 3 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, superiore al triplo)		<b>15</b>	
c) alveo di piena ordinaria largo tra 1 e 2 volte l'alveo di morbida (o, se arginato, largo 2-3 volte)		<b>5</b>	
d) tratti di valli a V con forte acclività dei versanti e tratti arginati con alveo di piena ordinaria < di 2 volte l'alveo di morbida		<b>1</b>	
<b>Sponda</b>	<b>dx</b>		<b>sx</b>

<b>7) Substrato dell'alveo e strutture di ritenzione degli apporti trofici</b>			
a) alveo con massi e/o vecchi tronchi stabilmente incassati (o presenza di fasce di canneto o idrofite)		<b>25</b>	
b) massi e/o rami presenti con deposito di materia organica (o canneto o idrofite rade e poco estese)		<b>15</b>	
c) strutture di ritenzione libere e mobili con le piene (o assenza di canneto e idrofite)		<b>5</b>	
d) alveo di sedimenti sabbiosi o sagomature artificiali lisce a corrente uniforme		<b>1</b>	

<b>8) Erosione</b>			
a) poco evidente e non rilevante o solamente nelle curve	<b>20</b>		<b>20</b>
b) presente sui rettilinei e/o modesta incisione verticale	<b>15</b>		<b>15</b>
c) frequente con scavo delle rive e delle radici e/o evidente incisione verticale	<b>5</b>		<b>5</b>
d) molto evidente con rive scavate e franate o presenza di interventi artificiali	<b>1</b>		<b>1</b>

<b>9) Sezione trasversale</b>			
a) alveo integro con alta diversità morfologica		<b>20</b>	
b) presenza di lievi interventi artificiali ma con discreta diversità morfologica		<b>15</b>	
c) presenza di interventi artificiali o con scarsa diversità morfologica		<b>5</b>	
d) artificiale o diversità morfologica quasi nulla		<b>1</b>	

<b>10) Idoneità ittica</b>			
a) elevata		<b>25</b>	
b) buona o discreta		<b>20</b>	
c) poco sufficiente		<b>5</b>	
d) assente o scarsa		<b>1</b>	

<b>11) Idromorfologia</b>			
a) elementi idromorfologici ben distinti con successione regolare		<b>20</b>	
b) elementi idromorfologici ben distinti con successione irregolare		<b>15</b>	
c) elementi idromorfologici indistinti o preponderanza di un solo tipo		<b>5</b>	
d) elementi idromorfologici non distinguibili		<b>1</b>	

<b>12) Componente vegetale in alveo bagnato</b>			
a) perifiton sottile e scarsa copertura di macrofite tolleranti		<b>15</b>	

b) film perifitico tridimensionale apprezzabile e scarsa copertura di macrofite tolleranti		<b>10</b>	
c) perifiton discreto o (se con significativa copertura di macrofite tolleranti) da assente a discreto		<b>5</b>	
d) perifiton spesso e/o elevata copertura di macrofite tolleranti		<b>1</b>	

<b>13) Detrito</b>			
a) frammenti vegetali riconoscibili e fibrosi		<b>15</b>	
b) frammenti vegetali fibrosi e polposi		<b>10</b>	
c) frammenti polposi		<b>5</b>	
d) detrito anaerobico		<b>1</b>	

<b>14) Comunità macrobentonica</b>			
a) ben strutturata e diversificata, adeguata alla tipologia fluviale		<b>20</b>	
b) sufficientemente diversificata ma con struttura alterata rispetto all'atteso		<b>10</b>	
c) poco equilibrata e diversificata con prevalenza di taxa tolleranti l'inquinamento		<b>5</b>	
d) assenza di una comunità strutturata, presenza di pochi taxa, tutti piuttosto tolleranti l'inquinamento		<b>1</b>	
<b>Punteggio totale</b>			
<b>Livello di funzionalità</b>			

**Tab. 14 – Scheda di campo IFF**

I valori di IFF vengono tradotti in 5 Livelli di Funzionalità (dal I che indica la situazione migliore al V che indica quella peggiore), ai quali corrispondono i relativi giudizi di funzionalità (Tab.14).

Ad ogni Livello di Funzionalità viene associato un colore convenzionale per la rappresentazione cartografica; i livelli intermedi vengono rappresentati con un tratteggio a barre, a due colori alternati. La rappresentazione grafica viene effettuata con due linee colorate, corrispondenti ai colori dei Livelli di Funzionalità, distinguendo le due sponde del corso d'acqua.

VALORE DI I.F.F.	LIVELLO DI FUNZIONALITÀ	GIUDIZIO DI FUNZIONALITÀ	COLORE
261 - 300	I	ottimo	<b>Blu</b>
251 - 260	I-II	ottimo-buono	
201-250	II	buono	<b>verde</b>
181 - 200	II-III	buono-mediocre	
121 - 180	III	mediocre	<b>giallo</b>
101 - 120	III-IV	mediocre-scadente	
61 - 100	IV	scadente	<b>arancio</b>
51 - 60	IV-V	scadente-pessimo	
14 - 50	V	pessimo	<b>rosso</b>

Tab.15 – Valori di IFF, Livello di Funzionalità, Giudizio di Funzionalità e Rappresentazione

Per evitare di compilare schede per tratti troppo brevi e rischiare di perdere la visione d'insieme, così come riportato nel manuale, bisogna far ricorso alle indicazioni di massima sulla lunghezza del Tratto Minimo Rilevabile (TMR), rapportata alla larghezza dell'alveo di morbida

<b>Larghezza alveo di morbida</b>	<b>Tratto Minimo Rilevabile (TMR)</b>
fino a 5 m	30 m
fino a 10 m	40 m
fino a 30 m	60 m
fino a 50 m	75 m
fino a 100 m	100 m
> 100 m	pari alla larghezza

**Tab.16 - Tratto Minimo Rilevabile.**

#### **5.5.1 RISULTATI DELL'APPLICAZIONE DELL'IFF SUL TRATTO DEL FIUME SAGITTARIO**

Dopo diversi sopralluoghi, il tratto del fiume Sagittario interessato dal progetto è stato suddiviso in 10 tratti omogenei, per ciascuno dei quali è stata compilata una scheda.

La rappresentazione della valutazione della funzionalità fluviale, relativa all'insieme dei tratti considerati, e riferita ad entrambe le rive, **si può concludere possa essere costituita esclusivamente da valori di IFF tra il buono e l'ottimo.**

Dall'analisi delle singole schede si evidenzia come i fattori che incidono maggiormente sul tratto del fiume Sagittario, interessato dal progetto, sono:

- presenza di argini ed assenza di fascia riparia in riva sx (scheda 10);
- ridotta presenza di “cover”;
- ridotta ampiezza delle formazioni riparie;
- elementi idromorfologici non ben distinguibili;
- riduzione nella capacità di ritenzione degli apporti trofici;
- ridotta idoneità ittica;
- ridotta efficienza di esondazione.



**Foto 11 - Presenza di argini ed assenza della fascia riparia (scheda 10) nei pressi del Mulino Capaldi**



**Foto 12 Difese spondali con massi ciclopici ed assenza di ritenzione**



**Foto 13 e 14 - Tratti con assenza o ridotta fascia riparia (zona in cui è presente l'opera di presa esistente da cui si sviluppa il vecchio canale di carico del Mulino Capaldi**



**Foto 15 - Alveo stretto, incassato con ridotta efficienza di esondazione (zona del fiume nel tratto sotteso alla derivazione)**

## **5.6 FLORA, VEGETAZIONE E FAUNA**

### **Introduzione**

Le indagini floristiche e vegetazionali sono state effettuate nell'ambito della Verifica di Assoggettabilità a VIA dei lavori di costruzione della condotta e relative opere con lo scopo di definire i livelli di qualità ambientale delle fitocenosi presenti, ai fini della valutazione della compatibilità ambientale del progetto. Le piante, infatti, da sole o in comunità vegetali, si distribuiscono nel territorio in maniera non casuale, ma in relazione ai vari parametri ecologici (clima, suolo, morfologia, rapporto con la falda idrica etc.) ed alla pressione antropica, costituendo degli indicatori delle caratteristiche ambientali di un'area. In base ai risultati delle analisi botaniche si è potuto quindi interpretare le tipologie vegetazionali presenti come più o meno sensibili agli interventi antropici per la valutazione dell'impatto dell'opera ed è stato altresì possibile individuare le specie arbustive ed arboree per gli interventi di rinaturazione.

### **5.6.1 METODOLOGIA**

Lo studio è stato eseguito nel mese di maggio 2013 secondo le seguenti fasi:

- raccolta ed analisi dei dati bibliografici relativi all'area di studio
- esame delle cartografie e delle foto aeree
- esame dei vincoli territoriali
- reperimento e interpretazione dei dati climatici esistenti
- inquadramento vegetazionale di area vasta e individuazione della vegetazione potenziale.
- indagini floristiche ai fini del censimento delle specie vegetali presenti nell'area di studio e determinazione secondo la Flora d'Italia di Pignatti.
- indagini vegetazionali nei popolamenti elementari con 13 rilievi fitosociologici secondo il metodo sigmatista di Braun-Blanquet, ai fini della definizione delle tipologie vegetazionali presenti e della legenda della carta della vegetazione
- caratterizzazione fotografica delle fitocenosi rinvenute
- elaborazione della carta fisionomica strutturale del paesaggio vegetale in scala 1:7500
- valutazioni sulla qualità ambientale delle fitocenosi presenti e contributo alla redazione della carta della qualità naturalistica in scala 1:7500
- definizione dei livelli di impatto in base alle interferenze opera-ambiente
- definizione delle specie da utilizzare nelle opere di recupero ambientale.

Si specifica ulteriormente la metodologia di analisi floristica e vegetazionale:

#### **5.6.2 ANALISI FLORISTICA**

L'analisi floristica si è basata sulla determinazione delle entità floristiche presenti unitamente alle forme biologiche ed ai tipi corologici.

#### ***FORME BIOLOGICHE***

Le forme biologiche o di crescita delle piante rappresentano la possibilità di descrivere la struttura della vegetazione tramite i differenti adattamenti all'ambiente esterno (esempi intuitivi di forme biologiche sono l'albero, l'arbusto o la specie erbacea).

Il sistema utilizzato per classificare le forme biologiche è quello del botanico danese Raunkiaer (1902), che si basa sulla strategia assunta dalle piante per proteggere le gemme durante la stagione

avversa (il freddo invernale o l'aridità estiva, a seconda del clima). Le piante vascolari sono così suddivise in 6 classi principali:

Terofite (T): piante annuali che superano la stagione avversa sotto forma di semi  
(ad es. *Papaver rhoeas*, papavero)

Idrofite (I): piante perenni acquatiche con gemme sommerse durante la stagione sfavorevole (ad es. *Potamogeton natans*, lingua d'acqua)

Geofite (G) : piante perenni con organi ipogei (bulbi o rizomi) sui quali si trovano le gemme. (ad es. *Phragmites australis*, cannuccia di palude)

Emicriptofite (H) : piante perenni con le gemme a livello del suolo (ad es. *Bellis perennis*, margherita)

Camefite (Ch) : piante perenni, alla base legnose, con le gemme fino a 30 cm. da terra. (ad es. *Helichrysum italicum*, elicriso)

Fanerofite (P) : piante perenni legnose con le gemme a più di 30 cm. dal suolo (alberi ed arbusti).

Lo spettro biologico rappresenta la ripartizione percentuale delle varie forme biologiche della flora di un territorio ed evidenzia le relazioni tra clima e flora.

## *TIPI COROLOGICI*

Le specie floristiche non si distribuiscono nel territorio in maniera uniforme; alcune occupano un areale molto ristretto, altre regioni molto estese, fino a quasi tutta la superficie terrestre.

I tipi corologici della flora italiana, cioè i gruppi che rappresentano la distribuzione geografica delle specie, sono essenzialmente (Pignatti, 1982):

**Endemiche:** specie ad areale ristretto, sono l'elemento più caratteristico di una flora. L'Italia è ricca di endemismi (732, pari al 13,5% della flora) per la sua conformazione geografica e per la storia evolutiva della flora (ad es. *Primula palinuri*).

**Mediterranee:** si dividono in stenomediterranee con areale lungo le coste del bacino mediterraneo come *Arbutus unedo* (corbezzolo) ed eurimediterranee che si estendono fino all'Europa media quali *Fraxinus ornus* (orniello).

**Orofite sudeuropee:** specie differenziate sulle montagne dell'Europa meridionale dopo l'orogenesi terziaria come *Abies alba* (abete bianco).

**Eurasiatiche:** diffuse nelle zone temperate dell'Europa e dell'Asia, in Italia predominano nella pianura padana e nella fascia di bassa montagna (ad es. *Corylus avellana*, nocciolo).

**Atlantiche:** specie con areale che gravita sulle coste atlantiche dell'Europa, legate ad un clima oceanico, con precipitazioni distribuite durante tutto l'anno e inverni non troppo freddi, ad es. *Helleborus foetidus* (elleboro puzzolente).

**Settentrionali:** distribuite nelle zone più fredde del globo, in Italia si rinvengono soprattutto nelle zone montane, come, ad es., *Vaccinium myrtillus* (mirtillo).

**Cosmopolite:** specie ad ampia distribuzione diffuse in tutti i continenti, si ritrovano soprattutto negli ambienti antropizzati, come *Amaranthus retroflexus* (amaranto comune).

L'analisi dei tipi corologici consente di individuare le specie autoctone per gli interventi progettuali.

### 5.6.2.1 ANALISI FITOSOCIOLOGICA

Tale analisi da impiegarsi, unitamente a quella floristica, nelle situazioni più estese e complesse è quella che fornisce le informazioni più complete nella decodifica del messaggio che la copertura vegetale fornisce al progettista.

La fitosociologia è la branca della botanica che studia le comunità vegetali con un'analisi che esce dal puro ambito qualitativo e approda ad un'analisi qualitativa-quantitativa, che consente un confronto oggettivo tra situazioni fisionomicamente simili o diverse.

Il metodo messo a punto da J. Braun Blanquet negli anni '20 del secolo scorso si basa sul riconoscere la vegetazione formata da unità discrete caratterizzate da una certa composizione floristica: le associazioni.

L'associazione vegetale è definita da J. Braun Blanquet come “un aggruppamento vegetale più o meno stabile ed in equilibrio con l'ambiente, caratterizzato da una composizione floristica, in cui alcune specie vegetali, che si rinvengono quasi esclusivamente in questo popolamento, rilevano con la loro presenza, un'ecologia particolare ed autonoma”.

A partire dall'associazione è possibile riconoscere delle unità sintassonomiche superiori comprendenti la vegetazione di territori sempre più estesi.

L'elemento operativo fondamentale nell'indagine fitosociologica è il rilievo consistente nel censimento delle specie vegetali di una stazione opportunamente scelta all'interno di una zona fisionomicamente omogenea, accompagnato da una valutazione quantitativa sull'abbondanza di ogni specie, nonché dalle principali caratteristiche ecologiche e strutturali della stazione stessa (altitudine, inclinazione, esposizione, stratificazione, etc.).

Per la stima della copertura vegetale nei rilievi effettuati si è usata la scala di Braun Blanquet

<b>valore indice di copertura</b>	<b>valori %</b>
+	fino 1
1	1-5
2	5-25
3	25-50
4	50-75
5	75-100

I rilievi vanno effettuati nei popolamenti elementari presenti per la definizione delle tipologie vegetazionali e della struttura delle formazioni con riferimento alle formazioni arboree arbustive ed erbacee sia in ambito terrestre che idraulico. Tale indagini sono fondamentali per definire i tipi vegetazionali correlati con i fattori ambientali, quali elementi di riferimento nella progettazione.

La redazione della carta della vegetazione costituisce la graficizzazione della sua distribuzione sul territorio secondo i fattori ambientali e consente di avere informazioni sulle caratteristiche ecologiche e strutturali delle varie fitocenosi nonché sul dinamismo in atto.

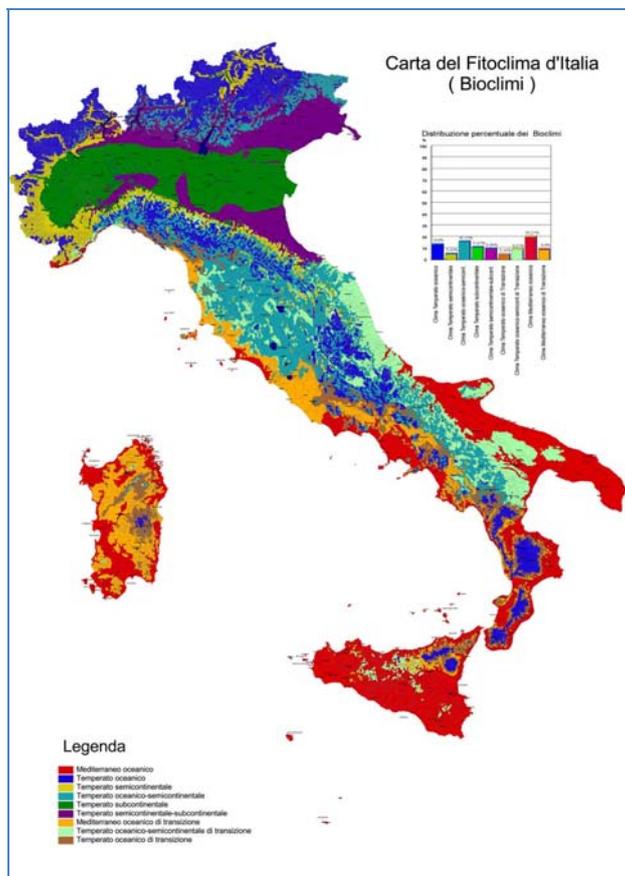
#### **5.6.2.2 INQUADRAMENTO BIOCLIMATICO**

L'analisi botanica è stata accompagnata da uno studio sui lineamenti climatici della zona di intervento, in quanto la distribuzione della vegetazione sul territorio dipende principalmente dai parametri climatici temperatura e precipitazioni. La Fitoclimatologia o Bioclimatologia studia le relazioni tra la distribuzione della vegetazione e le variazioni di temperatura e precipitazioni.

L'Italia, a causa della grande variabilità geografica e morfologica, presenta una grande variabilità climatica e, quindi, una grande variabilità vegetazionale, con conseguente grande biodiversità.

L'elaborazione con analisi multivariata dei dati termopluviometrici di 400 stazioni italiane, unitamente al calcolo di indici bioclimatici (Blasi e Michetti - Biodiversità e clima in Stato della biodiversità in Italia, Palombi editori 2005), ha portato

all'individuazione di 9 bioclimi con 28 classi e ben 83 varianti.



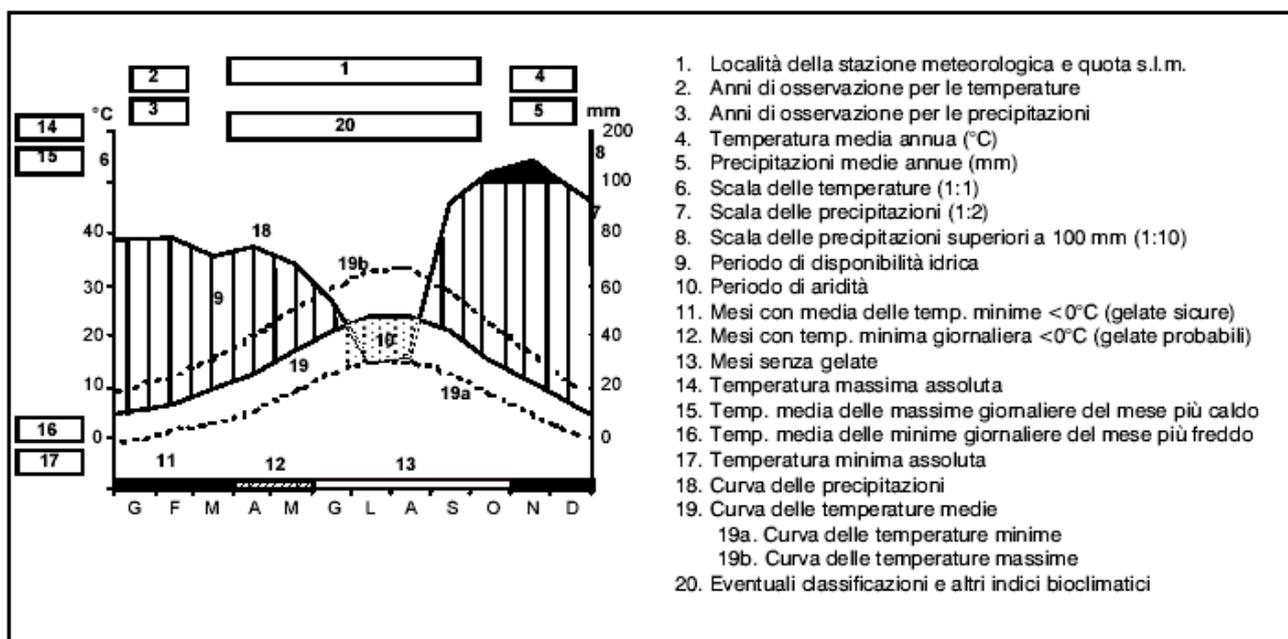
**Fig. 7 -Carta del Fitoclima d'Italia**

Per la caratterizzazione del clima esistono vari indici climatici (De Martonne, Emberger, Mitrakos, Rivas Martinez, i principali) e diagrammi climatici, tra i quali va ricordato per la semplicità di realizzazione e per le informazioni ecologiche ricavabili il diagramma ombrotermico (precipitazioni-temperature) di Bagnouls e Gausson (1957) migliorato da Walter e Lieth (1960-67). Viene costruito ponendo in ascisse i mesi dell'anno e sulle ordinate le precipitazioni (in mm, a destra) e le temperature mensili (a sinistra, riportate in una scala doppia delle precipitazioni:  $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 2\text{ mm}$  di precipitazione) riferite ai valori medi di un periodo pluridecennale. La modalità di realizzazione, in maniera empirica, evidenzia, la presenza di un periodo di aridità estivo, tipico del clima mediterraneo, se la curva delle temperature incrocia, superandola, quella delle precipitazioni.

