



COMUNE DI VERRUA SAVOIA

PROVINCIA DI TORINO

PIANO REGOLATORE GENERALE

VARIANTE DI ADEGUAMENTO P.A.I.

PROGETTO DEFINITIVO

- *DOCUMENTO PROGRAMMATICO ADOTTATO CON DELIBERAZIONE C.C. N.11 DEL 28/02/2007, AI SENSI DELLA L.R. 1/2007*
- *PROGETTO PRELIMINARE ADOTTATO CON DELIBERAZIONE C.C. N.17 DEL 16/07/2008, AI SENSI L.R. 1/2007*
- *CONTRODEDUZIONI SULLE OSSERVAZIONI APPROVATE CON DELIBERAZIONE C.C. N.3 DEL 26/02/2009, AI SENSI DELLA L.R. 1/2007*
- *PROGETTO DEFINITIVO APPROVATO CON DELIBERAZIONE C.C. N.34 DEL 29/10/2009, AI SENSI DELLA L.R. 1/2007*

AII. 5 -

VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO AL PAI (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO) DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO

Relazione conclusiva

Condivisa dal Gruppo Interdisciplinare in data 20/07/2006 ex. D.G.R. n.31-3749 del 06/08/2001 e D.G.R. n.45-6656 del 15/07/2002

Il geologo: **Dr. Geol. Paolo Sassone**
n° 279 Ordine dei Geologi Del Piemonte

Ottobre 2009



INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1 - PREMESSA E DISPOSIZIONI TECNICO-NORMATIVE | 2 |
| 1.1 - PROCEDURE ED ADEMPIMENTI RELATIVI ALLA DELIBERAZIONE DI ADOZIONE DEL PAI N. 18 DEL 26/4/01, CON RIFERIMENTO ALLA D.G.R. N°31-3749 | 3 |
| 1.2 - ATTIVITÀ DI INTEGRAZIONE ED AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEI DISSESTI PAI | 4 |
| 1.3 - PROCEDURE PER IL RILASCIO DI CONCESSIONI, AUTORIZZAZIONI DA PARTE DEI COMUNI IN AREALI DI DISSESTO PAI. | 5 |
| 1.4 - PROCEDURA PER LE VARIANTI DI ADEGUAMENTO DEL PRGC AL PAI | 5 |
| 2 - VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO AL PAI (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO) | 7 |
| 2.1 - VERIFICHE SUI DISSESTI DI VERSANTE | 7 |
| 2.2 - VERIFICHE DEI DISSESTI CONNESSI ALLA RETE IDROGRAFICA..... | 9 |
| 2.3 - BACINI ARTIFICIALI PRESENTI SUL TERRITORIO COMUNALE..... | 10 |
| 2.3.1 - Invaso in località Loreto..... | 11 |
| 2.3.2 - Invaso in località Sulpiano..... | 11 |
| 2.3.3 - Invaso in località Sambriano-Fontanina..... | 11 |
| 3 - CONCLUSIONI..... | 12 |
| APPENDICE - VERIFICHE IDRAULICHE ATTRAVERSAMENTI E PONTI SU TORRENTE ARDOVANA E RIO GUARLASCO | |
| 1 - PREMESSA GENERALE | 14 |
| 2 - TORRENTE ARDOVANA | 15 |
| 2.1 - INQUADRAMENTO DELL'AREA E INTERVENTI PREVISTI | 15 |
| 2.2 - CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO E DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE..... | 15 |
| 2.3 - DETERMINAZIONE DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE..... | 16 |
| 2.4 - METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI DEL BACINO. | 17 |
| 2.5 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: PROCEDURA DI ANALISI..... | 19 |
| 2.6 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: ANALISI DEI RISULTATI | 20 |
| 3 - RIO GUARLASCO | 21 |
| 3.1 - INQUADRAMENTO DELL'AREA E INTERVENTI PREVISTI | 21 |
| 3.2 - RELAZIONE IDRAULICA PER IL PROGETTO DI PEC ZONA ZAC4-1 | 21 |
| 3.3 - CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO E DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE..... | 21 |
| 3.4 - DETERMINAZIONE DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE..... | 22 |
| 3.5 - METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI DEL BACINO. | 23 |
| 3.6 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: PROCEDURA DI ANALISI..... | 25 |
| 3.7 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: ANALISI DEI RISULTATI | 26 |



1 - PREMESSA E DISPOSIZIONI TECNICO-NORMATIVE

La presente relazione é stata redatta su specifico incarico dell'Amministrazione Comunale, finalizzato all'esecuzione delle verifiche di compatibilità idraulica e geomorfologica dello strumento urbanistico al P.A.I. (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Nell'affrontare lo studio, si é fatto scrupoloso riferimento alle normative di settore vigenti quali la L.R. 56/1978 e s.m.i. e, in particolare ai disposti della Circ. P.G.R. n°7/LAP del 08/05/1996 L.R. 5 dicembre 1977, n° 56 e successive modifiche ed integrazioni. "Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici", alla relativa "Nota Tecnica Esplicativa" del dicembre 1999, ai disposti dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

Si é fatto inoltre riferimento a quanto introdotto dalla DGR 6 agosto 2001 n°31-3749 ed alla D.G.R. 15 Luglio 2002 n°45-6656, in conformità alla circolare P.G.R. N. 7/Lap/1996 e successiva N.T.E./1999, al fine di razionalizzare ed uniformare la rappresentazione del dissesto anche a fini di verifica di compatibilità PAI.