Così, ad esempio, nella fig. sottostante, ove in ascisse sono i mesi dell'anno, l'area 10

compresa tra le due curve evidenzia un deficit idrico.

**Fig. 9.12 - Diagramma ombrotermico di Walter e Lieth**



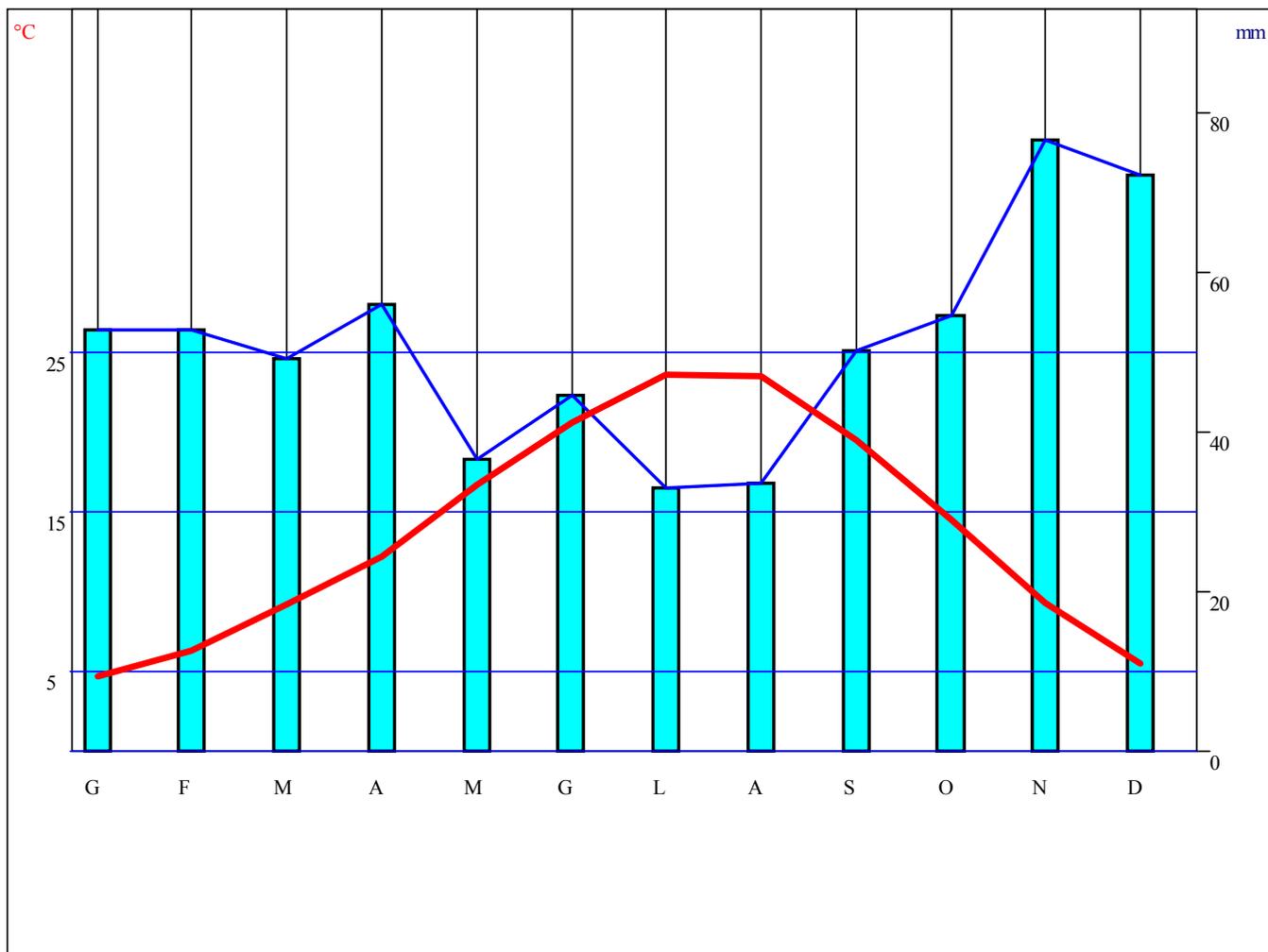
Spiegazione del diagramma ombrotermico di Walter e Lieth - Manuale Ingegneria Naturalistica provincia di Terni.

I dati di temperatura e precipitazioni medi mensili, relativi ad un periodo di 30 anni (1978-2008) della stazione di Sulmona (Commento climatico 2009 ARSSA), hanno consentito la elaborazione del diagramma ombrotermico con il package DIACLI (Russi software , figura seguente) che evidenzia, oltre ai vari indici (Mitrakos, Riva Martinez, etc.:

- temperatura media annua intorno ai 14°C;
- precipitazioni annue di 612 mm circa;
- massimi principali delle piogge in novembre e dicembre;
- distribuzione delle temperature e delle precipitazioni annuali con un massimo ed un minimo nei mesi estivi, con periodo di aridità da giugno ad agosto.

**DIAGRAMMA OMBROTERMICO - Stazione di SULMONA**

420 m s.l.m.



	G	F	M	A	M	G	L	A	S	O	N	D
Temperature [°C]	4.70	6.30	9.20	12.20	16.70	20.60	23.60	23.50	19.50	14.50	9.30	5.50
Precipitazioni [mm]	52.70	52.90	49.20	56.10	36.60	44.50	33.00	33.50	50.20	54.60	76.60	72.20
Indice di Angot	1.01	1.13	0.95	1.12	0.70	0.88	0.63	0.64	1.00	1.05	1.52	1.39
Stress aridità di Mitrakos	0	0	1.60	0	26.80	11.00	34.00	33.00	0	0	0	0

**Indici Annuali**

**Totale Precipitazioni: 612.10 mm**  
**Temperatura Media: 13.80 °C**  
**Indice di De Martonne: 25.72**  
**Pluviofattore di Lang: 44.36**  
**Indice di Fournier: 9.59**  
**Evaporazione Idrologica di Keller: 531.00 mm**  
**Ind.continentalità di Rivas-Martinez: 18.90 °C**  
**Mesi aridi secondo Koppen:**  
**Mesi aridi secondo Gaussen: Lug Ago**  
**Indice Ombrotermico Annuale: 3.70**

**Media Precipitazioni: 51.01 mm**  
**Indice di De Martonne e Gottmann: 18.75**  
**Indice di Amann: 446.93**  
**Indice continentalità di Gams: 34° 27'**  
**Indice Ombrotermico Estivo: 1.62**

### 5.6.3 INQUADRAMENTO FLORISTICO E VEGETAZIONALE

#### 5.6.3.1 VEGETAZIONE DI AREA VASTA

Per un inquadramento speditivo, ma efficace dell'area vasta si è fatto riferimento alle serie della vegetazione italiana di GIS Natura ed alla Carta delle serie della vegetazione d'Italia.

La Carta delle Serie di Vegetazione d'Italia (Blasi 2010) rappresenta gli ambiti territoriali aventi stessa tipologia di serie di vegetazione, in quanto vocati alla stessa vegetazione naturale potenziale, cioè la vegetazione che un dato sito può ospitare, nelle attuali condizioni climatiche e pedologiche, in assenza di disturbo (Tuxen, 1956).

“L'insieme di tutte le comunità vegetali (associazioni, secondo la terminologia fitosociologica) che appartengono a successioni aventi come stadio finale la stessa vegetazione potenziale costituisce appunto una “serie di vegetazione” (Rivas-Martinez, 1976; Gehu, 1986) (Introduzione di Carlo Blasi alla Carta delle serie di vegetazione d'Italia).

Nelle Note illustrative della Carta delle Serie di Vegetazione dell'Abruzzo scala 1:250.000 di Gianfranco Pirone, Anna Rita Frattaroli, Giampiero Ciaschetti , il territorio di studio è compreso nella serie seguente che viene così descritta:

**Serie appenninica centro-meridionale submediterranea e mesomediterranea neutrobasifila della roverella (*Roso sempervirentis* - *Quercetum pubescentis*)**

#### **Fisionomia, struttura e caratterizzazione floristica dello stadio maturo:**

I boschi di caducifoglie a dominanza di roverella (*Quercus pubescens*) in ambito climatico submediterraneo vengono riferiti all'associazione *Roso sempervirentis*-*Quercetum pubescentis*, cenosi termofila diffusa nella fascia collinare dell'Appennino centrale su substrati marnosi o argillosi, ricca di specie della classe *Quercetea ilicis*. Si tratta, in genere, di boscaglie ceduate, spesso molto degradate, il cui strato dominante, a struttura più o meno aperta, lascia filtrare molta luce e permette, quindi, l'affermazione di numerose specie arbustive ed erbacee eliofile. Oltre a *Quercus pubescens*, nello strato arboreo sono presenti *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* , sporadicamente *Sorbus domestica*, *Acer campestre*, localmente *Celtis australis*, *Cercis siliquastrum*,

*Quercus ilex*. Lo strato arbustivo è formato da *Rosa sempervirens*, *Clematis flammula*, *Carpinus orientalis*, *Juniperus oxycedrus* subsp. *oxycedrus*, *Cornus mas*, e nelle situazioni termicamente favorite, *Daphne sericea*, *Viburnum tinus*, *Phyllirea latifolia* e altre specie dei Quercetea ilicis. Nello strato erbaceo sono frequenti *Brachypodium rupestre*, *Bluglossoides purpureocaerulea*, *Stipa bromoides*, *Rubia peregrina*, *Viola alba* subsp. *dehnhardtii*, ecc.

#### **Stadi della serie:**

Lo stadio più evoluto è poco rappresentato sul territorio a causa dell'elevata antropizzazione e, quindi, il paesaggio vegetale, in queste unità ambientali, è costituito prevalentemente dalle cenosi di sostituzione. Nella fascia in cui l'associazione si presenta nell'aspetto tipico, il bosco è in contatto seriale con gli arbusteti del *Cytision sessilifolii* (*Spartio juncei-Cytisetum sessilifolii*) o, in alcuni casi, del *Pruno-Rubion ulmifolii*. I pascoli secondari afferiscono al *Phleo-Bromion*, mentre i prati post-colturali, spesso dominati da *Brachypodium rupestre*, costituiscono tappe riferibili all'*Inulo viscosae-Agropyron repentis*.

I boschi termofili di roverella della fascia basso-collinare occupano una superficie limitata rispetto a quella potenziale, come conseguenza dei reiterati tagli a fini agricoli e pastorali. Attualmente si assiste ad un recupero della vegetazione arboreo-arbustiva a seguito dell'abbandono, in molte località, delle attività agro-pastorali

#### **5.6.4 LINEAMENTI FLORISTICI E VEGETAZIONALI DELL'AREA DI STUDIO**

La vegetazione spontanea dell'area interferita dalla realizzazione della condotta e relative pertinenze è, in prevalenza, occupata da prati pascoli termofili e da una boscaglia termofila a *Quercus pubescens* (roverella), in accordo con il fitoclima e può riferirsi, come risulta dall'inquadramento vegetazionale di area vasta, alla Serie appenninica centro-meridionale submediterranea e mesomediterranea neutrobasifila della roverella (*Rosa sempervirentis* - *Quercetum pubescentis*), mentre il fiume Sagittario è bordato da fitocenosi arboree ripariali a *Populus nigra*.

Le principali tipologie vegetazionali rinvenute nell'area di studio e caratterizzate da 14 rilievi fitosociologici sono le seguenti:

- Boscaglie termofile a *Quercus pubescens* e *Acer campestre*
- Formazioni erbacee a *Bromus hordeaceus*, *B. gussonei* e *Medicago sativa*
- Vegetazione ripariale del fiume Sagittario a *Populus nigra* e *Salix alba*

I rilievi sono stati effettuati lungo il canale in terra esistente, sul punto dell'opera di presa e sull'edificio del mulino Capaldi.

#### **5.6.4.1 QUERCETI TERMOFILI A QUERCUS PUBESCENS E ACER CAMPESTRE**

I rilievi effettuati evidenziano fitocenosi con *Quercus pubescens* (roverella) dominante, accompagnata, in subordine, da *Acer campestre* (loppio), *Fraxinus ornus* (orniello) ed *Ostrya carpinifolia* (carpino nero) con uno strato arboreo a copertura media intorno al 65%, altezze di 10-18 m. e diametro dei tronchi da 8 a 30 cm.

Lo strato arbustivo con una copertura del 45 % è costituito prevalentemente *Crataegus monogyna* (biancospino), *Cornus sanguinea* (sanguinello), *Prunus spinosa* (prugnolo), *Ligustrum vulgare* (ligustro), etc.

Lo strato erbaceo, a copertura media del 25%, ospita *Brachypodium rupestre*, *Bromus gussonei*, *Galium aparine*, *Alliaria petiolata*, , etc.

I rilievi Q3 e Q5 rappresentano rispettivamente una formazione alto arbustiva del mantello del bosco e uno stadio alto arbustivo di ricolonizzazione spontanea del bosco in un'area presso l'attraversamento del Sagittario.

Tali boscaglie appartengono alla serie del Roso sempervirentis -*Quercetum pubescentis* e confermano il giudizio generale espresso nel paragrafo della vegetazione dell'area vasta di boscaglie rade ceduate con numerose specie arbustive ed erbacee eliofile.



Rilievo **Q1**



Rilievo **Q2**



Rilievo **Q3**



Rilievo **Q4**

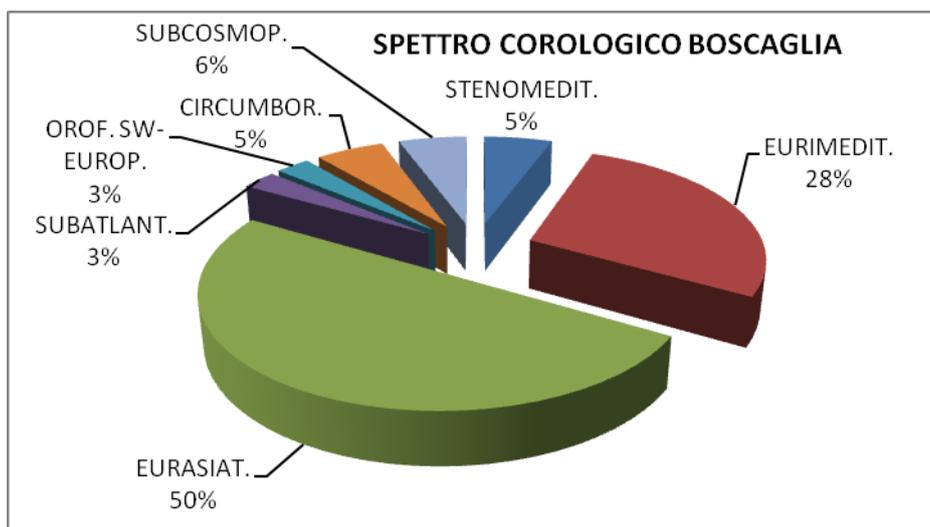
**BOSCAGLIA a Quercus pubescens e Acer campestre**

FORME BIOLOGICHE	TIPI COROLOGICI	N rilievi	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
E		Esposizione:	SE	NW	NW	NW	-
		Inclinazione °	20	30	10	20	
		<b>Strato arboreo</b>			-		
		h in metri	10-16	14-18		12-14	
		Diametro (cm)	15-30	8-20		10-20	
		Copertura %	65	70		70	
		<b>Strato arbustivo</b>					
		h in metri	0,5-6	1-3	1-5	1-3	2-7
		Copertura %	60	40	100	35	100
		<b>Strato erbaceo</b>			-		
	Copertura %	20	40		15		
STRATO ARBOREO							
P CAESP	SE-EUROP.	QUERCUS PUBESCENS WILLD.	4	1		3	
P SCAP	EUROP.-CAUCAS.	ACER CAMPESTRE L.		3			
P SCAP	EURIMEDIT.	CELTIS AUSTRALIS L.	1				
P SCAP	S-EUROP.-SUDSIB.	FRAXINUS ORNUS L.				2	
P CAESP	CIRCUMBOR.	OSTRYA CARPINIFOLIA SCOP.		2			
STRATO ARBUSTIVO							
P SCAP	EUROP.-CAUCAS.	ACER CAMPESTRE L.			1	1	2
P SCAP	S-EUROP.-SUDSIB.	FRAXINUS ORNUS L.		1		1	2
NP	EURIMEDIT.	OSYRIS ALBA L.	2				
P CAESP	SE-EUROP.	PALIURUS SPINA CHRISTI MILLER			+		
P CAESP	EURIMEDIT.	PISTACIA TEREBINTHUS L.	2				
P CAESP	SE-EUROP.	QUERCUS PUBESCENS WILLD.			1	1	1
NP	EURIMEDIT.	RUBUS ULMIFOLIUS SCHOTT			1		1
P CAESP	EURIMEDIT.	SPARTIUM JUNCEUM L.	1		1		
P CAESP	EURIMEDIT.	ACER MONSPESSULANUM L.	1				
P SCAP	AVV. NATURALIZZ.	AILANTHUS ALTISSIMA (MILLER) SV	2				
P CAESP	PALEOTEMP.	CRATAEGUS MONOGYNA JACQ.	1	1	2	1	1
P LIAN	S-EUROP.-SUDSIB.	LONICERA CAPRIFOLIUM L.			1		
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	PRUNUS SPINOSA L.	1		2	1	1
NP	STENOMEDIT.	ASPARAGUS ACUTIFOLIUS L.	1			+	
P CAESP	OROF. SW-EUROP.	CYTISUS SESSILIFOLIUS L.		+		1	
P CAESP	EURASIAT.	EUONYMUS EUROPAEUS L.	1	1			
P CAESP	EURIMEDIT.	JUNIPERUS OXYCEDRUS L.	1				
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	ULMUS MINOR MILLER			1		1
P CAESP	EURASIAT.	CORNUS SANGUINEA L.		2	3	2	3
NP	CENTRO-EUROP.	CORONILLA EMERUS L.		+			
NP	EUROP.-CAUCAS.	LIGUSTRUM VULGARE L.		2	1	1	1
STRATO ERBACEO							
G RHIZ	STENOMEDIT.	ARUM ITALICUM MILLER		+			
H CAESP	SUBATLANT.	BRACHYPODIUM RUPESTRE (HOST)	2			+	
T SCAP	EURIMEDIT.	BROMUS GUSSONEI PARL.	2				
T SCAP	EURASIAT.	GALIUM APARINE L.	1				
H SCAP	CIRCUMBOR.	GEUM URBANUM L.		+		1	
T SCAP	E-MEDIT.-MONT.	PAPAVER RHOEAS L.	1				
H SCAP	PALEOTEMP.	ALLIARIA PETIOLATA CAV. ET G.		+		1	
CH SUFFR	EURIMEDIT.	DORYCNIUM HIRSUTUM (L.) SER.				1	
T SCAP	SUBCOSMOP.	GERANIUM ROBERTIANUM L.		+		1	
P LIAN	EURIMEDIT.	HEDERA HELIX L.		1			



Rilievo **Q5**

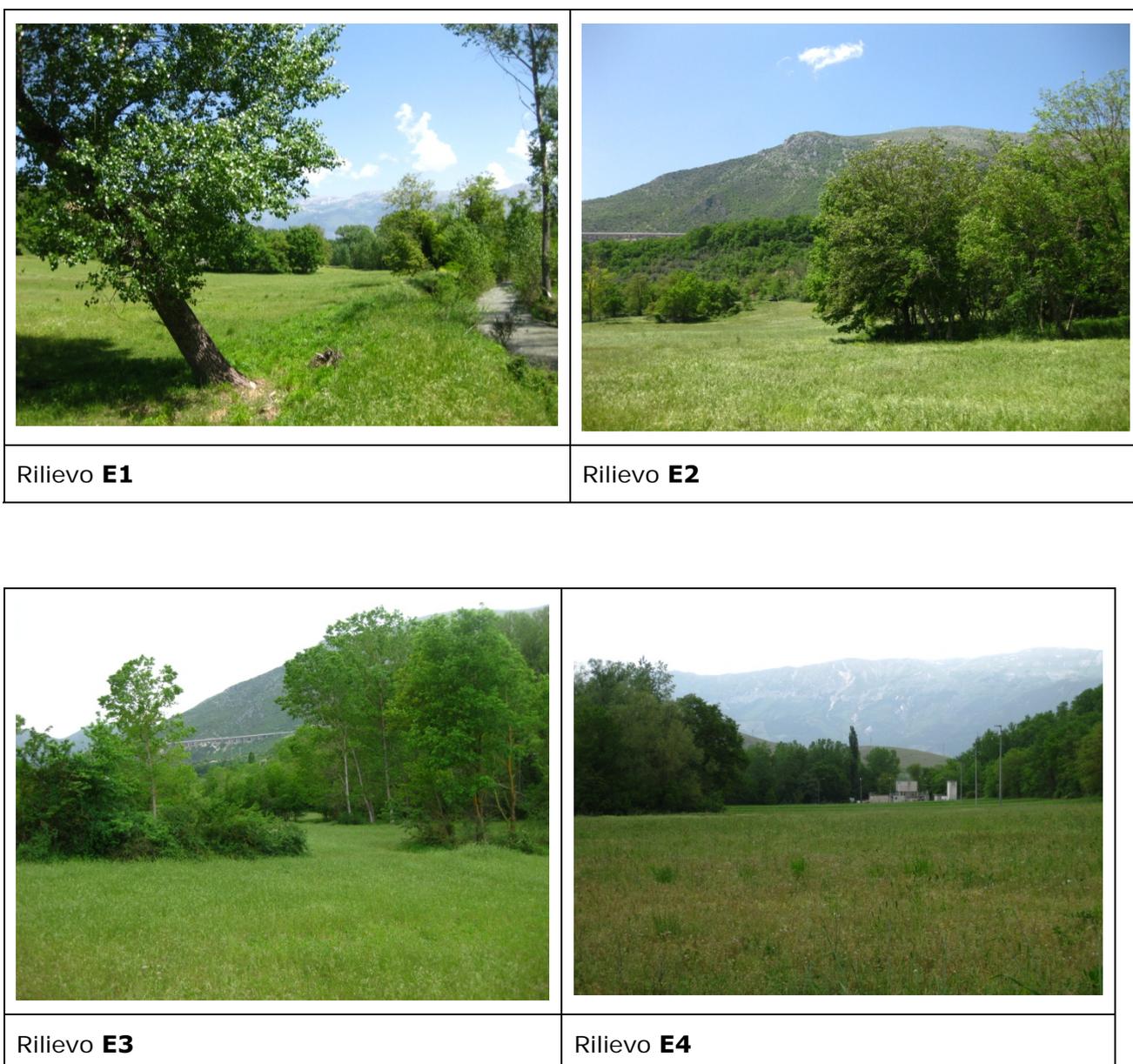
Si riporta lo spettro corologico delle fitocenosi che mostra una dominanza dei corotipi autoctoni.



#### 5.6.4.2 FORMAZIONI ERBACEE A *BROMUS HORDEACEUS*, *B. GUSSONEI* E *MEDICAGO SATIVA*

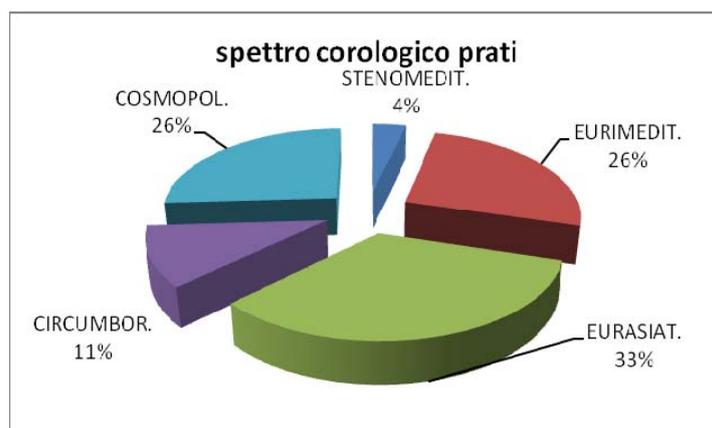
La vegetazione erbacea dell'area di studio è stata rilevata anche sui prati pascoli limitrofi, che non interessano in alcun modo l'infrastruttura, che presentano una copertura densa (circa 80%) e la dominanza di *Bromus hordeaceus*, *B. gussonei*, *Medicago sativa*, *Poa pratensis*, *Papaver rhoeas*, *Avena barbata*, ecc.

Tali fitocenosi sono, in generale, inquadrabili nelle formazioni erbacee termo-xerofile collegate ai processi di degradazione dei querceti a fini agricoli e pastorali



FORMAZIONI ERBACEE a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>						
FORME	TIPI COROLOGICI	N rilievi	E1	E2	E3	E4
<b>BIOLOGICH</b>						
<b>E</b>						
		<b>Strato erbaceo</b>				
		Copertura %	90	70	80	80
T SCAP	EURIMEDIT.	AVENA BARBATA POTTER	1			2
H ROS	EUROP.-CAUCAS.	BELLIS PERENNIS L.	1		1	
T SCAP	EURIMEDIT.	BROMUS GUSSONEI PARL.	3	3		
T SCAP	SUBCOSMOP.	BROMUS HORDEACEUS L.	2	2	3	3
H SCAP	PALEOTEMP.	CICHORIUM INTYBUS L.				+
H SCAP	EURASIAT.	CRUCIATA LAEVIPES OPIZ	+			
H BIENNE	EURIMEDIT.	DIPSACUS FULLONUM L.	+			
P SCAP	AVV. NATURALIZZ.	AILANTHUS ALTISSIMA (MILLER) SWINGLE			1	
H BIENNE	EURIMEDIT.	DIPSACUS FULLONUM L.	+			
T SCAP	COSMOPOL.	EUPHORBIA HELIOSCOPIA L.		+		+
H ROS	EURASIAT.	PLANTAGO LANCEOLATA L.			1	
H SCAP	SUBCOSMOP.	RUMEX CRISPUS L.				+
T SCAP	EURASIAT.	SONCHUS OLERACEUS L.				+
H CAESP	CIRCUMBOR.	POA PRATENSIS L.	1		2	1
H SCAP	EUROSIB.	TRIFOLIUM PRATENSE L.			1	
T SCAP	EURASIAT.	LAMIUM PURPUREUM L.		1		
H SCAP	EURASIAT.	MEDICAGO SATIVA L.		1	2	1
H BIENNE	EURIMEDIT.-TURAN.	SYLIBUM MARIANUM (L.) GAERTNER		1		
T SCAP	EURASIAT.	GERANIUM DISSECTUM L.	1			
T SCAP	EURIMEDIT.	SHERARDIA ARVENSIS L.	+			2
H ROS	CIRCUMBOR.	TARAXACUM OFFICINALE WEBER	1			+
T SCAP	E-MEDIT.-MONT.	PAPAVER RHOEAS L.	+			2
H SCAP	EUROP.-CAUCAS.	RANUNCULUS LANUGINOSUS L.	+			
T SCAP	STENOMEDIT.	TORDYLIUM APULUM L.	+		+	
T SCAP	EURIMEDIT.	VICIA HYBRIDA L.		1		
T SCAP	EURIMEDIT.-TURAN.	VICIA SATIVA L.	1			
H CAESP	SUBTROP.	HORDEUM BULBOSUM L.	1		2	

Si riporta lo spettro corologico delle fitocenosi che mostra una notevole presenza delle specie cosmopolite



#### 5.6.4.3 VEGETAZIONE RIPARIALE A *POPULUS NIGRA*, *ACER CAMPESTRE* E *SALIX ALBA*

La vegetazione ripariale nel tratto di studio si presenta, in genere, in formazioni arboree (rilievi 1,3,4) dominate da *Populus nigra*, con esemplari alti fino a 30 m e diametri dei tronchi di 50-100 cm, con, in subordine, *Acer campestre* e *Salix alba*. Nello strato arbustivo con copertura media del 45% le specie più significative sono *Cornus sanguinea*, *Lonicera caprifolium* (caprifoglio), *Ligustrum vulgare*, *Rubus ulmifolius* (rovo comune).

Lo strato erbaceo a copertura media del 25% ospita sia le specie dei querceti radi (*Asparagus acutifolius*, *Clematis vitalba*, *Lonicera caprifolium*, *Quercus pubescens*) sia quelle dei prati limitrofi *Bromus gussonei*, *Vicia hybrida*, *Trifolium Repens*.

In altri tratti le sponde non ospitano fitocenosi arboree, ma formazioni arbustive più o meno rade discontinue a *Salix alba*, *S. purpurea*, *Cornus sanguinea*, *Lonicera caprifolium*, *Robinia pseudacacia*, *Ligustrum vulgare*, *Rubus ulmifolius*, *Ulmus minor*.

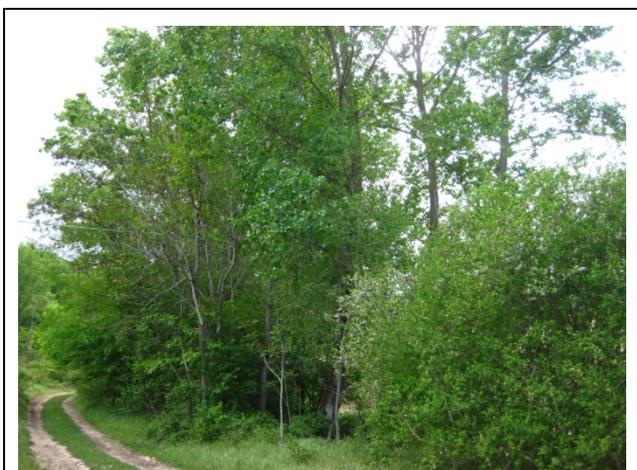
Il rilievo 2 rappresenta le formazioni arbustive ripariali presenti in riva destra nel tratto dell'attraversamento del Sagittario da parte del canale esistente del Mulino Capaldi, mentre il rilievo 1, la vegetazione ripariale arborea presente in riva destra sempre nel tratto dell'attraversamento.



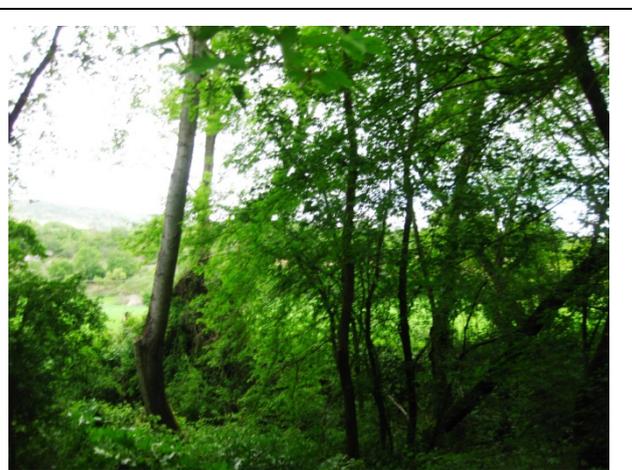
Rilievo **R1**



Rilievo **R2**

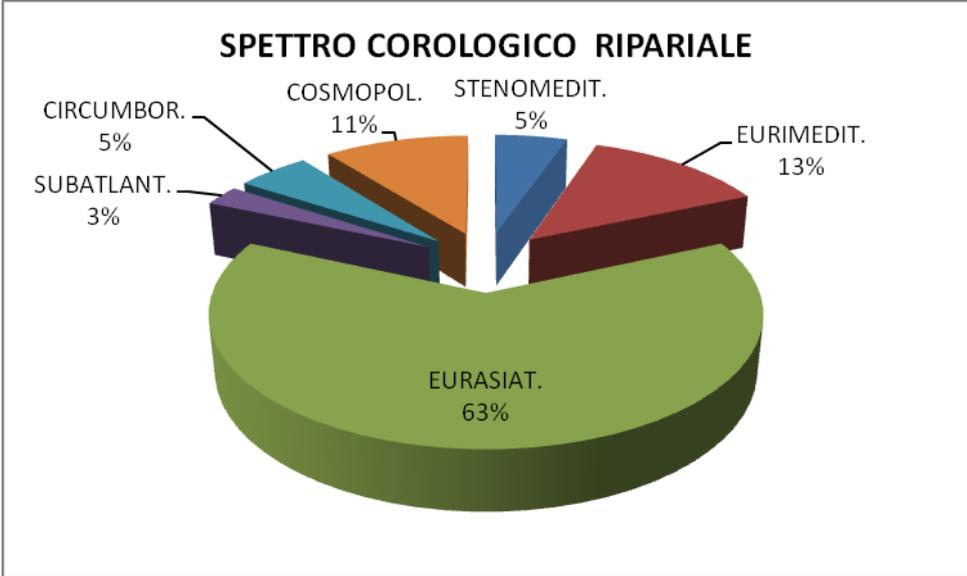


Rilievo **R3**



Rilievo **R4**

Lo spettro corologico con una netta dominanza dei corotipi autoctoni.



VEGETAZIONE RIPARIALE FIUME SAGITTARIO							
FORME	TIPI	N rilievi	R1	R2	R3	R4	R5
<b>BIOLOGI CHE</b>	<b>COROLOGICI</b>	<b>Strato arboreo</b>		-			
		h in metri	30		10-30	15-30	25
		Diametro (cm)	60-100		20-70	30-80	40-50
		Copertura %	60		80	60	80
		<b>Strato arbustivo</b>					
		h in metri	0,6-3	0,6-4	1-4	1-3	1-2
		Copertura %	60	100	40	30	50
		<b>Strato erbaceo</b>					
		Copertura %	25		15	40	15
		STARTO ARBOREO					
P SCAP	PALEOTEMP.	POPULUS NIGRA L.	4		4	3	3
P SCAP	PONTICA	PRUNUS AVIUM L.			1		
P CAESP	AVV. NATURALIZZ.	ROBINIA PSEUDOACACIA L.			1		
P SCAP	EUROP.-CAUCAS.	ACER CAMPESTRE L.				3	3
P SCAP	AVV. NATURALIZZ.	JUGLANS REGIA L.			1		
P SCAP	PALEOTEMP.	SALIX ALBA L.					2
STRATO ARBUSTIVO							
P SCAP	EUROP.-CAUCAS.	ACER CAMPESTRE L.			1		2
P CAESP	EURASIAT.	CORNUS SANGUINEA L.	2		2	3	2
P SCAP	S-EUROP.-SUDSIB.	FRAXINUS ORNUS L.		1		1	1
P SCAP	N-EURIMEDIT.	QUERCUS CERRIS L.	1				
P CAESP	PALEOTEMP.	CRATAEGUS MONOGYNA JACQ.			1	1	
P CAESP	SE-EUROP.	QUERCUS PUBESCENS WILLD.	1				
P SCAP	EURASIAT.	SALIX PURPUREA L.			1		
P LIAN	S-EUROP.-SUDSIB.	LONICERA CAPRIFOLIUM L.	2	2	1	1	
P SCAP	PALEOTEMP.	POPULUS NIGRA L.	1				
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	PRUNUS SPINOSA L.	1				
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	CORYLUS AVELLANA L.				+	+
NP	EUROP.-CAUCAS.	LIGUSTRUM VULGARE L.		1	1	1	2
NP	EURIMEDIT.	RUBUS ULMIFOLIUS SCHOTT		4	1		+
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	ULMUS MINOR MILLER	1	1	1		
STRATO ERBACEO							
G RHIZ	STENOMEDIT.	ARUM ITALICUM MILLER	+		+		
T SCAP	EURIMEDIT.	BROMUS GUSSONEI PARL.	2				
H SCAP	EURASIAT.	CRUCIATA LAEVIPIES OPIZ	1		+		
H CAESP	CIRCUMBOR.	POA PRATENSIS L.	+				
H REPT	PALEOTEMP.	TRIFOLIUM REPENS L.	+				
T SCAP	EURIMEDIT.	VICIA HYBRIDA L.	+				
P CAESP	SE-EUROP.	QUERCUS PUBESCENS WILLD.			1		
P LIAN	S-EUROP.-SUDSIB.	LONICERA CAPRIFOLIUM L.			1	3	
NP	EUROP.-CAUCAS.	LIGUSTRUM VULGARE L.			1		
T SCAP	EURASIAT.	GALIAM APARINE L.			1		+
H SCAP	CIRCUMBOR.	GEUM URBANUM L.				+	
CH SUFFR	SUBATLANT.	HELLEBORUS FOETIDUS L.					1
H CAESP	SUBTROP.	HORDEUM BULBOSUM L.				1	
NP	STENOMEDIT.	ASPARAGUS ACUTIFOLIUS L.					+
P LIAN	EUROP.-CAUCAS.	CLEMATIS VITALBA L.					+
G RHIZ	EURASIAT.	PETASITES HYBRIDUS (L.) GAERTN. MEYER ET SCH.					1
T REPT	COSMOPOL.	STELLARIA MEDIA (L.) VILL.					+
NP	EURIMEDIT.	RUBUS ULMIFOLIUS SCHOTT	1				

### 5.6.5 SERIE DINAMICA DELLA VEGETAZIONE

La conoscenza della serie dinamica della vegetazione costituisce un elemento fondamentale nella scelta delle tipologie vegetazionali delle opere di mitigazione, dal momento che la vegetazione non è un sistema statico, ma un sistema vivente variabile con il tempo. Tale evoluzione, osservabile, ad esempio, nella capacità di un bosco di riconquistare un campo abbandonato dalle coltivazioni, procede nel tempo, molto schematicamente dalle forme più semplici erbacee verso quelle legnose strutturalmente più complesse:

<b>Prato</b>	→	<b>Prato cespugliato</b>	→	<b>Cespuglieto</b>	→	<b>Cespuglieto arborato</b>	→	<b>Bosco</b>
--------------	---	------------------------------	---	--------------------	---	---------------------------------	---	--------------

La conoscenza dei contatti seriali e catenali tra le varie tipologie vegetazionali presenti nel territorio di studio consente l'individuazione dello stadio dinamico di riferimento per il progetto e la previsione della sua evoluzione nel tempo, tramite i necessari interventi di manutenzione.

Per raggiungere l'obiettivo progettuale, nella maggior parte delle situazioni, si utilizzano fitocenosi pioniere, compatibili con le caratteristiche ecologiche stazionali e con le necessarie caratteristiche biotecniche, capaci di innescare il processo di rinaturalizzazione verso le forme più complesse.

Dalle analisi di area vasta e dalle analisi floristiche e vegetazionali di campagna effettuate e dall'analisi delle tabelle dei rilievi è possibile mettere in evidenza le tipologie vegetazionali indagate riferite ai vari stadi della serie terrestre.

Ciò consente di leggere la serie dinamica della vegetazione in chiave applicativa per ricavare le specie degli interventi di recupero ambientale. La serie dinamica terrestre della vegetazione autoctona nell'area di studio risulta:

<b>Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i>, <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i></b>
---



**Formazioni arbustive del mantello del bosco a *Crataegus monogyna*, *Cornus sanguinea* *Prunus spinosa***



**Querceti termofili a *Quercus pubescens* e *Acer campestre***

#### **5.6.6 CARTA FISIONOMICO STRUTTURALE DEL PAESAGGIO VEGETALE**

La carta della vegetazione è stata realizzata su base fisionomico strutturale da fotointerpretazione di foto aeree, con verifiche dirette e supporto dei rilievi fitosociologici citati ed ubicati in carta.

Il buffer considerato è stato di circa 150 m in asse al tracciato che, data la morfologia del sito, risulta significativo e comprensivo di eventuali micro varianti di

aggiustamento. Sono state considerate le categorie vegetazionali e di uso del suolo come da legenda.

<b>Legenda della carta fisionomico strutturale del paesaggio vegetale</b>		
	<b>Bosco</b>	Boscaglia termofila a <i>Quercus pubescens</i> e <i>Acer campestre</i> e Formazioni arbustive a <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cornus sanguinea</i> <i>Prunus spinosa</i>
	<b>Prato pascolo</b>	Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>
	<b>Vegetazione riparia</b>	Vegetazione ripariale a <i>Populus nigra</i> <i>Salix alba</i>

Di ogni categoria sono state calcolate le superfici presenti nella fascia cartografata. Ne sono risultati i dati di cui alla seguente tabella e grafico.

<b>Tipologie vegetazionali</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>% sul totale</b>
<i>Coltivi (ma abbandonati)</i>	295.895	36,24
<i>Formazioni erbacee a Bromus hordeaceus, B. gussonei e Medicago sativa</i>	83.253	10,19
<i>Boscaglia termofila a Quercus pubescens e Acer campestre e Formazioni arbustive a Crataegus monogyna, Cornus sanguinea Prunus spinosa</i>	323.521	39,62
<i>Vegetazione ripariale a Populus nigra e Salix alba</i>	80.701	9,88
<i>Altro (strade, urbano)</i>	33.163	4,07
<i>Totale</i>	816.533	100

**Nell'area di studio i coltivi sono presenti con il 36,24%, sebbene del tutto abbandonati, e le formazioni erbacee a Bromus hordeaceus, B. gussonei e Medicago sativa con l'10,19 %. La percentuale dei querceti termofili e delle**

formazioni ripariali, che rappresentano la massima espressione della vegetazione naturale del sito, sono rispettivamente pari a 39,62% ed il 9,88%

Si precisa che però questa è la situazione dell'intorno mentre l'opera risulta inserita all'interno di una infrastruttura esistente (canale di carico in terra del Mulino ed edificio del Mulino).

#### 5.6.7 VALUTAZIONE DELLA QUALITÀ SU BASE VEGETAZIONALE

Per la valutazione della qualità ambientale delle diverse tipologie vegetazionali presenti nell'area di studio si è individuata una gerarchia di qualità delle varie fitocenosi tramite una valutazione aggregata basata sui seguenti parametri:

- la distanza dalla vegetazione potenziale;
- la struttura, che indica la complessità dell'occupazione dello spazio;
- la composizione floristica.

Nella composizione floristica si è tenuto conto del rapporto tra le specie autoctone (tutti i tipi corologici meno le cosmopolite) e le cosmopolite come indice di qualità, come da tabella seguente:

<b>Tipologie vegetazionali</b>	Querceti termofili a <i>Quercus pubescens</i> e <i>Acer campestre</i> e Formazioni arbustive a <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cornus sanguinea</i> <i>Prunus spinosa</i>	Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>	Vegetazione ripariale a <i>Populus nigra</i> e <i>Salix alba</i>
<b>Rapporto specie autoctone/cosmopolite</b>	15,6	2,8	8

Con riferimento a tali criteri, considerando come vegetazione potenziale dell'area vasta le fustaie di querce termofile come il livello più evoluto della serie terrestre e le fasce

arboree ripariali igrofile continue per la serie igrofila, presenti nell'area di studio solo in aspetti degradati, in base alla elaborazione dei dati delle indagini di campagna, considerando le fitocenosi reali rinvenute, si hanno i seguenti risultati che segnano livelli di qualità crescenti. Di ogni categoria considerata sono state calcolate le superfici presenti nell'area; ne sono risultati i dati di cui alla seguente tabella.

<b>Tipologie vegetazionali</b>	<b>Livelli qualità ambientale</b>	<b>Superfici</b>	<b>% sul totale</b>
Coltivi	<b>Basso</b>	295.895	37,77
Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>	<b>Medio basso</b>	83.253	10,63
Veget. ripariale a <i>Populus nigra</i> e <i>Salix alba</i>  Boscaglia termofila a <i>Quercus pubescens</i> e <i>Acer campestre</i> a copertura rada e Formazioni arbustive a <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cornus sanguinea</i> <i>Prunus spinosa</i>	<b>Medio Alto</b>	404.222	51,60
<b>Totale</b>		783.370	100

#### **Livelli di qualità ambientale su base vegetazionale**

La percentuale maggiore dei valori presenti nel buffer considerato è del valore medio alto (51,60 %) costituito dai querceti e formazioni ripariali. Seguono in graduatoria il valore basso (37,77%) attribuito coltivi e quello medio basso (10,63%) attribuito alle formazioni erbacee.

## 5.6.8 FAUNA

### Premessa

La vegetazione ripariale rappresenta un habitat di particolare importanza per la fauna selvatica, in quanto gli animali vi trovano le risorse non solo per la loro crescita e la riproduzione, ma anche per gli spostamenti dal momento che la fascia ripariale svolge l'importantissima funzione di corridoio ecologico. In particolare il Fiume Sagittario funge da collegamento tra aree protette la cui componente faunistica è tra le più importanti dell'intero Appennino: a monte dell'area interessata dall'intervento sono presenti il Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise e la Riserva Naturale Regionale Gole del Sagittario mentre a valle il Fiume lambisce o attraversa altre aree protette quali il Parco Nazionale della Majella, la Riserva Naturale Regionale Gole di San Venanzio e la Riserva Naturale Regionale Sorgenti del Pescara.

Inoltre la vegetazione ripariale in genere presenta habitat ecotonali, importantissimi per tutte le specie di rettili e per molte specie di uccelli, anfibi e mammiferi.

L'analisi faunistica è stata condotta principalmente in un intorno di circa 500 metri rispetto all'area progetto. Lo studio, realizzato tra il primo marzo e il 15 giugno 2013, è stato rivolto ad Anfibi, Rettili, Uccelli, e Mammiferi ed è stato realizzato tramite uscite sul campo e ricerca bibliografica.

### 5.6.8.1 ANFIBI

Durante le uscite di campo non sono stati osservati anfibi, né pozze o fontanili idonei alla riproduzione, infatti il Fiume Sagittario, nel tratto studiato, ha una velocità molto elevata che non permette la formazione di ristagni di acqua.

Nell'atlante degli Anfibi d'Abruzzo (Ferri et al. 2007) sono segnalate, nel quadrante di 25 km<sup>2</sup> in cui è inserita l'area di studio, il Tritone crestato italiano (*Triturus carnifex*), il Rospo comune (*Bufo bufo*), la Raganella italiana (*Hyla intermedia*), le Rane verdi (*Rana bergeri* & *Rana kl. Hispanica*) e la Rana appenninica (*Rana italica*). **Di queste specie nessuna è segnalata all'interno del territorio di Bugnara.**

### 5.6.8.2 RETTILI

Le specie rinvenute durante le uscite di campo sono state la Lucertola campestre

(*Podarcis sicula*), la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*) e il Ramarro (*Lacerta bilineata*). Nella zona sono segnalati anche la Natrice dal collare (*Natrix natrix*) e Il Biacco (*Hierophis viridiflavus*). L'area di studio risulta idonea anche alla presenza di altre specie quali il Cervone (*Elaphe quatuorlineata*) e il Saettone (*Zamenis longissimus*).

Nell'atlante dei Rettili d'Abruzzo (Di Tizio et al. 2008) sono segnalate, nel quadrante di 25 km<sup>2</sup> in cui è inserita l'area di studio, il Ramarro occidentale (*Lacerta bilineata*), la Lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), la Lucertola campestre (*Podarcis sicula*), il Colubro liscio (*Coronella austriaca*), il Cervone (*Elaphe quatuorlineata*), il Biacco (*Hierophis viridiflavus*), la Biscia dal collare (*Natrix natrix*), la Biscia tassellata (*Natrix tessellata*), il Saettone (*Zamenis longissimus*) e la Vipera comune (*Vipera aspis*).

### **5.6.8.3 MAMMIFERI**

Per quanto riguarda i mammiferi la vegetazione riparia funge da vero e proprio corridoio faunistico e, nel caso specifico del fiume Sagittario, tale vegetazione permette gli spostamenti dalle aree protette del Parco Nazionale d'Abruzzo, Lazio e Molise e della Riserva Naturale Regionale Gole del Sagittario e la Valle Peligna, crocevia di altre aree protette quali il Parco Nazionale della Majella, il Parco Regionale Sirente Velino, la Riserva Naturale Regionale Gole di San Venanzio e la Riserva Naturale Regionale Sorgenti del Pescara.

Inoltre, nel territorio di Bugnara, l'area progetto è interessata da spostamenti trasversali tra le aree boscate del massiccio del Monte Genzana, dove è presente anche la Riserva Naturale Regionale Monte Genzana Alto Gizio e territori a grande idoneità faunistica posti a monte dell'Autostrada A25 che conducono al Parco Regionale Sirente Velino.

Le informazioni sui mammiferi derivano da osservazioni personali e da dati richiesti al Centro Studi per le Reti Ecologiche della Riserva Naturale Regionale Monte Genzana Alto Gizio per quanto concerne gli investimenti stradali che vedono coinvolti la fauna selvatica.

Tra i grandi mammiferi le specie maggiormente presenti sono il Capriolo (*Capreolus capreolus*) e il Cinghiale (*Sus scrofa*); sono numerose anche le segnalazioni di Cervo (*Cervus elaphus*). Questi dati sono confermati dall'elevato numero di incidenti stradali che avvengono lungo la Strada Statale 479 situata a monte dell'area progetto.

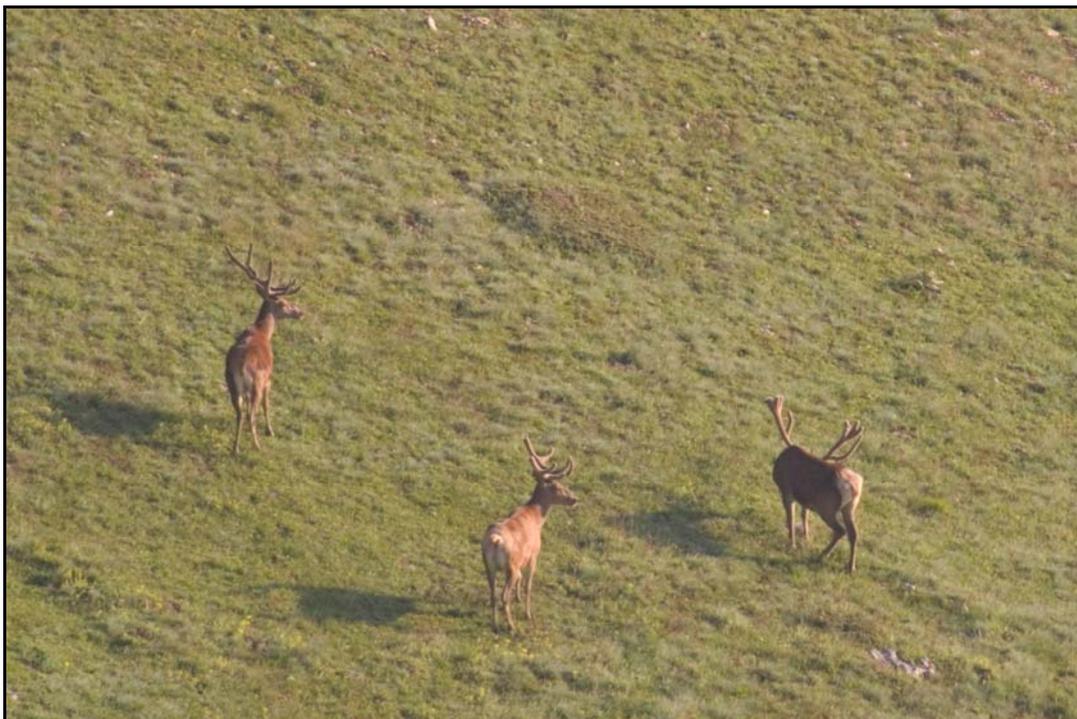
Tra i grandi mammiferi è segnalato anche il Lupo (*Canis lupus*) che usa ambienti ripari per effettuare spostamenti.

Tra i mammiferi di medie dimensioni sono segnalati la Faina (*Martes foina*), il Tasso (*Meles meles*), il Riccio (*Erinaceus europaeus*), l'Istrice (*Hystrix cristata*), Lepre comune (*Lepus europaeus*), Volpe (*Vulpes vulpes*) e Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*).

Non si hanno informazioni su Chiroteri e Micromammiferi.



**Foto - Capriolo**



**Foto – Cervi**

#### **5.6.8.4 UCCELLI**

Lo studio degli uccelli è stato realizzato tramite campionamento per punti di ascolto.

I punti realizzati sono stati gli stessi effettuati per i rilievi vegetazionali, ad esclusione dei punti E3, Q3, e R1 che risultano molto vicini ad altri punti e che, pertanto, avrebbero causato una ridondanza di dati.

Complessivamente sono state censite 37 specie, delle quali nessuna in allegato I della Direttiva Uccelli e 8 nell'Allegato II/A. 8 specie risultano di interesse per il loro stato di conservazione a livello europeo (SPEC) e, in particolare, 3 specie sono inserite nella categoria SPEC 2 e 5 nella categoria SPEC 3. In riferimento alla Lista Rossa Italiana sono presenti una specie classificata come Vulnerabile (VU) e 4 specie inserite nella categoria a rischio minore Near Threatened (NT).

La lista delle specie ascoltate ed osservate è la seguente:

Specie	Fenologia	SPEC	Direttiva Uccelli	Conv. Berna	Lista Rossa
<b>Airone cenerino</b>	M reg, W		-		

<b>Balestruccio</b>	M reg, B	SPEC 3	-	Allegato II	NT
<b>Capinera</b>	SB, M reg, W	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Cardellino</b>	SB, M reg, W par	Non-SPEC	-	Allegato II	NT
<b>Cinciallegra</b>	SB	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Cinciarella</b>	SB	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Codibugnolo</b>	SB	Non-SPEC	-	Allegato III	LC
<b>Codirosso</b>	M reg, B	SPEC 2	-	Allegato II	LC
<b>Colombaccio</b>	SB, M reg, W	Non-SPEC	Allegato II/1 Allegato III/1	-	LC
<b>Cornacchia grigia</b>	SB	Non-SPEC	Allegato II/2	-	LC
<b>Cuculo</b>	M reg, B	Non-SPEC	-	Allegato III	LC
<b>Fringuello</b>	SB, M irr	Non-SPEC	-	Allegato III	LC
<b>Gazza</b>	SB	Non-SPEC	Allegato II/2	-	LC
<b>Ghiandaia</b>	SB	Non-SPEC	Allegato II/2	-	LC
<b>Gruccione</b>					
<b>Lui verde</b>	M reg, B	SPEC 2		Allegato II	LC
<b>Merlo</b>	SB, M reg, W	Non-SPEC <sup>E</sup>	Allegato II/1	Allegato III	LC
<b>Passera d'italia</b>	SB	SPEC 3	-	-	VU
<b>Pettiroso</b>	SB, M reg, W	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Picchio muratore</b>	SB	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Picchio rosso maggiore</b>	SB	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Picchio verde</b>	SB	SPEC 2	-	Allegato II	LC
<b>Poiana</b>	SB, M reg, W	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Rampichino</b>	SB	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Rigogolo</b>	M reg, B	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Rondine</b>	M reg, B	SPEC 3	-	Allegato II	NT
<b>Rondone</b>	M reg, B	Non-SPEC	-	Allegato III	LC
<b>Scricciolo</b>	SB, M reg, W	Non-SPEC	-	Allegato II	LC
<b>Sterpazzolina</b>	M reg, W	Non-	-	Allegato II	LC

SPEC <sup>E</sup>						
<b>Storno</b>	SB, M reg, W	SPEC 3	Allegato II/2	-	LC	
<b>Taccola</b>	SB	Non-SPEC	Allegato II/2	-	LC	
<b>Tortora dal collare</b>	M reg, B	Non-SPEC	-	Allegato III	LC	
<b>Tortora selvatica</b>	M reg, B	SPEC 3	Allegato II/2	Allegato III	LC	
<b>Usignolo</b>	SB	Non-SPEC	Allegato II/2	Allegato III	LC	
<b>Verdone</b>	SB, M reg, W par	Non-SPEC	-	Allegato II	LC	
<b>Verzellino</b>	SB, M reg, W par	Non-SPEC	-	Allegato II	LC	
<b>Zigolo nero</b>	SB, M reg, W par	Non-SPEC <sup>E</sup>	-	Allegato II	LC	

Nelle zone con vegetazione erbacea a Bromus sono stati realizzati due punti di ascolto, nel primo (E2) sono stati individuate 17 specie delle quali l’Airone cenerino, il Balestruccio e la Rondine in volo e non nidificanti in un intorno di 100 m rispetto al punto. Nella seconda stazione di campionamento sono stati individuati 11 specie delle quali 2 il Balestruccio e la Rondine in volo.

Complessivamente sono stati ascoltati e osservati 22 specie delle quali 19 probabilmente nidificanti.

E2	E4
404891; 4653760	406734; 4655240
Airone cenerino	
Balestruccio	Balestruccio
Capinera	Capinera
	Cardellino

	Cinciallegra
	Cinciarella
Codibugnolo	
Codirosso	
Colombaccio	
	Cornacchia grigia
Fringuello	
Ghiandaia	
Merlo	Merlo
Picchio muratore	
Picchio rosso maggiore	
	Picchio verde
Rigogolo	
Rondine	Rondine
Scricciolo	
Usignolo	Usignolo
Verzellino	Verzellino
Zigolo nero	

Nelle zona con presenza di vegetazione riparia sono state effettuate 4 stazioni di campionamento.

Nella stazione R2 sono state individuate 13 specie, nella stazione R3 11 specie (la rondine in volo), nella stazione R4 13 specie e nella stazione R5 19 specie (Balestruccio e Rondine in volo).

Complessivamente nella categoria “vegetazione riparia” sono state osservate 27 specie delle quali 25 probabilmente nidificanti.

R2	R3	R4	R5
405252; 4653939	405899; 4654326	405710; 4654251	406295; 4654667
			Balestruccio
Capinera	Capinera	Capinera	Capinera
Cinciallegra	Cinciallegra	Cinciallegra	Cinciallegra

Cinciarella		Cinciarella	Cinciarella
Codibugnolo	Codibugnolo	Codibugnolo	Codibugnolo
			Codirosso
Colombaccio		Colombaccio	
Cornacchia grigia	Cornacchia grigia	Cornacchia grigia	Cornacchia grigia
			Gazza
Ghiandaia		Ghiandaia	
			Gruccione
	Lui verde		
Merlo	Merlo	Merlo	Merlo
Pettirosso	Pettirosso		
			Picchio rosso maggiore
Picchio verde			
			Poiana
Rampichino		Rampichino	Rampichino
	Rigogolo	Rigogolo	
	Rondine		Rondine
Scricciolo		Scricciolo	Scricciolo
		Sterpazzolina	
			Sturno
			Taccola
			Tortora dal collare
Usignolo	Usignolo	Usignolo	Usignolo
	Zigolo nero		

Nei querceti sono state effettuate 2 stazioni di campionamento: nella Q1 sono state individuate 14 specie (Balestruccio e Rondine in volo) e nella stazione Q2 10 specie (Rondone in volo).

Complessivamente nei querceti sono state osservate 20 specie delle quali 17 probabilmente nidificanti.

Q1	Q2
405069; 4653967	405665; 4654140
Balestruccio	
Capinera	Capinera
Cinciallegra	
Cinciarella	

Codibugnolo	
Colombacchio	
Cornacchia grigia	Cornacchia grigia
	Gazza
	Ghiandaia
Merlo	Merlo
	Passera d'Italia
Picchio rosso magg.	
Picchio verde	
Rondine	
	Rondone
Scricciolo	
	Sterpazzolina
	Sturno
Tortora selvatica	
Usignolo	Usignolo

## 6. INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI

In generale l'esistenza di attività come quella in oggetto determinano una serie di interferenze sull'ambiente naturale che, per categorie, possono essere così riassunte:

1. Interferenze dovute alle emissioni in atmosfera;
2. Interferenze sul suolo e sottosuolo;
3. Interferenze sull'ambiente fluviale;
4. Interferenze sul patrimonio floristico – vegetazionale e faunistico;
5. Interferenze sul paesaggio;
6. Interferenze sull'acustica del territorio;
7. Interferenze dovute a radiazioni elettromagnetiche;
8. Interferenze sui caratteri socio - economici della zona.

Nel presente paragrafo sono descritti dunque i possibili impatti generati dall'opera esaminata sia in fase di cantiere che di esercizio. Lo scopo principale di tale analisi è il confronto tra la situazione dell'ambiente in assenza dell'opera e quella che ne conseguirebbe con la sua realizzazione. Al fine di effettuare una valutazione della correlazione tra fattori d'impatto e componenti ambientali dell'area in cui si colloca l'opera, con lo scopo di individuare le maggiori criticità ambientali determinabili, è stata operata una differenziazione tra fase di cantiere e d'esercizio.

### 6.1 QUALITÀ DELL'ARIA

#### **Fase di cantiere**

Durante i lavori di cantiere, le emissioni in atmosfera più rilevanti sono dovute al sollevamento di polveri e alla presenza e funzionamento dei mezzi mobili di cantiere. Le polveri potranno svilupparsi per il passaggio di automezzi di cantiere e per le operazioni di movimentazione del materiale di scavo.

La produzione di polveri durante le operazioni di movimentazioni di terra è un fenomeno di inquinamento atmosferico del tutto locale il cui impatto negativo sulla qualità dell'aria viene a dipendere dai seguenti fattori:

- volume di materiale movimentato;

- umidità del materiale movimentato;
- distanza tra il centro di emissione e gli insediamenti abitati significativi;
- veicoli di trasporto

Nel caso in esame, si tratta di attività ad impatto minimo oltre che di tipo temporaneo. Si ricorda infatti che l'unica costruzione prevista è quella relativa all'opera di presa mentre il canale esistente e l'edificio del mulino verranno rispettivamente utilizzati per adagiare la condotta e ristrutturare il locale dove alloggiare la turbina. Le fasi di movimentazione materiale e di transito di automezzi sono limitate.

### **Fase di esercizio**

Durante la fase di esercizio nessun agente inquinante verrà emesso nell'aria.

A questo si aggiunga che la produzione di energia da fonte di energia rinnovabile determina, come impatto positivo, la riduzione dell'inquinamento atmosferico per quanto riguarda le emissioni di gas serra.

L'esercizio dell'impianto in progetto determinerà, infatti, per ogni kwh di elettricità prodotto una riduzione di 670 g di CO<sub>2</sub>, 1,9 g di NO<sub>x</sub>, 1,4 g di SO<sub>x</sub> e 282 mg di particolato vario.

## **6.2 SUOLO E SOTTOSUOLO**

### **Fase di cantiere**

La tipologia degli impatti potenziali può essere ricondotta ai seguenti aspetti principali:

a) alterazione della continuità morfologica originaria per escavazione di volumi, per deposito temporaneo di inerti e per necessità di cantierizzazione (piste di accesso, piazzali, ecc.);

Per quanto riguarda le alterazioni dell'assetto geomorfologico dovute all'apertura dei cantieri, queste sono state stimate trascurabili in considerazione del fatto che, essendo i cantieri aperti in aree a morfologia pianeggiante, i movimenti di terra necessari alla loro realizzazione potranno essere limitati al massimo. Per quanto riguarda le piste di accesso ed il tracciato della condotta, sono state preferite le soluzioni che prevedono

l'utilizzo della viabilità minore esistente.

b) fenomeni di instabilità che possono innescarsi sui fronti di scavo.

Tali effetti sono stati tuttavia ritenuti trascurabili, dal momento che la scelta del percorso è stata effettuata tenendo conto delle condizioni idrogeologiche dell'area, anche perché le caratteristiche delle opere non creano situazioni di instabilità, alla luce della presenza da oltre un secolo del canale di carico esistente e dell'edificio che fino agli anni 50 ha ospitato un mulino funzionante regolarmente. L'esecuzione dei lavori dunque, considerato anche che gli scavi necessari per l'interramento della condotta sono limitati (la condotta sarà posta sul canale di carico esistente), non daranno origine a dissesti e/o modifiche geomorfologiche.

c) perdite accidentali di oli lubrificanti, provenienti dai mezzi meccanici utilizzati.

### **Fase di esercizio**

Durante la fase di esercizio non si prevedono impatti sul suolo.

## **6.3 AMBIENTE FLUVIALE**

L'ambiente fluviale è certamente la matrice maggiormente interessata dagli impatti potenziali, derivanti dalla realizzazione dell'opera, sia in fase di cantiere che soprattutto in fase d'esercizio.

### **6.3.1 SOTTRAZIONE DI PORTATA AL CORSO D'ACQUA**

#### **Fase di cantiere**

Le potenziali conseguenze negative relative all'ittiofauna possono essere considerate rilevanti quando i lavori in alveo prevedono la movimentazione di materiali all'interno dell'alveo stesso che possono produrre un generale intorbidamento delle acque e la deposizione di sedimento fine, interferenze queste che si rifletteranno negativamente sull'ittiofauna in maniera limitata sia nel tempo che nello spazio. Come sopra più volte

evidenziato, il tratto fluviale, interessato dalle opere di progetto, presenta un alveo incassato e caratterizzato da una velocità di corrente molto elevata, condizioni queste non compatibili con le forme giovanili. Inoltre non sono state individuate, nei numerosi sopralluoghi effettuati, le aree di frega, caratterizzate da ghiaietto fine, dove le trote vanno a deporre le uova, per cui l'intervento non potrà interferire con la riproduzione. Si ribadisce che la sola costruzione tale da poter arrecare un potenziale impatto all'ambiente fluviale è costituita dal ripristino dell'opera di presa e che per la cantierizzazione di quest'ultima si terrà conto del periodo meno impattante per l'ittiofauna.

### **Fase di esercizio**

La Regione Abruzzo ha individuato nell'ambito della redazione del Piano di Tutela delle Acque (PTA), i valori di DMV da applicare ai tratti fluviali dei corsi d'acqua significativi.

Per DMV si intende ai sensi del D.M. 28 luglio 2004 Allegato 1 "la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali".

Il DMV da rilasciare sul fiume Sagittario, a valle di Anversa degli Abruzzi, è stato quantificato in 0,62 mc/s così come da art. 8 del Disciplinare di Concessione, avente numero di repertorio 861 del 18/07/2013, rilasciato dalla Regione Abruzzo - Direzione LL.PP. Ciclo Idrico Integrato, Difesa del Suolo e della Costa, Protezione Civile – Servizio del Genio Civile Regionale - L'Aquila.

<b>Reale Disponibilità Mensile sul Fiume tenendo conto delle utilizzazioni</b>		
<b>MESE</b>	<b>PORTATA DISPONIBILE MONTE</b>	<b>PORTATA DISPONIBILE TRATTO DERIVATO</b>
<b>Gennaio</b>	<b>4,14 mc/s</b>	<b>2,56 mc/s</b>
<b>Febbraio</b>	<b>3,51 mc/s</b>	<b>2,13 mc/s</b>
<b>Marzo</b>	<b>4,14 mc/s</b>	<b>2,76 mc/s</b>
<b>Aprile</b>	<b>4,27 mc/s</b>	<b>2,69 mc/s</b>
<b>Maggio</b>	<b>1,42 mc/s</b>	<b>1,64 mc/s</b>
<b>Giugno</b>	<b>1,04 mc/s</b>	<b>1,26 mc/s</b>
<b>Luglio</b>	<b>0,83 mc/s</b>	<b>1,05 mc/s</b>
<b>Agosto</b>	<b>0,73 mc/s</b>	<b>0,95 mc/s</b>
<b>Settembre</b>	<b>0,30 mc/s</b>	<b>0,82 mc/s</b>
<b>Ottobre</b>	<b>0,33 mc/s</b>	<b>0,85 mc/s</b>
<b>Novembre</b>	<b>3,49 mc/s</b>	<b>2,11 mc/s</b>
<b>Dicembre</b>	<b>3,89 mc/s</b>	<b>2,31 mc/s</b>

**Tab. 17: Portate mensili disponibili nel tratto a monte e in quello sotteso**

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

Elaborazioni effettuate, come documentato nella relazione tecnica specialistica idrologica ed idraulica, facente parte del progetto, evidenziano che, nel tratto sotteso alla derivazione, vi saranno deflussi comunque maggiori che oscillano tra 0,62 (valore del DMV, che sarà garantito nei mesi di Settembre e Ottobre) e valori maggiori del doppio (circa il 70%) nella maggior parte dei mesi e persino tripli nei mesi di maggior interesse per l'ittiofauna, cioè quelli interessati dai fenomeni di migrazione riproduttiva, (Dicembre e Gennaio).

Al fine di verificare che il DMV che fluirà nell'alveo sotteso, di fatto non venga a subire fenomeni di infiltrazione verso il sottosuolo, ma possa scorrere assicurando lo sviluppo ed il mantenimento delle funzioni biologiche, si è ritenuto di dover valutare la permeabilità dei materiali che compongono l'alveo fluviale, tramite prove a carico variabile per la determinazione del coefficiente di permeabilità del terreno in situ mediante la realizzazione di altrettanti pozzetti, a base quadrata.

Nel complesso i valori ottenuti in ciascun punto di indagine sono risultati simili tra le prove eseguite, senza sostanziali variazioni o scostamenti numerici, in quanto anche i terreni analizzati risultavano composti per la maggior parte dei casi da sabbie fini limose di color grigio talvolta con inclusi calcarei persi nella matrice.

In generale è possibile affermare che si tratta di terreni con valori di permeabilità K dell'ordine di  $10^{-6}$  e, quindi, di terreni con permeabilità moderatamente bassa (da relazione geologica e si veda per approfondimenti).

Per l'ittiofauna, nello specifico la trota di ruscello *Salmo trutta trutta*, dal momento che le indagini di campo hanno riscontrato una velocità media di corrente leggermente superiore ai 2 m/s ed essendo tali valori non compatibili con le preferenze delle forme giovanili e a limite della compatibilità con le preferenze degli individui adulti, una riduzione di portata, e conseguente riduzione di velocità di corrente, potrebbe, in questo specifico caso, determinare potenzialmente un impatto lieve. Tutto dipende dalle condizioni ambientali (velocità di corrente e profondità) che si andranno a determinare

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

nel tratto sotteso alla derivazione. Risulta evidente che il tutto dovrà essere verificato e documentato, tramite una campagna di monitoraggio.

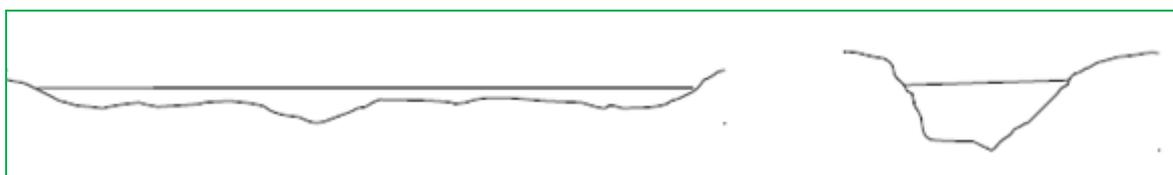
La riduzione di portata determina nel tratto sotteso minore velocità e profondità dell'acqua fluente; ne conseguono una minore turbolenza e, nelle aree prive di fascia riparia, un innalzamento della temperatura dell'acqua. Entrambe le condizioni determinano una minore concentrazione dell'ossigeno disciolto, con riduzione della capacità di autodepurazione.

Per gli anfibi l'elevata velocità del fiume Sagittario nell'area oggetto di studio non consente la loro presenza in acqua né tantomeno la loro riproduzione, pertanto la riduzione della portata non comporta alterazione del loro habitat.

### 6.3.2 PERDITA DI HABITAT ACQUATICO

#### Fase di esercizio

La riduzione di portata che si ha nel tratto sotteso, dovuto al prelievo per fini energetici, non determina alcuna perdita di habitat in quanto la portata in alveo è sempre al di sopra del 70% del DMV per l'intero anno. Un elemento importante per valutare il grado di perdita è dato dalla geometria dell'alveo; infatti in alvei poco incisi, l'acqua tende ad occupare sezioni ampie con bassa profondità, per cui riduzioni di portata determinano perdite significative di habitat, mentre in alvei incassati, determinano perdite molto contenute.



**Fig. 8 - alveo poco inciso**

**alveo incassato**

La geometria dell'alveo è inoltre un elemento importantissimo per valutare, nel tratto

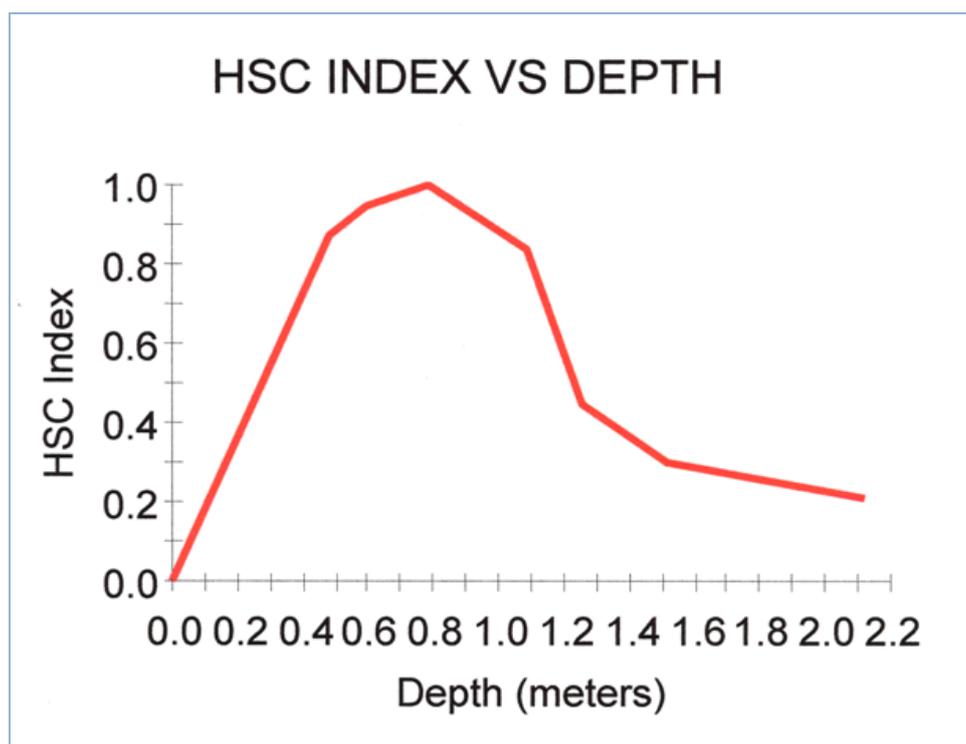
**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA****STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA****MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

sotteso, la variazione della "profondità" dell'acqua, indotta dall'opera di derivazione. Si vuole ricordare come la "profondità" sia un parametro fondamentale per la vita dei pesci e che per ciascuna specie sia stata elaborata una curva di preferenza.



**Fig. 9 – Curva di preferenza trota (adulto) per la profondità (da Raleigh et al. 1986)**

Il fiume Sagittario, come sopra più volte ricordato, si presenta per lunghi tratti incassato; ne consegue che a parità di DMV, risentirà in maniera minore della riduzione di portata. Si ricorda comunque che nel tratto sotteso non si avrà il valore del DMV bensì un valore oltre il doppio del DMV. Nella tabella n. 17 si riporta il valore nella colonna di sinistra delle portate del fiume a monte della derivazione (portate già sottratte del DMV pari a 620 litri al secondo) e nella colonna di destra la disponibilità del fiume nel tratto sotteso all'opera di presa.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

### 6.3.3 INTERRUZIONE DEL CONTINUUM FLUVIALE

#### Fase di esercizio

La maggior parte dell'ittiofauna delle acque interne presenta fenomeni di migrazione, sia per motivi trofici (ricerca di cibo) che, soprattutto, riproduttivi (ricerca di siti idonei alla riproduzione).

Un fiume "frammentato" da opere (briglie e/o traverse) insormontabili, è caratterizzato da una forte contrazione delle popolazioni ittiche presenti.

E' noto che le "frammentazioni" dei popolamenti hanno molta influenza sullo stato di conservazione delle specie.



**Foto – pesci che tentano senza successo di superare un ostacolo (briglia)**

Come sopra ricordato, le misurazione della velocità di corrente, nel tratto del fiume Sagittario interessato dal progetto, hanno documentato valori leggermente superiori ai 2 m/s e dunque la risalita dei pesci é di per sé già ostacolata dalle condizioni naturali di deflusso.

La possibilità dei pesci di muoversi liberamente lungo l'asta fluviale, in presenza di ostacoli naturali o artificiali, può essere garantita dalla presenza di manufatti definiti storicamente "scale di risalita" o "di rimonta" e più recentemente "passaggi per pesci". Sono progettati per permettere ai pesci o alle specie d'interesse "specie target" di superare gli ostacoli.

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

Si differenziano tra:

- a) naturali: rampe in pietrame, canali by-pass
- b) tecnici: a "bacini successivi", passaggi "Denil"
- c) speciali: passaggi per anguille, chiusa Borland per pesci, ascensori per pesci

Nel passaggio per pesci “a bacini successivi”, l'altezza da superare é suddivisa in una serie di piccole cascate che alimentano altrettanti bacini comunicanti tra loro per mezzo di stramazzi, orifizi o fenditure verticali. I bacini servono ad un duplice scopo: primo, ridurre la velocità della corrente, rendendola compatibile con le prestazioni dei pesci, secondo, creare aree di calma (ridotta velocità) in cui gli stessi possano recuperare le forze e passare successivamente al bacino superiore.

Per quanto riguarda i dati biologici a supporto della progettazione, abbiamo:

Individuazione specie target	Salmo trutta trutta - Trota fario (adulto di 22 cm)
<i>Velocità di crociera</i>	~ <b>0.64 m/s (Videler, 1993)</b>
<i>Velocità massima sostenibile a 10 °C</i>	~ <b>1.88 m/s (Videler, 1993)</b>
<i>Durata dello sforzo sostenibile a velocità massima</i>	~ <b>6 s</b>
<i>Distanza massima percorribile a 10 °C e velocità ~1.8 m/s</i>	~ <b>10 m (Larinier, 1993)</b>

Un aspetto di notevole importanza, relativo alla progettazione di un passaggio per pesci, di cui si è tenuto conto è l'attrattività, intesa come condizione preliminare dell'opera ad essere individuata ed usufruita dalla fauna ittica.

L'attrattività si basa sull'etologia della fauna ittica ed è strettamente legata alla collocazione dell'entrata e alle condizioni dei flussi idrici vicino ad essa. L'entrata non deve essere nascosta, bensì percepibile alla maggior distanza per rendere attrattivo e

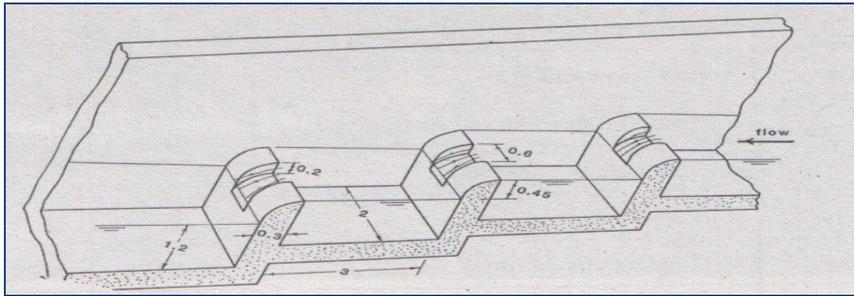
**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
Ing. Lorenzo Pelino  
Dott. Lino Ruggieri  
Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
Dott. Geologo Domenico Ferretti

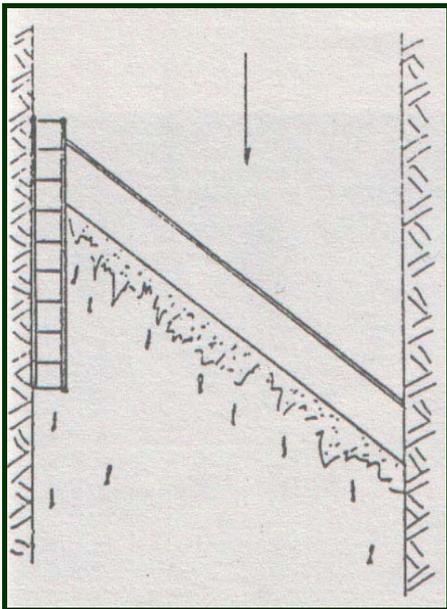
**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
67039 – SULMONA (AQ)  
Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

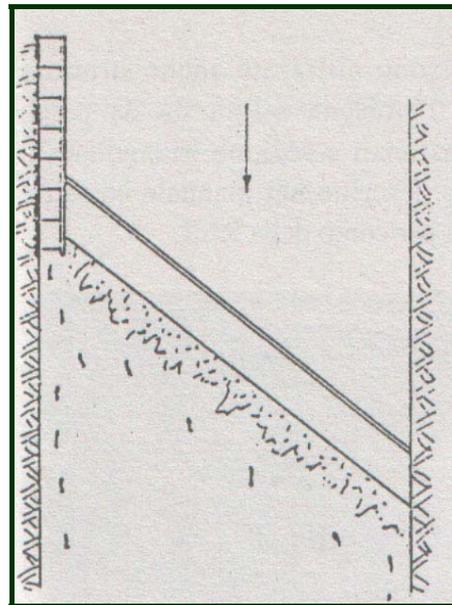
quindi funzionale il passaggio per pesci.



**Fig. 9 - Schema di passaggio per pesci a bacini successivi**



**Fig. 10 -11 - Localizzazione non corretta**



**Localizzazione corretta**

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

#### **6.3.4 MORTALITÀ DELLA FAUNA ITTICA DOVUTA AL FUNZIONAMENTO DELLA TURBINA**

##### **Fase di esercizio**

Il funzionamento della turbina non può causare in alcun modo la morte dell'ittiofauna, in considerazione al fatto che, comunque, non vi è alcuna possibilità di ingresso della stessa all'interno dell'edificio centrale e quindi all'interno delle macchine idrauliche, essendo l'impianto dotato di paratoia, griglie e sgrigliatori.

#### **6.3.5 MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E FISICHE (TEMPERATURA) DELL'ACQUA**

Al fine di documentare la non modifica sostanziale delle caratteristiche chimico-fisiche, si precisa che tali applicazioni vengono realizzate anche su acquedotti e quindi su acque potabili, pertanto non vi è alcun pregiudizio o variazione chimico fisica dell'acqua utilizzata a scopi idroelettrici.

In riferimento all'ipotetica variazione del valore del parametro fisico "temperatura" dell'acqua turbinata e reimpressa nel corpo recettore, si riportano le conclusioni di un collaudo effettuato da un Ente Terzo (W.E.S.T. s.r.l), con il Metodo Termodinamico, metodo riconosciuto internazionalmente e normato secondo la CEI EN 60041 e che viene utilizzato per la misura del rendimento delle turbine idrauliche per applicazioni simili a questa di cui al presente progetto.

Tale collaudo è stato effettuato su una turbina idraulica, di caratteristiche analoghe a quelle del Sagittario, sebbene di potenza più elevata (infatti, turbina tipo Francis da 1.105 KW), per la centrale idroelettrica di Chiesuola (Borzonasca – GE) commissionata dalla Tirreno Power S.p.A e realizzata dalla Società Elettromeccanica Adriatica SPA.

Dalla relazione del 2009 prodotta dalla WEST s.r.l, con allegato grafico di sintesi dell'andamento delle temperature durante le prove, fra la sezione di ingresso in turbina (temperatura di monte) e quella di uscita (temperatura di valle), è stato determinato che l'ordine di grandezza del gradiente termico generato dalla turbina di Chiesuola, fra la

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

sezione di ingresso e quella di uscita, sia stato inferiore ai 2/100 di grado centigrado. (elaborato tecnico n. 3)

Eseguendo una correlazione per similitudine e per proporzione fra le turbina di Chiesuola, a cui si riferisce il Metodo Termodinamico misurato dalla WEST s.r.l, e quella del Sagittario, è stato calcolato che il Gradiente Termico correlato all'impianto idroelettrico del Sagittario è di un ordine di grandezza inferiore a quello misurato a Chiesuola, e cioè inferiore ai 5 millesimi di grado centigrado.

Da quanto sopra esposto, risulta l'assoluta invarianza della temperatura dell'acqua nel suo passaggio attraverso le turbine idrauliche per la trasformazione dell'energia cinetica in energia meccanica.

### **6.3.6 IMPATTI SULL'AMBIENTE FLUVIALE DA GUASTI DELLE APPARECCHIATURE**

#### **Fase di esercizio**

Potenzialmente guasti alle apparecchiature elettriche e/o meccaniche potrebbero determinare impatti sulla qualità delle acque.

L'impianto idroelettrico in oggetto è caratterizzato dalla presenza di un sistema di telecontrollo, in grado di gestire in sicurezza eventuali guasti elettrici e/o meccanici.

#### **a) Blocco per guasto elettrico o meccanico interno**

Con questo tipo di guasto l'automatismo metterà fuori servizio immediatamente il gruppo di produzione coinvolto. Pertanto, esso dovrà:

- aprire l'interruttore di gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitare la macchina;
- chiudere il distributore con una legge temporale compatibile con i valori di sovrappressione impostati;
- chiudere la valvola a farfalla di macchina;
- porre la macchina in sicurezza;

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

- verificare l’arresto del gruppo;
- emettere una segnalazione di blocco;
- inibire il riavviamento automatico.
- Il riavviamento sarà possibile solo previo riconoscimento e rimozione del guasto da parte del personale presente sul posto.

Il riavviamento dell’impianto, dunque, sarà possibile solo previo riconoscimento e rimozione del guasto da parte del personale presente sul posto.

#### **b) Scatto per guasto esterno**

Di norma avrà luogo per anomalie temporanee sulla rete elettrica.

Anche in questo caso si avrà la messa fuori servizio immediata del gruppo con le modalità sopra espresse. La sequenza delle operazioni sarà:

- apertura dell’interruttore gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitazione della macchina;
- chiusura del distributore con una legge temporale compatibile con le sovrappressioni impostate;
- verifica dell’arresto del gruppo;
- emissione di una segnalazione di Scatto avvenuto.

Il riavviamento del gruppo sarà automatico, nella modalità “Automatico esterno”, non appena saranno ripristinate in modo stabile le condizioni di normalità sulla rete di distribuzione elettrica (cioè tensione sulla rete di distribuzione presente in modo ininterrotto per un certo numero di secondi)

#### **c) Arresto in automatico**

Di norma avrà luogo per una temporanea diminuzione della portata d’acqua disponibile che condiziona il raggiungimento del minimo livello della vasca per l’esercizio. Anche in questo caso si avrà la messa fuori servizio del gruppo con la modalità che prevede come prima azione la diminuzione graduale del carico fino alla marcia a vuoto. La

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

sequenza delle operazioni sarà:

- Diminuzione del carico fino alla marcia a vuoto
- apertura dell'interruttore gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitazione della macchina;
- chiusura del distributore con una legge temporale compatibile con le sovrappressioni impostate;
- verifica dell'arresto del gruppo;
- emissione d'una segnalazione di avvenuto fermo per raggiungimento minimo livello vasca.

Il riavviamento del gruppo sarà automatico, nella modalità “Automatico esterno”, non appena saranno ripristinate in modo stabile le condizioni di normalità sulla rete di adduzione idrica.

#### **d) Arresto su comando operatore**

Potrà essere realizzato con comando locale o da telecontrollo remoto. La sequenza delle operazioni sarà:

- azzeramento graduale del carico attivo e reattivo, fino alla soglia di “marcia a vuoto” (condizione minima di mantenimento in rotazione senza erogazione o assorbimento di potenza significativa);
- apertura dell'interruttore di gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitazione della macchina;
- completamento della chiusura del distributore dalla condizione di marcia a vuoto;
- chiusura della valvola a farfalla di macchina;
- verifica dell'arresto del gruppo;
- Segnalazione di gruppo fermo.

Il riavviamento del gruppo sarà possibile con comando manuale.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

#### **e) Condizioni particolari di arresto**

Arresto per intervento della protezione differenziale condotta: l'automatismo prevederà, oltre che alla fermata del gruppo, anche alla messa in sicurezza idraulica dell'impianto con chiusura dell'organo di protezione in testa alla condotta e la conseguente messa in asciutta dell'intero impianto a partire dall'opera di presa fino alla centrale, ogni qualvolta interverrà la protezione differenziale condotta, atta a rilevare uno squilibrio di misura di portata in condotta fra due diverse sezioni di rilievo, una di monte ed una di valle.

#### **Sistema di messa in sicurezza dell'impianto**

Tutte le funzioni svolte dal sistema di supervisione e automazione saranno comunque subordinate alla messa in sicurezza dell'impianto che avverrà con logica cosiddetta "Intrinseca a mancanza". Tale logica prevede la messa in sicurezza e fermata dell'impianto, con l'intervento di tutti gli organi di sicurezza in mancanza di alimentazione elettrica.

L'assenza di un segnale della sequenza di funzionamento, oppure un segnale proveniente dalle catene di "blocco" viste nel capitolo precedente, determineranno la fermata dell'impianto attraverso la messa in scarico e la chiusura di tutti gli organi di intercettazione e l'apertura di tutti gli organi di by-pass di centrale.

Saranno privilegiate le soluzioni con adozione di contrappesi (valvole di turbina, valvole a fuso di by-pass di centrale), oppure con ritorni a molla oppure ad accumulo di pressione (distributori di turbina). Un'ulteriore garanzia di sicurezza è assicurata da un'alimentazione privilegiata a 24 Vcc proveniente da un sistema di raddrizzatori e batterie di centrale, in grado di alimentare ulteriormente altri organi di controllo ed i sistemi di supervisione (telecontrollo, PLC di regolazione, telecamere, elettrovalvole di sicurezza, eventuali pompe olio di comando).

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

### **Sfioratore di sicurezza**

Sul lato maggiore della vasca di carico, longitudinalmente al senso del flusso, sarà ricavato lo sfioratore di sicurezza, con lunghezza di sfioro di 1,80 m, per cui, di fatto, l'opera di presa in questione non costituirà assolutamente una restrizione al libero deflusso delle acque del Sagittario, anche nelle condizioni peggiorative di paratoia di presa chiusa e centrale ferma (condotta intercettata oppure turbine ferme).

### **Inquinamento da olii**

Premettendo che l'utilizzo degli oli e grassi di lubrificazione in centrale sarà ridotto al minimo, prediligendo l'utilizzo di materiali autolubrificanti, per gli stessi saranno utilizzati materiali biodegradabili e/o ad uso alimentare, mentre non saranno utilizzati oli di tipo minerale.

I punti di lubrificazione saranno posti all'esterno delle parti che possano venire a contatto con l'acqua, anche accidentalmente.

Ad ulteriore salvaguardia, sarà realizzata all'interno della centrale una vasca di raccolta delle acque dei drenaggi, nelle cui vicinanze verrà posta una vasca di disoleazione, al fine di separare eventuali presenze di olio accidentalmente raccolto dai drenaggi di centrale.

La vasca, della capacità utile di circa 800 litri, risulterà idonea a trattenere l'olio eventualmente proveniente da apparecchiature in avaria; l'acqua, opportunamente decantata, verrà convogliata alla vasca raccolta drenaggi.

Nella vasca di disoleazione dei drenaggi sarà installato un rilevatore di olio superficiale su acqua con un contatto in scambio in grado di commutare e segnalare l'allarme, qualora venga riscontrata la presenza di un film d'olio superficiale sull'acqua.

Nella vasca di raccolta dei drenaggi sarà installata una sonda idrostatica per la misura di livello; il segnale analogico in uscita verrà utilizzato per la gestione delle pompe e per generare gli allarmi.

Saranno inoltre posizionati 3 interruttori a galleggiante ("a pera") in grado di garantire

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

interventi di stacco o attacco delle pompe in caso di anomalia dell'automatismo principale e di segnalare l'anomalia.

#### **Protezione differenziale condotta**

Sarà installato un sistema di protezione differenziale della condotta, basato sul controllo in continuo delle velocità e delle portate in due sezioni differenti di condotta, una di monte e una di valle, in grado di diagnosticare immediatamente il verificarsi di una rottura della condotta e di intervenire tempestivamente sulla sua messa in sicurezza determinando l'immediata chiusura dell'organo preposto a salvaguardia della condotta stessa (paratoia di testa condotta).

### **6.4 FLORA VEGETAZIONE E FAUNA**

#### **6.4.1 PREMESSA**

Per l'analisi degli impatti si è fatto riferimento alle azioni di progetto per la realizzazione dell'opera, tenendo conto essenzialmente del criterio "occupazione del suolo" e considerando quali possibili impatti sulla flora, vegetazione e fauna principalmente la distruzione di unità vegetazionali / faunistiche.

#### **6.4.2 CARTA DELLA QUALITÀ NATURALISTICA**

E' stata costruita una Carta della qualità naturalistica accorpendo i valori della vegetazione con quelli della fauna (vedi tabelle dei valori di seguito riportate).

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

<b>Tipologie vegetazionali</b>	<b>Livelli qualità</b>
Coltivi	Basso
Formazioni erbacee a Bromus hordeaceus, B. gussonei e Medicago sativa	Medio basso
Vegetazione ripariale a Populus nigra e Salix alba Boscaglia termofila a Quercus pubescens e Acer campestre a copertura rada e Formazioni arbustive a Crataegus monogyna, Cornus sanguinea Prunus spinosa	Medio Alto

**Tab.18 – Livelli di qualità delle formazioni vegetazionali**

<b>Comunità uccelli, anfibi rettili e mammiferi</b>	<b>Livello di qualità</b>
Comunità degli ambienti boschivi	Medio Alto
Comunità delle formazioni erbacee	Medio Basso
Comunità degli ambienti ripariali	Medio Alto
Comunità degli ambienti agricoli	Basso

**Tab.19 Livelli di qualità delle comunità faunistiche**

Da queste due tabelle è scaturita la tabella che segue

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

<b>Categorie vegetazionali</b>	<b>Valore</b>	<b>Comunità uccelli , anfibi, rettili e mammiferi</b>	<b>Valore</b>	<b>Qualità naturalistica</b>
<i>Coltivi</i>	<b>Basso</b>	<i>Comunità degli ambienti agricoli</i>	<b>Basso</b>	<b>Basso</b>
<i>Formazioni erbacee a Bromus hordeaceus, B. gussonei e Medicago sativa</i>	<b>Medio basso</b>	<i>Comunità delle formazioni erbacee</i>	<b>Medio basso</b>	<b>Medio - basso</b>
<i>Vegetazione ripariale a Populus nigra e Salix alba</i>  <i>Boscaglia termofila a Quercus pubescens e Acer campestre a copertura rada e Formazioni arbustive a Crataegus monogyna, Cornus sanguinea Prunus spinosa</i>	<b>Medio Alto</b>	<i>Comunità degli ambienti ripariali</i>  <i>Comunità degli ambienti boschivi</i>	<b>Medio Alto</b>	<b>Medio - Alto</b>
<i>Altro (strade, urbanizzato)</i>	<b>Nulla</b>			

**Tab.18 - Qualità naturalistica**

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

### 6.4.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Come anticipato in premessa, per l'analisi degli impatti si è fatto riferimento alle azioni di progetto per la realizzazione dell'opera, tenendo conto essenzialmente del criterio "occupazione del suolo" e considerando, quali possibili impatti sulla flora, vegetazione e fauna, principalmente la distruzione di unità vegetazionali / faunistiche.

<b>IMPATTI SULLA VEGETAZIONE</b>
Distruzione di unità vegetazionali
Eventuale alterazione di habitat per la modifica delle condizioni ecologiche stazionali

<b>IMPATTI SULLA FAUNA</b>
Sottrazione di ambienti vegetazionali che rappresentano zone di rifugio, alimentazione e riproduzione per la fauna
Interruzione di corridoi faunistici
Disturbo da rumore nella fase di cantiere

Alla carta della Qualità naturalistica è stato sovrapposto il tracciato della condotta di progetto (su canale esistente in terra), individuando le reali interferenze opera-ambiente e calcolando le percentuali delle singole unità ambientali, espresse nei loro livelli di qualità ambientale, interferite dai lavori.

E' stata ipotizzata, in via precauzionale, una fascia complessiva di 5 m di larghezza, che tiene conto anche della pista di servizio per manovre automezzi e per gestione momentanea materiali da costruzione.

L'impatto risulta ridotto al massimo in quanto il tracciato della condotta è esistente, in quanto verrà sfruttato il canale in terra di alimentazione del vecchio Mulino Capaldi.

Tale sfaccettatura consentirà anche alcun esproprio essendo il canale di carico insieme all'edificio del Mulino di unica proprietà del Comune di Bugnara.

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

Opera	Livello di qualità naturalistica			
	Medio Alto	Medio basso	Basso	Nulla (strada)
Opera di presa		200		
Condotta		2.000		

**Tab. 18 - Superfici interferite dalla realizzazione della condotta**

Si è tenuto conto inoltre delle superfici interessate dalle opere e dai rispettivi cantieri, come sotto riportato:

Opera + Cantiere	Livello di qualità naturalistica		
	Medio Alto	Medio basso	Basso
Opera di presa		350	
Condotta su canale esistente		2.500	
Centrale idroelettrica		350	
<b>Totale</b>		<b>3.200</b>	

**Tab. 19 – Superfici delle aree di cantiere comprensive delle strade di accesso**

Si sono così ottenuti i livelli di impatto della componente aggregata vegetazione e fauna, relativi al criterio prevalente “distruzione di unità vegetazionali e faunistiche”.

Viene di seguito riportata la tabella riassuntiva dei livelli di impatto comprendente le

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

rispettive aree e percentuali di categorie interessate dal progetto.

<b>Categorie vegetazionali</b>	<b>Categorie faunistiche</b>	<b>Livelli impatto</b>	<b>Superfici interessate dai lavori</b>	<b>% sul totale</b>
Coltivi	Comunità degli ambienti agricoli	<b>Basso</b>	700	21,88
Formazioni erbacee a Bromus hordeaceus, B. gussonei e Medicago sativa	Comunità delle formazioni erbacee	<b>Medio basso</b>	2300	71,88
Vegetazione ripariale a Populus nigra e Salix alba Boscaglia termofila a Quercus pubescens e Acer campestre a copertura rada e Formazioni arbustive a Crataegus monogyna, Cornus sanguinea Prunus spinosa	Comunità degli ambienti ripariali Comunità degli ambienti boschivi	<b>Medio Alto</b>	200	6,24
<b>Totale</b>			<b>3200</b>	<b>100</b>

**Tab. 20 – Livelli d’impatto**

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

Dalla tabella derivano le percentuali dei singoli valori di qualità interferiti dal tracciato di progetto e dalle opere. Si evidenzia una netta prevalenza dei valori medio basso (71,88 %) e basso (21,88), per un totale di 93,76%. Il valore medio alto è pari solo al 6,24 %.

Si precisa che non vi sarà necessità di quantificare in modo dettagliato il taglio selettivo di alberi ed arbusti, per la posa in opera del tracciato della condotta forzata, in quanto quest'ultima come ricordato, sarà installata all'interno del vecchio canale di carico del Mulino, non intercettando ambienti boschivi, o vegetazione di pregio. Si sottolinea, inoltre, la percorribilità anche tramite automezzi del suddetto canale in grado di avere quindi anche funzione di area di cantiere durante la fase dei lavori.

#### **6.4.4 CONCLUSIONI SUGLI IMPATTI NATURALISTICI**

##### **Fase di cantiere**

Dalla lettura dei dati che emergono dalle valutazioni e dalle tabelle sopra riportate si può affermare che:

- a) gli impatti indotti dalla realizzazione della infrastruttura sono in prevalenza bassi e medio bassi, mentre gli impatti residui medio alti investono superfici pari al 6,24%. Tali superfici saranno comunque destinate alla ricostruzione di habitat di valore potenzialmente elevato;
- b) per quanto riguarda i mammiferi, la loro grande vagilità e le ridotte dimensioni degli interventi previsti comportano un disturbo non significativo;
- c) durante le fasi di cantiere potranno esservi impatti sull'erpetofauna presente;
- d) per quanto riguarda gli anfibi, l'elevata velocità che caratterizza il fiume Sagittario nell'area oggetto di studio, non consente la loro presenza in acqua né tantomeno la riproduzione e pertanto la realizzazione delle opere previste non può esercitare impatti su di loro.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

e) per quanto riguarda l'avifauna il maggior disturbo è dato principalmente dal rumore prodotto nella realizzazione delle opere limitato nel tempo e nello spazio.

### **Fase di esercizio**

Dai dati di letteratura non si evincono impatti sulla vegetazione riparia e sulla fauna. Per quanto riguarda il potenziale impatto sulle macrofite acquatiche, si vuole ricordare che l'elevata velocità di corrente che caratterizza il tratto del fiume Sagittario interessato dall'opera, non permette la loro presenza.

### **6.5 PAESAGGIO**

In relazione agli aspetti legati all'impatto sul paesaggio si rimanda alla relazione specifica in allegato.

### **6.6 RUMORE**

In relazione agli aspetti legati all'impatto acustico si rimanda alla relazione specifica in allegato redatta da tecnico abilitato ing. Pelino Lorenzo.

### **6.7 RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE**

Con il termine di inquinamento elettromagnetico o elettrosmog, si intende l'alterazione dei valori del campo magnetico naturale in una determinata posizione del territorio. Le onde elettromagnetiche sono generate da sorgenti naturali ma, soprattutto, artificiali.

Le radiazioni non ionizzanti (NIR), che non hanno per definizione questa capacità, comprendono la radiazione ultravioletta (UV), la luce visibile, la radiazione infrarossa, i campi a radiofrequenza (RF), i campi a frequenze estremamente basse (ELF) ed i campi

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

elettrici e magnetici statici:

le linee elettriche di trasporto e distribuzione di energia elettrica costituiscono le sorgenti in ambiente esterno più rilevanti di campi ELF (extremely low frequency) cioè di frequenza inferiore ai 300 Hz.

Nello specifico, le sorgenti di campi elettromagnetici nell'impianto in oggetto possono essere individuati principalmente:

- nell'edificio di centrale, contenente le opere elettromeccaniche: gruppo turbina alternatore, trasformatore, contatori, quadri elettrici e sistemi di controllo;
- nelle linee di trasporto della energia elettrica prodotta al punto di connessione con il distributore locale (linee in Media Tensione).

I valori saranno misurati in fase di monitoraggio ma sin da questa fase è possibile, tramite raffronti in letteratura e situazioni di impianti simili presenti in tutto il territorio nazionale, escludere qualsiasi tipologia di pregiudizio determinato da questo tipo di rischio.

### **Fase di cantiere**

L'impatto sarà nullo in quanto nessuna delle attività previste genererà campi elettromagnetici.

### **Fase di esercizio**

Nel caso specifico non si ritiene che l'impatto provocato dalle onde elettromagnetiche possa essere rilevante, principalmente perché si tratta di un mini impianto; inoltre le linee di trasporto dell'energia elettrica avranno una distanza di circa 80 metri dal punto di consegna presso una cabina Enel.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

## 6.8 RIFIUTI

### Fase di cantiere

La maggior produzione di rifiuti riguarda le terre e rocce da scavo, provenienti dalla realizzazione della condotta forzata. I volumi di scavo prodotti per la messa in opera della condotta saranno pari a circa 2.500 mc, i quali verranno affidati a ditte specializzate al trasporto e successiva attività di recupero o smaltimento in via semplificata o ordinaria.

Altri rifiuti che possono essere prodotti in fase di cantiere riguardano gli imballaggi delle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche ed altre tipologie minori e di poca rilevanza di rifiuti che potranno generarsi durante la realizzazione delle opere. Il recupero e/o lo smaltimento degli stessi saranno comunque sempre gestiti nel rispetto degli adempimenti previsti dalla normativa vigente.

### Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio, la produzione dei rifiuti riguarderà soprattutto il grigliato, che sarà avviato a discarica, tramite ditte autorizzate, nel rispetto degli adempimenti previsti dalla normativa vigente.

## 6.9 DISMISSIONE IMPIANTO

Nel caso risultasse necessario avviare un'azione di dismissione della centrale idroelettrica del Mulno Capaldi di Bugnara, al fine di ridurre al massimo l'elevato impatto ambientale che ne deriverebbe, è stato ipotizzato il presente scenario relativo alla dismissione della sola opera di presa, in quanto da oltre un secolo sono comunque presenti nel territorio l'edificio del Mulino Capaldi ed il canale in terra di carico:

- Smantellamento degli impianti tecnologici ed avviamento degli stessi a vendita e/o recupero in quanto si tratta di materiale in acciaio e rame;

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

- Rimozione di tutte le apparecchiature elettromeccaniche presenti nell'opera di presa e nell'edificio centrale e successiva vendita sul mercato (in quanto costituite da acciaio e rame e considerate appunto materie prime);
- Restituzione da parte del Concessionario FLUTURNUM IDROELETTRICA S.C.A.R.L. al legittimo proprietario (il Comune di Bugnara) dell'edificio della centrale idroelettrica per fini di pubblica utilità e relativa riconversione per altri usi;
- Donazione o comodato gratuito della condotta forzata al Comune di Bugnara o in subordine il non smantellamento della stessa, essendo interrata; data la tipologia di tubazione, totalmente in plastica, risulta anche di pregio ambientale in quanto non suscettibile di fenomeni di corrosione causanti eventuali rilasci di sostanza chimiche potenzialmente inquinanti sul suolo (come nel caso in cui fosse stata di acciaio);
- Rimozione dell'opera di presa e della struttura adibita a passaggio per pesci ed avvio, tramite ditte autorizzate, del materiale di demolizione (Cod CER 170904) preferibilmente presso un centro di recupero o in subordine presso una discarica autorizzata.

A seguito dello smantellamento quindi della sola opera di presa consistente in strutture in elevazione sul terreno in cemento armato mista a massi e terra, con gabbioni, cementati, il ripristino dello stato naturale dei luoghi avverrà tramite le seguenti, e consecutive, fasi di lavoro:

1. Demolizione delle strutture in cemento armato;
2. Deposito dei rifiuti prodotti in apposite aree impermeabilizzate (con teli idonei);
3. Separazione dei rifiuti per codici CER e loro allontanamento dal cantiere verso i siti di discarica individuati e comunicati, preventivamente, alle autorità competenti;

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

4. Riempimento delle superfici scavate (piani fondali e/o piani interrati) mediante volumi di materiale idoneo, oltre che dal punto di vista ambientale, per granulometria e proprietà idrauliche. Verranno, quindi, utilizzate ghiaie di granulometria da media a grossa e sabbie limose, ciò al fine di non alterare l'equilibrio idrogeologico del sottosuolo su cui si interverrà evitando variazioni nella quantità e nella velocità del flusso di infiltrazione verticale delle acque superficiali;
5. Dato che le opere in progetto al fine della realizzazione dell'opera di presa non altereranno la morfologia del sito, non sarà necessario studiare una riprofilatura delle aree di intervento.

Si precisa, quindi, che lo smantellamento dell'intero impianto rappresenterebbe un impatto notevole sia sul territorio che sull'ambiente; si è scelto di dismettere soltanto l'opera di presa e di mantenere in "vita" sia l'edificio centrale che la condotta interrata, essendo le stesse tuttora esistenti come edificio del Mulino Capaldi e canale in terra di proprietà del Comune di Bugnara. Il primo potrà essere utilizzato dal Comune per una riconversione in altro uso per la collettività, il secondo, oltre alla necessità di ritombare l'alloggio con materiale idoneo, dal punto di vista ambientale, per granulometria, proprietà idrauliche e geotecniche (ghiaie di granulometria da media a grossa e sabbie limose, ben rullate e posate per strati omogenei), al fine di non alterare l'equilibrio idrogeologico del sottosuolo e assicurare la stabilità alle pareti dello scavo, non rappresenta l'interramento alcuna problematica di carattere ambientale in quanto la condotta essendo in materiale plastico non avrebbe problemi di corrosione con eventuali rilasci di sostanza potenzialmente inquinanti nel suolo e sottosuolo.

### ***STIMA DEI COSTI***

Si stima come costo di dismissione dell'opera di presa in cemento armato il seguente valore:

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

400 euro/mc comprensivo di di trasporto a rifiuto del materiale demolito, di scavi e rinterri,

la volumetria dell'opera di presa è pari a mc 150

il costo dello smantellamento dell'opera di presa sarà  $150 \text{ mc} \times 400 \text{ euro/mc} = \text{euro } 60'000,00$

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b>  Dott. Ing. Mario Santini  Ing. Lorenzo Pelino  Dott. Lino Ruggieri  Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b>  <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b>  <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b>  Via Cornacchiola n. 12/A  67039 – SULMONA (AQ)  Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a>  <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
--	---

## VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

### 6.10 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

Una volta individuati gli impatti potenzialmente significativi, occorre passare ad una loro valutazione possibilmente in termini quantitativi.

E' una fase delicata, complessa e difficile, dal momento che non sono ancora disponibili metodi attendibili e collaudati di valutazione quantitativa degli effetti sugli ecosistemi fluviali soggetti ad alterazione del regime idrologico, anche se sono ben noti, da un punto di vista qualitativo gli impatti.

La maggior parte degli studi infatti riguardano le grandi centrali idroelettriche e gli impatti da essi esercitati sull'ambiente fluviale.

Nel caso in oggetto, essendo l'opera sottoposta a valutazione di tipo puntuale e in grado di interagire con l'ambiente in modo stabile, si è ritenuto opportuno orientare la scelta verso una tecnica di analisi ambientale di tipo matriciale.

Nel presente studio, ogni impatto è stato descritto da due fattori:

- rilevanza: indica il valore di quell'impatto nel caso specifico di progetto
- grandezza: indica l'importanza teorica dell'impatto

Di conseguenza, ogni casella è stata suddivisa in due parti: una superiore dove è stata riportata la rilevanza dell'impatto della specifica azione sulla data componente ambientale (in una scala da +5, molto positivo, a -5, molto negativo), mentre nella parte inferiore della casella è stata riportata la grandezza teorica dell'impatto (in una scala da 1 irrilevante a 10 molto rilevante).

E' necessario specificare che i criteri di valutazione sono di natura empirica e derivano da esperienze sviluppate in altre valutazioni.

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

<b>IMPATTO</b>	<b>NATURA DELL'IMPATTO</b>	<b>Negativo</b>	<b>Positivo</b>
<b>Molto rilevante</b>	<b>Irreversibile</b>	-5	+5
<b>Molto rilevante</b>	<b>Reversibile a lungo termine</b>	-4	+4
<b>Rilevante</b>	<b>Irreversibile</b>		
<b>Molto rilevante</b>	<b>Reversibile a breve termine</b>	-3	+3
<b>Rilevante</b>	<b>Reversibile a lungo termine</b>		
<b>Lieve</b>	<b>Irreversibile</b>		
<b>Rilevante</b>	<b>Reversibile a breve termine</b>	-2	+2
<b>Lieve</b>	<b>Reversibile a lungo termine</b>		
<b>Lieve</b>	<b>Reversibile a breve termine</b>	-1	+1

La lista dei fattori, che comprende gli elementi caratterizzanti l'opera sia in fase di realizzazione che in fase di funzionamento, è costruita, in base ai caratteri dell'opera e del contesto di riferimento: nelle liste di fattori, in genere, sono compresenti sia le azioni potenzialmente producibili dall'impianto sia i caratteri ambientali influenzabili. La lista dei fattori utilizzata nella valutazione del progetto dell'impianto idroelettrico si compone di elementi selezionati in base all'effettiva caratterizzazione del contesto ambientale in cui si colloca il sito interessato dal progetto e organizza i fattori di possibile impatto per componenti ambientali.

<p><b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti</p>	<p><b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a></p>
---	--

Di seguito si riporta la lista dei fattori d'impatto per singola componente

**GRUPPO DI LAVORO**

Dott. Ing. Mario Santini  
 Ing. Lorenzo Pelino  
 Dott. Lino Ruggieri  
 Dott. Geologo Cristiano Rinaldi  
 Dott. Geologo Domenico Ferretti

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA**  
**MARIO SANTINI INGEGNERE**

Via Cornacchiola n. 12/A  
 67039 – SULMONA (AQ)  
 Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232  
 email: [mariosantini3@virgilio.it](mailto:mariosantini3@virgilio.it)  
[mario.santini2@ingpec.eu](mailto:mario.santini2@ingpec.eu)

FATTORI DI IMPATTO PER COMPONENTE AMBIENTALE
<b>CLIMA</b>
1. Modifica microclima per consumo del suolo 2. Modifica microclima da consumo carburanti fossili 3. Modificazione ventosità
<b>ARIA</b>
4. Emissioni da congestione traffico 5. Emissioni sonore da trasporto e da uso macchinari 6. Emissioni sonore da attività di esercizio 7. Emissioni aeree (fumi, climatizzazioni) 8. Emissioni polveri materiali leggeri
<b>ACQUA</b>
9. Possibili contaminazione da sversamenti accidentali 10. Possibili infiltrazioni da stoccaggio rifiuti 11. Possibili inquinamenti falde permanenti 12. Possibili inquinamenti acque superficiali 13. Modifica della disponibilità di risorse idriche
<b>SUOLO E SOTTOSUOLO</b>
14. Movimentazione terra 15. Consumo di suolo fertile 16. Alterazione della permeabilità 17. Alterazione della pedologia 18. Possibili contaminazioni da sversamenti accidentali 19. Disponibilità di materiali da costruzione
<b>ECOSISTEMA (flora e vegetazione, fauna)</b>
20. Modificazione condizioni di continuità ambientale 21. Trasformazione biotopi 22. Modificazione sistemi vegetazionali di pregio 23. Interruzioni corridoi ecologici/stepping stones 24. Fenomeni perdita e degrado degli habitat 25. Vibrazioni 26. Disturbi (emissioni sonore, vibrazioni) a singole specie o formazioni vegetali 27. Consumi di formazioni vegetali (patrimonio forestale, arbusteti e formazioni erbacee) 28. Distruzione o alterazione di stazioni di interesse botanico 29. Alterazioni delle condizioni ecologiche locali 30. Creazione di presupposti per l'introduzione di specie infestanti 31. Riduzione biodiversità
<b>PAESAGGIO</b>
32. Introduzione di nuovi ingombri 33. Fenomeni di degrado paesaggistico 34. Escavazione e modifiche topografiche/orografiche 35. Modifiche del sistema delle coltivazioni 36. Riduzione / modificazione delle visuali 37. Distruzione di manufatti agricoli storici 38. Modifiche del sistema arboreo 39. Interferenze con le condizioni di fruizione del patrimonio storico -culturale esistente 40. Ulteriore artificializzazione di paesaggi già degradati
<b>INSEDIAMENTO UMANO</b>
41. Localizzazione nelle vicinanze di insediamenti urbani 42. Variazione del livello dei rifiuti 43. Modifiche alla rete viaria per trasporto 44. Congestione della rete viaria di trasporto 45. Alterazione condizioni di accessibilità delle aree urbane 46. Emissioni sonore 47. Vibrazioni 48. Rischio esplosioni 49. Rischio incendi 50. Rischio radiazioni ionizzanti 51. Rischio radiazioni non ionizzanti 52. Occupazione della popolazione locale

mbientale.

<b>GRUPPO DI LAVORO</b> Dott. Ing. Mario Santini Ing. Lorenzo Pelino Dott. Lino Ruggieri Dott. Geologo Cristiano Rinaldi Dott. Geologo Domenico Ferretti	<b>IL PROGETTISTA</b> <b>STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA</b> <b>MARIO SANTINI INGEGNERE</b> Via Cornacchiola n. 12/A 67039 – SULMONA (AQ) Tel. e fax: 0864/950460 mob.: 347/8324232 email: <a href="mailto:mariosantini3@virgilio.it">mariosantini3@virgilio.it</a> <a href="mailto:mario.santini2@ingpec.eu">mario.santini2@ingpec.eu</a>
---	--

Al fine di effettuare una valutazione della correlazione tra fattori d’impatto e componenti ambientali dell’area in cui si colloca l’opera, con lo scopo di individuare le maggiori criticità ambientali determinabili, è stata operata una differenziazione tra la fase di cantiere e la fase d’esercizio.

**La matrice di valutazione, sotto riportata, precede l’individuazione delle misure di mitigazione e compensazione e pertanto è stata denominata “MATRICE DI VALUTAZIONE ANTE OPERAM”.**





MATRICE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE ANTE OPERAM																							
COMPONENTI OPERA	COMPONENTI AMBIENTALI							COMPONENTI AMBIENTALI															
	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora, Vegetazione e Fauna	Fauna ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora, Vegetazione e Fauna	Fauna ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico			
FASE DI ESERCIZIO																							
IMPATTI DI PRIMO ORDINE											IMPATTI DI SECONDO ORDINE												
EMISSIONI IN ATMOSFERA					5/5						Riduzione emissioni sostanze inquinanti												
							5/5			5/5	Riduzione emissioni sostanze inquinanti												
RADIAZIONI MAGNETICHE											Danni alla salute umana												
PRELIEVO RISORSE IDRICHE		-2/2				-2/2	-2/2				Inquinamento delle acque superficiali		-2/2				-2/2	-2/2					
											Disturbo flora e fauna						-2/2						
RILASCIO ACQUE						-2/2	-2/2				Inquinamento delle acque superficiali							-1/1					
											Alterazione delle temperature medie							-1/1					
RUMORE											Disturbo alla fauna												
											Disturbo alla salute umana												
EDIFICIO CENTRALE (MULINO CAPALDI)			0/0								Perdita di suolo											-1/1	
						0/0					Perdita di habitat												
									0/0		Alterazione configurazioni paesaggistiche											4/6	
										0/0	Alterazione della percezione paesaggistica												
INSTALLAZIONE CONDOTTA FORZATA SU CANALE IN TERRA ESISTENTE											Danno per deviazione della risorsa idrica												
											Erosione suolo												
											Rischio smottamenti												
											Perdita di habitat												
											Creazione posti di lavoro												3/3
											Alterazione configurazioni paesaggistiche												0/0



## **7. MISURE DI MITIGAZIONE**

### **7.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA**

Durante i lavori di cantiere, le emissioni in atmosfera più rilevanti sono dovute al sollevamento di polveri e alla presenza e funzionamento dei mezzi mobili di cantiere.

Al fine di ridurre la produzione di polveri, gli interventi di mitigazione previsti sono:

- contenimento della velocità di transito dei mezzi;
- protezione dei cumuli di inerti dal vento mediante barriere fisiche;
- inibizione della produzione di polveri mediante preventiva umidificazione del terreno durante i lavori di cantiere;

### **7.2 SUOLO E SOTTOSUOLO**

Minimizzazione delle opere di presa e di restituzione (peraltro esistenti), al fine di ridurre gli interventi di scavo in alveo e lungo le sponde.

Individuazione del tracciato della condotta forzata primariamente in canali esistenti.

Stoccaggio provvisorio dello strato superficiale dei terreni coinvolti dal progetto durante le fasi di cantiere.

Riutilizzo di una parte delle terre e rocce da scavo in loco, per reinterri.

Durante i lavori di cantiere, potrebbero esservi potenzialmente perdite accidentali di oli lubrificanti, provenienti dai mezzi meccanici utilizzati:

- introdurre nei cantieri macchine e attrezzature in buono stato di manutenzione e conformi alle vigenti normative;
- intervenire tempestivamente con materiale assorbente per evitare e/o ridurre l'impatto sul suolo;

### **7.3 AMBIENTE FLUVIALE**

- Realizzazione di un passaggio per pesci, del tipo "a bacini successivi", in grado di garantire all'ittiofauna presente, Salmo trutta trutta, (stadio adulto) il superamento dell'ostacolo rappresentato dall'opera di derivazione;

- per evitare la mortalità dell'ittiofauna per opera della turbina, è stato previsto un sistema composto da una doppia griglia con passo libero di 20 mm fra le barre, atto ad evitare la cattura dei pesci all'opera di presa. È eseguita in barre di acciaio, opportunamente dimensionate per resistere al carico idraulico. (vedere relazione tecnica ed elaborati grafici);
- Il rilascio del deflusso minimo vitale o DMV prestabilito, verrà garantito in ogni momento dalla presenza della sezione libera tarata posta a lato dello sbarramento. In prossimità della sezione di rilascio del DMV sarà altresì installato un sistema di misura ad ultrasuoni in grado di rilevare in continuo il livello dell'acqua di rilascio e la conseguente portata di DMV.
- L'opera di presa avrà una funzione duplice; oltre ad essere il sistema di derivazione della portata ai fini idroelettrici, la stessa, essendo dotata di sfioratore superficiale, avrà anche la funzione di garantire il trasporto solido sul fiume Sagittario verso valle, attraverso una sua periodica apertura. La stessa potrà anche essere dotata di opportuno tastatore di monte, il quale potrà rilevare l'eventuale accumularsi del materiale solido davanti alla paratoia ed alle griglie poste sul canale derivatore e conseguentemente segnalare oppure comandare l'apertura della stessa;
- Il canale di scarico delle acque turbinate in restituzione al fiume Sagittario, avrà un innesto di tipo inclinato, tangenziale al corso del fiume, in modo da evitare possibili fenomeni di erosione. Inoltre, essendo la superficie bagnata del canale pari a circa  $h=1,5\text{ m} \times l=4\text{ m}$ , a fronte di una portata massima turbinata dalla turbina in funzionamento di circa 2,3 mc/s, le velocità dell'acqua allo scarico sarà molto contenuta, dell'ordine di grandezza dei 0,5 – 0,9 m/s (inferiori alla normale velocità dell'acqua del fiume Sagittario nel tratto interessato). Il tipo di inserimento tangenziale del canale di scarico, eviterà il rigurgito delle acque defluenti sul corso del fiume, con possibili rientri nel canale di scarico, ostruzioni di materiale solido trasportato o altro. Il canale di scarico sarà provvisto inoltre di uno stramazzo, che ostacolerà la risalita dei pesci sullo stesso.

Si ricorda che il canale di restituzione è esistente ed aveva la funzione di addurre l'acqua sfruttata sino agli anni 50 dal Mulino al fiume Sagittario.

#### 7.4 FLORA VEGETAZIONE E FAUNA

Gli interventi di mitigazione prevedono la risistemazione a verde delle aree e piste di cantiere; ed in particolare:

- a) nelle aree agricole
  - Riporto di terreno vegetale;
  - Ricostruzione dell'uso del suolo precedente;
- b) nelle formazioni erbacee
  - trapianto delle ecocelle di zolle erbose di circa 1 m<sup>2</sup>, precedentemente asportate e accatastate a lato;
- c) nelle formazioni arboree ed arbustive:
  - messa a dimora di arbusti ed alberi coerenti con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area.

L'obiettivo è di proporre fitocenosi coerenti con la vegetazione autoctona, realizzando impianti pionieri successionali capaci di attivare il recupero naturale della vegetazione locale con riduzione dei costi per l'acquisto delle piante e per gli interventi di manutenzione.

Le specie sono state scelte in base ai seguenti i criteri:

- coerenza con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area;
- compatibilità ecologica con i caratteri stazionali dell'area di intervento;
- appartenenza ad uno stadio della serie della vegetazione autoctona, scelto come il più evoluto possibile anche in funzione delle condizioni ecologiche artificialmente realizzate dall'intervento
- facilità di approvvigionamento nei vivai locali;
- facilità di attecchimento e ridotta manutenzione;

Negli interventi di mitigazione a verde verrà utilizzata la lista di specie arbustive ed arboree autoctone di seguito riportata:

<b>ALBERI</b>		
P CAESP	SE-EUROP.	QUERCUS PUBESCENS WILLD.
P SCAP	EUROP.-CAUCAS.	ACER CAMPESTRE L.
P SCAP	S-EUROP.-SUDSIB.	FRAXINUS ORNUS L.
P CAESP	CIRCUMBOR.	OSTRYA CARPINIFOLIA SCOP.
<b>ARBUSTI</b>		
P CAESP	EURIMEDIT.	ACER MONSPESSULANUM L.
P CAESP	PALEOTEMP.	CRATAEGUS MONOGYNA JACQ.
P LIAN	S-EUROP.-SUDSIB.	LONICERA CAPRIFOLIUM L.
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	PRUNUS SPINOSA L.
P CAESP	EURASIAT.	EUONYMUS EUROPAEUS L.
P CAESP	EURIMEDIT.	JUNIPERUS OXYCEDRUS L.
P CAESP	EURASIAT.	CORNUS SANGUINEA L.
NP	CENTRO-EUROP.	CORONILLA EMERUS L.
NP	EUROP.-CAUCAS.	LIGUSTRUM VULGARE L.

Per il ripristino delle formazioni arboree ed arbustive, interessate dalla realizzazione della condotta, si è scelto di mettere a dimora solo le specie arbustive della tabella cui sopra, in numero doppio degli individui abbattuti, e a “random”, cioè in maniera casuale, per un miglior inserimento in natura.

**Per quanto riguarda la fauna, la realizzazione del progetto può comportare alterazioni nella componente faunistica principalmente nelle fasi di lavoro per la rimozione di vegetazione erbacea, arbustiva e arborea e per il disturbo arrecato dal rumore.**

**Gli interventi di mitigazione proposti sono:**

- Calendarizzazione delle attività di cantiere che non potranno avvenire nei periodi riproduttivi delle specie ornitiche (15 aprile – 30 giugno)
- durante le fasi di cantiere non dovranno essere in alcun modo uccisi eventuali rettili presenti.

## **7.5 PAESAGGIO**

**Gli interventi di mitigazione proposti riguardano il costruito e sono:**

- Messa a dimora di arbusti ed alberi di alto fusto, coerenti con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area, (tabella di cui sopra) al fine di mascherare i manufatti della centrale e dell'opera di presa. La piantumazione non sarà di tipo lineare, ma tenderà ad imitare una macchia boschiva. La superficie interessata sarà pari a quella potenzialmente interessata dal taglio selettivo della componente arborea per la realizzazione della condotta forzata (circa 50 m<sup>2</sup>).

## **7.6 RUMORE**

**Gli interventi di mitigazione proposti riguardano la realizzazione delle opere e l'esercizio della mini centrale idroelettrica. Essi sono:**

- Per ciò che riguarda il livello sonoro in fase di cantierizzazione, saranno assunte tutte le soluzioni atte a minimizzare l'impatto, limitando le velocità di transito degli automezzi in opera nelle aree di cantiere e lungo la viabilità di servizio.
- Per le apparecchiature con emissioni di rumore più accentuata, essenzialmente per la turbina, saranno adottate soluzioni tecniche atte alla riduzione del rumore, quali le cofanature, il posizionamento su basamenti con pannelli per la riduzione delle vibrazioni e l'alloggiamento in locali capaci di ulteriori riduzioni del livello sonoro, fino a valori inferiori ai 50 dBA, tramite l'impiego di materiali ad elevato potere fonoassorbente.

## **7.7 RIFIUTI**

Per quanto riguarda le terre e le rocce da scavo, se nel momento della realizzazione della condotta e delle altre opere, fosse sopraggiunta una modifica della normativa esistente, si valuterebbe l'opportunità di scegliere soluzioni certamente più ecosostenibili.

## **8. MISURE DI COMPENSAZIONE**

In osservanza dell'art. 5 (compensazione ambientale da impianti di produzione di energia) della L.R. n. 27 del 09/08/2006: "Disposizioni in materia Ambientale..", che prevede misure di compensazione ambientale per garantire l'adeguato equilibrio territoriale nella localizzazione delle infrastrutture energetiche, per compensare gli impatti prodotti sul territorio dal progetto in esame, viene proposto un protocollo d'intesa tra l'Amministrazione Comunale e la società Fluturnum Idroelettrica S.c.a.r.l., per l'attivazione di un programma finalizzato alla produzione di energia elettrica, con beneficio a favore del Comune di Bugnara, essendosi la concessionaria Fluturnum aggiudicata una gara indetta dal Comune di Bugnara (vedi deliberazione **della Giunta Comunale di Bugnara, n. 78 del 18/11/2009**)

**A seguito dell'individuazione delle misure di mitigazione e di compensazione, è stata elaborata la matrice di valutazione, sotto riportata, denominata "MATRICE DI VALUTAZIONE POST OPERAM".**



MATRICE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE POST OPERAM																							
COMPONENTI AMBIENTALI	IMPATTI DI PRIMO ORDINE										IMPATTI DI SECONDO ORDINE												
	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora, Vegetazione e Fauna	Fauna ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora, Vegetazione e Fauna	Fauna ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico			
COMPONENTI OPERA																							
FASE DI CANTIERE																							
EMISSIONI IN ATMOSFERA	-1/3																				-1/3	Danno alla salute umana	
																-1/3							Danno alla Vegetazione, flora e fauna
RADIAZIONI MAGNETICHE																							
PRELIEVO RISORSE IDRICHE	-1/1					-1/1	-1/1															-1/1	Riduzione disponibilità risorse idriche
								-1/1														-1/1	Danno ittiofauna per variazione portata acque superficiali
RILASCIO ACQUE																							
RUMORE						-1/3																	
								-1/3															
EDIFICIO CENTRALE (MULINO CAPALDI)			-1/1																		0/0	Interferenza con destinazione di piano	
						-1/1																	
									-1/1												4/6	Danno al turismo	
									-1/1														
INSTALLAZIONE CONDOTTA FORZATA SU CANALE IN TERRA ESISTENTE	0/0																						
		0/0																					
			-1/1																				
						-1/1																	
									4/4														
											0/0												





MATRICE DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE POST OPERAM																							
COMPONENTI OPERA	COMPONENTI AMBIENTALI							COMPONENTI AMBIENTALI															
	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora, Vegetazione e Fauna	Fauna ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora, Vegetazione e Fauna	Fauna ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico			
FASE DI ESERCIZIO																							
IMPATTI DI PRIMO ORDINE											IMPATTI DI SECONDO ORDINE												
EMISSIONI IN ATMOSFERA					8/8						Riduzione emissioni sostanze inquinanti												
						8/8					Riduzione emissioni sostanze inquinanti												
RADIAZIONI MAGNETICHE											Danni alla salute umana												
PRELIEVO RISORSE IDRICHE	0/0				-1/1	-1/1					Inquinamento delle acque superficiali	2/2				2/2	2/2						
					2/2	2/2					Disturbo flora e fauna					2/2	2/2						
RILASCIO ACQUE					2/2	2/2					Inquinamento delle acque superficiali					1/1							
					2/2	2/2					Alterazione delle temperature medie					2/2	2/2						
						2/2	2/2								2/2								
RUMORE					2/3						Disturbo alla fauna												
						2/3					Disturbo alla salute umana												
EDIFICIO CENTRALE (MULINO CAPALDI)		0/0									Perdita di suolo										1/1		
			0/0								Perdita di habitat												
						0/0					Alterazione configurazioni paesaggistiche										8/8		
						0/0					Alterazione della percezione paesaggistica												
INSTALLAZIONE CONDOTTA FORZATA SU CANALE IN TERRA ESISTENTE	2/2										Danno per deviazione della risorsa idrica												
		0/0									Erosione suolo												
			0/0								Rischio smottamenti												
				0/0							Perdita di habitat												
							3/3					Creazione posti di lavoro											
							0/0					Alterazione configurazioni paesaggistiche											



## 9. MONITORAGGIO

I risultati del monitoraggio dovranno fornire alle autorità competenti le informazioni tecniche per stabilire se:

- le condizioni delle autorizzazioni siano state rispettate (conformità e controllo);
- siano stati riscontrati effetti negativi sull'ambiente.

La definizione dei parametri, l'individuazione dei punti di campionamento, la tempistica e la durata del monitoraggio dovranno essere necessariamente concordate con gli organi di controllo (ARTA).

Di seguito si riporta un elenco dei possibili parametri da monitorare in relazione agli obiettivi di mantenimento/miglioramento dell'ecosistema fluviale in oggetto.

<b>Parametri</b>	<b>Metodologia</b>
<b>Macroinvertebrati bentonici</b>	Indice Biotico Esteso (IBE)* Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR ICMi )
<b>Macrofite</b>	Indice Biologique Macrophytisque en Rivière” (IBMR);
<b>Diatomee</b>	Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi) che si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS e sull'Indice Trofico TI;
<b>Fauna ittica</b>	Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI)
<b>Qualità morfologica</b>	Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm)
<b>Parametri chimico-fisici</b>	Ossigeno disciolto (100 - % saturazione)
	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)
	N-NO <sub>3</sub> (mg/l)
	Fosforo totale (µg/l)
	Temperatura acqua ed aria (°C)
	pH
	Alcalinità mg/l Ca(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Conducibilità µS/cm a 20°C	

	BOD5 (mg/l)
	COD (mg/l)
<b>Tasso di sopravvivenza delle piante messe a dimora</b>	% sul totale

**Tab. 9 - Riepilogo monitoraggio**

Per quanto riguarda le indagini sul macrobentos, si propone di utilizzare l'indice Biotico esteso (IBE), per permettere un confronto con la situazione ante operam, dal momento che non vi sono dati riguardanti l'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR ICMi), in quanto la precedente stazione di monitoraggio ARTA Cod. R1307SA36 è stata cancellata, per le difficoltà oggettive di campionare, dovute all'elevata velocità di corrente.

Non è possibile altresì fare un confronto con gli indici relativi alle diatomee e alle macrofite, per assenza di dati pregressi.

Per quanto riguarda la fauna ittica, è possibile fare un confronto relativamente ai parametri: composizione del popolamento ittico, sua densità e biomassa.

Per quanto riguarda la qualità morfologica del tratto, l'applicazione dell'IQMm è fattibile, se si prende come situazione di confronto (ante operam) il tratto superiore all'opera di derivazione.

<b>Altri parametri</b>	<b>Unità di misura</b>
Pressione acustica all'esterno dell'edificio della centrale, al fine della verifica del rispetto dei limiti previsti dalle norme vigenti in materia	dBa

Qualora dovessero essere evidenziate alterazioni dell'ambiente non accettabili e/o non recuperabili naturalmente (alterazioni che comportano una modificazione nello stato ambientale non compatibile con un ritorno ad un biota prossimo o corrispondente a

quello inizialmente presente nell'area, né sul medio né sul lungo termine), saranno ipotizzate e portate a realizzazione ulteriori procedure di mitigazione, oltre che opere di ripristino ambientale o eventuali compensazioni.

## 10. CONCLUSIONI

Negli ultimi anni, in Italia e nel resto del mondo, si è andata sempre più affermando una cultura attenta alle tematiche ambientali, soprattutto nei confronti della risorsa idrica e dell'inquinamento atmosferico, quest'ultimo causa dei cambiamenti climatici, i quali a loro volta, hanno notevoli ripercussioni sui regimi pluviometrici, causando la diminuzione delle nevicate a basse quote ed il progressivo ritiro dei ghiacciai, nonché l'aumento della concentrazione in atmosfera di anidride carbonica, principale responsabile dell'effetto serra.

Da una parte abbiamo infatti la necessità di salvaguardare i nostri fiumi (l'attuazione in Italia della Direttiva 2000/60/CE "Direttiva Acque", recepita con il D.Lgs 152/06, prevede la necessità di raggiungere il "buono stato ecologico" dei corsi d'acqua entro il 2015), dall'altra la necessità di ridurre le emissioni dei gas climaticamente alteranti, con l'obiettivo di arrivare al 2050 al raggiungimento del traguardo dell'80% in meno di emissioni di CO<sup>2</sup> prodotte e al 100% di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Oggi grazie, alle rinnovabili, si produce il 28% del fabbisogno elettrico nazionale da energie pulite e di questi oltre il 15% è prodotto dall'energia idroelettrica con un notevole risparmio in termini di emissioni di CO<sup>2</sup> e soprattutto garantendo una valida alternativa alle fonti fossili più inquinanti, che purtroppo ancora oggi dominano sullo scenario energetico italiano come il carbone, il petrolio ed il metano.

La vera sfida quindi è di tenere assieme obiettivi energetici ed ambientali.

Per le ragioni di cui sopra, negli ultimi anni, sono stati fatti notevoli sforzi, sia nel campo progettuale che gestionale, per rendere la costruzione e l'esercizio delle centrali idroelettriche il meno impattanti sull'ambiente fluviale. Alla luce di ciò vi è il parere determinante degli Uffici e delle Amministrazioni competenti quali il Genio Civile Regionale e l'Autorità di Bacino di riferimento.

Di qui l'importanza di definire le adeguate opere di mitigazione di tipo precauzionali, al fine di migliorare l'inserimento dell'opera nel contesto ambientale, nonché una opportuna rete di monitoraggio per la misura delle portate e degli elementi biotici, da avviarsi contemporaneamente alla messa in esercizio dell'impianto, che dovrà proseguire per un sufficiente arco temporale al fine di verificare il comportamento

dell'ecosistema fluviale a seguito delle nuove pressioni introdotte con la realizzazione degli interventi in progetto.

**Dalle indagini effettuate e relative valutazioni, l'ecosistema fluviale del Sagittario, oggetto di intervento, non dovrebbe incontrare criticità significative, dal momento che la portata garantita nel tratto sotteso, sarà nella maggior parte dell'anno nettamente superiore al DMV fissato e pertanto le variazioni di portata che si realizzeranno in fase di esercizio tenderanno a seguire un andamento simile a quello naturale, tale da sostenere le esigenze dell'intero comparto ecosistemico, rispettando e assecondando le necessità degli organismi nelle diverse fasi del ciclo vitale.**

**Nella fase di rilascio sono state previste mitigazioni atte a ridurre fortemente la velocità di corrente, in maniera da limitare i fenomeni di hydropeaking.**

**Particolare attenzione è stata posta quindi nei confronti dell'ambiente fluviale, con particolare riguardo all'ittiofauna, con la realizzazione di un passaggio per pesci a "bacini successivi".**

**Il progetto, nel suo complesso, configurandosi come mini-idro, non risulta avere interferenze significative con le diverse componenti ambientali analizzate in virtù del fatto che si utilizzeranno opere esistenti (un vecchio Mulino denominato Capaldi, quel che rimane della sua opera di presa ed il canale di carico e restituzione entrambi in terra battuta). Si aggiunge a ciò il fatto che la proprietà è esclusiva del Comune di Bugnara garantendo alcun esproprio e movimento terra al di fuori della localizzazione di tali opere.**

Gli effetti principali sono ascrivibili alla sola fase di cantiere, nella quale la movimentazione di mezzi, materiali e personale lavorativo, può produrre emissioni di gas, polveri e rumore, comunque riconducibili a valori ritenuti di basso impatto e limitati nel tempo e nello spazio.

La valutazione è stata, dunque, effettuata tenendo conto di tutte queste particolarità, ed è questa la motivazione per cui per alcune tipologie di impatti, ad esempio quelli connessi all'utilizzazione delle risorse idriche e alla restituzione in alveo, che in generale per gli impianti idroelettrici sono rilevanti, nel caso specifico sono stati valutati numericamente come non significativi.

Nel rispetto dell'ambiente, in questa proposta progettuale si concentrano gli sforzi di Comunità e progettisti, questi ultimi con la consapevolezza degli studi e delle capacità acquisite, in grado di poter valorizzare una risorsa, l'acqua, e le condizioni geomorfologiche che ne consentono un utilizzo, al fine di sviluppare un'opera che è considerata dalla comunità scientifica di assoluto beneficio ambientale, consolidando quel tanto millantato sviluppo sostenibile, tale da consentire la riduzione dell'inquinamento atmosferico con peculiarità ed effetti di vasta scala temporale e spaziale.

A conclusione, la realizzazione di un parco educativo e tematico, laddove sorge attualmente il fabbricato del Mulino Capaldi, potrà consentire al Comune di Bugnara di recuperare un'area ad oggi in stato di degrado ed abbandono, in modo da indirizzare a scopi educativi e formativi, nonché ludici, flussi scolastici, turistici e abitanti del luogo.

## 11. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale, - Manuale APAT
- Accordi G., Carbone F., Civitelli G., Corda L., De Rita D., Esu D., Funicello R., Kotsakis T., Mariotti G. & Sposato A., 1988 - Note illustrative alla Carta dell'itofacies del Lazio - Abruzzo ed aree limitrofe; con carta allegata. C.N.R. - Progetto Finalizzato Geodinamica: sottoprogetto 4. Quad. Ric. Scient., 114, vol. 5, pp.223.
- ARSSA Abruzzo Commento climatico 2009
- ARTA Abruzzo WEBGIS CARTA DELLA NATURA scala 1:50.000
- BLASI C. (ed.), 2010. La Vegetazione d'Italia. Palombi & Partner Srl, Roma.
- BLASI C. , BIANCO M., COPIZ R., CORNELINI P., ERCOLE S., ZAVATTERO L., 2010- Analisi e progettazione botanica gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture. Manuali e Linea guida ISPRA CATAP N.65/2010
- BLASI C., DI PIETRO R., FILESI L, 2004 – Syntaxonomical revision of *Quercetalia pubescenti-petraeae* in the Italian peninsula. *Fitosociologia* 41
- BLASI C., MARIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (eds.), 2010°. *Le Aree Importanti per le Piante nelle regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico.* Progetto Artiser, Roma.
- BLASI C., MICHETTI L. 2005. Biodiversità e clima. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (eds), *Stato della biodiversità in Italia.* MATTM, Direzione per la Protezione della Natura, SBI. Palombi Editori, Roma.
- Blumetti A. M., Cavinato G. P., Dramis F., Miccadei E. & Tallini M., 1995 - The significance of Quaternary extension and uplift for the evolution of intramontane basins in Central Italy. Abstracts 14° Congresso Internazionale dell'INQUA, 3-10 agosto 1995 Berlino, 44.

- Bosi C. & Locardi E., 1991 - Vulcanismo meso-pleistocenico nell'Appennino Laziale-Abruzzese. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991\92, CROP 11, 319-325.
- Bosi C. & Messina P., 1992 - Ipotesi di correlazione fra successioni morfologico-stratigrafiche plio-pleistoceniche nell'Appennino laziale-abruzzese. Studi Geologici Camerti, vol. spec. 1991\92, CROP 11, 257-263.
- Cavinato G. P., Cosentino D., de Rita D., Funiciello R., Parotto M., 1994 - Tectonic-sedimentary evolution of intrapenninic basins and correlation with the volcano-tectonic activity in Central Italy. Mem. Desc. Carta Geol. d'It. 49, 63-76.
- Cavinato G.P., de Rita D., Milli S. & Zarlenga F., 1992 - Correlazioni tra i principali eventi tettonici, sedimentari, vulcanici ed eustatici che hanno interessato l'entroterra (conche intrappenniniche) e il margine costiero laziale durante il Pliocene superiore ed il Pleistocene. Studi Geol. Camerti (1992/1), 109-114.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997. Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia. WWF Italia. Società Botanica Italiana. Università di Camerino. Camerino.
- CONTI, ABBATE, ALESSANDRINI E BLASI An annotated Checklist of the Italian Vascular Flora – a cura del Ministero dell'Ambiente- Dipartimento di Biologia Vegetale Università Roma La Sapienza
- CORNELINI P. e SAULI, 2005 – Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria Naturalistica. Ministero dell'Ambiente –PODIS Poligrafico dello Stato.
- CORNELINI P., 1992. Problematiche ed esempi concreti relativi all'uso delle specie autoctone negli interventi di ripristino in ambito ferroviario. Verde Ambiente, suppl. n.6: 22-29.
- CORNELINI P., FEDERICO C., PIRRERA G., 2009. Arbusti autoctoni mediterranei per l'ingegneria naturalistica. Primo contributo alla morfometria degli apparati radicali. Azienda Foreste Demaniali Regione Siciliana.

- CORNELINI P., LOCHE P., PANI F., PETRICCIONE B., SQUARTINI V., 1987. L'uso dell'informazione vegetazionale nella definizione della qualità ambientale. *Informatore Botanico Italiano*, vol.21 n.1-3: 152-164.
- CORNELINI P., PALMERI F., SAULI G., 2002. Le specie autoctone da impiegare negli interventi di ingegneria naturalistica. *Acer* n.6.
- CORNELINI P., SAULI G., 1991. Mantenimento della diversità biotica negli interventi di rinaturalizzazione con tecniche di ingegneria naturalistica. *Atti Convegno Soc. Ital. Di Ecologia "La diversità biotica nella valutazione di impatto ambientale"*, L'Aquila, 29 maggio 1991: 75-82.
- Di Tizio L., Pellegrini Mr., Di Francesco N. & Carafa M. (Eds.), 2008. *Atlante dei Rettili d'Abruzzo*. Ianieri-Talea Edizioni, Pescara.
- Di Tizio L., Ruggieri L., Biondi M. (2010) "Austropotamobius pallipes nella Riserva Naturale Regionale Sorgenti del Pescara" XIII Congresso Nazionale A.I.I.A.D. Sansepolcro (AR)
- Direttiva 79/409 CEE ( Direttiva Uccelli)
- Direttiva 92/43/CEE ( Direttiva Habitat)
- DPR 12 marzo 2003 n. 120
- DPR 8 Settembre 1997 n. 357
- E. Miccadei, R. Barberi, G. Cavinato - La Geologia Quaternaria della Conca di Sulmona (Abruzzo, Italia Centrale) - *Geologica Romana*, 34: 59 - 86 , 24 (1998)
- ESHA European Small Hydropower Association "Layman's Guidebook on How to Develop a Small Hydro Site"
- Esu D., Girotti O. & Kotsakis T., 1992 - Molluschi e vertebrati di alcuni bacini continentali dell'Appennino centrale: indicazioni biostratigrafiche e paleoecologiche. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1991\92, CROP 11, 295-299.
- European Commission - "Externalities of Energy – Vol.6 Wind and Hydro" EUR 16525 EN
- Ferri V., Di Tizio L. & Pellegrini Mr. (Eds.), 2007 *Atlante degli Anfibi d'Abruzzo*. Ianieri-Talea Edizioni, Pescara.

- G. Desiderio, S. Rusi, T. Nanni - Idrogeologia e qualità delle acque degli acquiferi della Conca in tramontana di Sulmona (Abruzzo). Associazione Italiana di Geologia Applicata e Ambientale I Congresso Nazionale ATTI, 2003
- G. Lavecchia, P. Boncio, F. Brozzetti - Analisi delle relazioni tra sismicità e strutture tettoniche in Umbria-Marche-Abruzzo finalizzata alla realizzazione della mappa delle zone sismogenetiche
- Ge.Mi.Na., 1963 - Ligniti e torbe dell'Italia continentale. ILTE Ed., Torino, pp. 319.
- Ghetti P.F. "Manuale per la Difesa dei Fiumi" - Ed. FGA Torino (1993);
- GIS NATURA Ministero dell'Ambiente e Politecnico di Milano 2005
- IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE REGIONE ABRUZZO - RELAZIONE GENERALE SEZIONE V SCHEDE MONOGRAFICHE BACINO DELL'ATERNO-PESCARA NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE, 2010
- IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE REGIONE ABRUZZO - TIPIZZAZIONE DEI CORPI IDRICI SUPERFICIALI, DEI LAGHI E DELLE ACQUE MARINO-COSTIERE AI SENSI DEL DM 131/08 NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE, 1020
- IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE REGIONE ABRUZZO - VALUTAZIONE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE DMV NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE, 2010
- ISPELS, Dip.to Scienze della Terra - Università degli Studi di Chieti, Dip.to Ingegneria Idraulica - Università degli Studi di Roma, IMONT - "Interazione tra insediamenti produttivi e rischi naturali in bacini appenninici intermontani: il caso di studio di della Conca di Sulmona (L'Aquila)"
- KELLERHALLS et alii - Classificazione di forme e processi fluviali ,1976
- L. Tulipano, G. Sappa SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE QUADERNI serie III volume 4 - Lezioni di Idrogeologia Applicata
- Magaldi D. & Tallini M., 2000 - A micromorphological index of soil development for the Quaternary geology research. Catena, 41, 261-276.

- Manuale del Software “Is Geostrati versione 4.4” –Marzo 2007
- Marconato E., Busatto T., Benatelli F., Di Felice P., “La comunità ittica presente nella Riserva Naturale Regionale e Oasi WWF “Gole del Sagittario” documento tecnico Riserva
- Montinaro G. “Anfibi e rettili della Riserva Naturale Regionale Gole del Sagittario” documento tecnico della Riserva
- NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (NCHRP), SYNTHESIS 368 -Cone Penetration Testing, 2007
- PAOLO MASCHERETTI - Come i fiumi hanno modellato il territorio, A.A.V.V.“Travacò Siccomario. La natura tra i due fiumi”
- Pianelli, C. Boni- Valutazione delle risorse idriche sotterranee nel bacino del F. Sagittario -Appennino Centrale (ITALIA), 1995
- PIGNATTI S., 1982. Flora d’Italia. Voll. I-III. Edagricole, Bologna
- PIGNATTI S., 1995. Ecologia Vegetale. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., 1998. I Boschi d’Italia. Utet, Torino
- PIROLA A., 1970. Elementi di fitosociologia. Coop. Libreria Univ., Bologna.
- Pirone G. “ Alberi Arbusti e Liane d’Abruzzo” Cogecstre Edizioni
- PIRONE G., FRATTAROLI A. R., CIASCHETTI G. Note illustrative della Carta delle Serie di Vegetazione dell’Abruzzo scala 1:250.000 inBLASI C. (ed.), 2010. La Vegetazione d’Italia
- Rapporto sullo stato dell’Ambiente in Abruzzo (ARTA 2009)
- REGIONE ABRUZZO IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE - RELAZIONE GENERALE NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE, 2010
- REGIONE ABRUZZO IL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE - RELAZIONE IDROGEOLOGICA NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE, 2008
- Ruggieri L. , Di Matteo A. “Ambiente Fluviale nella Riserva Naturale Gole di San Venanzio “Amaltea Edizioni ; Raiano (2004)
- Ruggieri L. “Ambiente Fluviale nella Riserva Naturale Monte Genzana Alto Gizio” Edizioni Interlinea (2006)

- Ruggieri L. “Carta Ittica della Provincia dell’Aquila” documento tecnico
- Santone P. (1994)“Uccelli d’Abruzzo – Nidificanti nelle zone umide”  
D’Arcangelo Editore
- Santone P. (1995)“Uccelli d’Abruzzo – Nidificanti in pianura e collina”  
D’Arcangelo Editore
- SAULI, CORNELINI e PRETI 2006 – Manuale di ingegneria Naturalistica  
per le sistemazioni dei versanti - Regione Lazio
- SCOPPOLA , BLASI 2005. Stato delle conoscenze sulla flora vascolare  
d’Italia. Palombi Editori
- Società Geologica Italiana – Guida Geologica Regionale dell’Abruzzo,  
2003.
- Tammaro F. “Il paesaggio vegetale dell’Abruzzo” edizioni Cogrestre  
(1998)
- Turin P. Zanetti M. Bilò M.F. Rossi V. Ruggieri L. 1999 " Dinamica di una  
popolazione di trota fario del fiume Sagittario ( Abruzzo) " Atti VII  
Convegno A.I.I.A.D. Quaderni ETP a Journal of FreshWater biology n.  
28/1999, pp. 213-216. Editor: Ente Tutela Pesca Regione. Aut. Friuli  
Venezia Giulia
- Turin P., Ruggieri L. Colcera C., Zanetti M., D’Eramo A. ”Il monitoraggio  
e la prima classificazione delle acque, ai sensi del D.Lgs. 152/99” - Regione  
Abruzzo ( 2003)
- V. D’Amico e D. Albarello - STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA  
DA DATI DI SITO: CONFRONTO CON UN APPROCCIO  
“STANDARD” da GNGTS – Atti del 19° Convegno Nazionale / 13.08
- Vezzani L. & Ghisetti F., 1998 - Carta Geologica dell’Abruzzo (scala  
1/100.000). S.EL.CA., Firenze.
- Zerunian S. “Condannati all’estinzione?” Edagricole (2002)
- Zerunian S., Ruggieri L. “Prime considerazioni sulla popolazione del  
genere Salmo presente nella Riserva Naturale Regionale Gole di San  
Venanzio - fiume Aterno, Abruzzo” Volume monografico di Biologia  
Ambientale Volume 21, n. 2 “La fauna ittica dei corsi d’acqua” (2007)

- Zerunian S., Ruggieri L., Gratton P., Allegrucci G., Sbordoni V. “Indagini sulle trote presenti nella Riserva Naturale Regionale Gole di San Venanzio” Amaltea Edizioni ; Raiano (2007)

### **L'estensore dello studio**

Dott. Ing. Mario Santini