Allo scopo di rendere un maggiore approfondimento esplicativo e di meglio dettagliare le motivazioni di ordine geologico-tecnico che hanno costituito la base conoscitiva sulla quale sono state definite le scelte di pianificazione urbanistica:

- è stata aggiornata secondo i disposti introdotti dal PAI e dai conseguenti dispositivi normativi emanati dalla regione Piemonte, la cartografia in scala 1/10.000 precedentemente già redatta su specifici ambiti (su base CTP 1/5000) in linea con i disposti della Circ. PGR 7/LAP; tale cartografia (in particolare l'All. 1 e l'All. 4) ha anche valenza di sintesi della valutazione della pericolosità, compendiando le risultanze delle verifiche di compatibilità idraulica e geomorfologica dello strumento urbanistico al PAI;
- sono state compilate le schede rilevamento frane, le schede rilevamento dissesti lungo la rete idrografica principale (secondo quanto specificato dalla N.T.E. Circ. PGR 7/LAP). Queste informazioni vengono descritte e analizzate, previa raccolta e compilazione dei dati disponibili, e riportate in allegato; la numerazione delle frane riportata nelle singole schede é la stessa riportata nella cartografia geologico-tecnica;
- sono state compilate le schede di rilevamento processi lungo la rete idrografica (N.T.E. Circ. PGR 7/LAP); la numerazione riportata nelle singole schede é la stessa riportata nella cartografia geologico-tecnica;
- sono state compilate le schede di rilevamento conoidi (N.T.E. Circ. PGR 7/LAP); la numerazione riportata nelle singole schede é la stessa riportata nella cartografia geologico-tecnica;
- sono state compilate le schede SICOD richieste dalla Direzione Difesa del Suolo;
- sono state recepite ed aggiornate cartograficamente, salvo possibili errori materiali o di interpretazione, le osservazioni riportate nel parere di approvazione della Regione Piemonte della precedente variante parziale approvata in data 17/2/2003 con DGR 4-8415.
- é stata verificato se i Piani regolatori dei comuni confinanti con quello di Verrua siano già stati dichiarati coerenti con il PAI nell'ambito delle Conferenze programmatiche (e/o a seguito di specifiche indagini sottoposte a verifica presso i Gruppi interdisciplinari formatisi ai sensi DGR 6 agosto 2001 n°31-3749 presso le varie sedi regionali), ed in caso affermativo, al fine di una corretta mosaicatura, sono state recepite le delimitazioni riportate nella sintesi. Dalle indagini svolte e censite alla data di aggiornamento del presente studio (primavera 2005) è emerso che:
 - Il Comune di Moncestino (AL) non ha ottemperato alla verifica del quadro del dissesto P.A.I., in quanto il suo studio geologico ai sensi circ. PGR 7/LAP è stato considerato esaustivo ed ha condotto ad inserire il comune tra i Comuni esonerati dall'adeguamento PAI. Il territorio di Moncestino, a confine di Verrua, presenta aree pianeggianti poste tra la provinciale Crescentino-Gabiano e la collina classificate in Classe IIa. Lo studio condotto dallo scrivente nella zona a confine porta al contrario a classificare vaste aree in analoga condizione geomorfologica in classe IIIa, per via della pericolosità indotta dalla vicinanza del sistema arginale del Po e dal T. Ardozana che confluisce in Po in prossimità del confine comunale. Data la cautelativa classificazione assunta per il comune di Verrua si ritiene prevalente la pericolosità al confine con Moncestino.



- Il Comune di Villamiroglio (AL) ha in corsola verifica del quadro del dissesto P.A.I. ed a confine si è posta una classe III indifferenziata visto il quadro di pericolosità dei versanti.
- Il Comune di Odalengo Grande (AL) non ha ancora ottemperato alla verifica del quadro del dissesto P.A.I., non avendo ancora adottato alcuna variante di adeguamento PAI.
- Il Comune di Robella (AT) ha in fase di completamento la verifica del quadro del dissesto P.A.I. ed è stata recepita in parte la mosaicatura a confine, fatta salva una fascia ove si è ritenuto di porre la più cautelativa classe III indifferenziata a contatto con una classe II scelta dal professionista di Robella.
- Il Comune di Brozolo (TO) ha in corso la verifica del quadro del dissesto P.A.I. e si è mosaicata la classificazione a confine.
- Il Comune di Brusasco (TO), che ha adottato il progetto preliminare di variante al PRG di adeguamento PAI, ma non avrebbe ancora ottenuto la condivisione del quadro del dissesto P.A.I dal tavolo Tecnico regionale.
- Il Comune di Crescentino (VC) ha adottato il progetto preliminare di variante al PRG di adeguamento PAI. e conseguentemente si è mosaicata la classificazione a confine.

In appendice al presente allegato si inserisce una parte dello studio che approfondisce, nello specifico, alcune verifiche idrauliche lungo le principali aste di deflusso al fine di individuare, quantomeno in via preliminare, le aree che manifestano criticità non segnalate dagli strumenti di pianificazione attualmente vigenti.

La presente relazione e gli allegati compongono pertanto la documentazione geologico-tecnica di riferimento per la verifica della compatibilità idraulica e idrogeologica redatta in conformità alla Circ. PGR 7/LAP per il Comune Verrua Savoia, richiesta ai sensi Art. 18 Deliberazione n°1/1999 del PAI. A seguito dell'approvazione del P.A.I. e relativa Normativa, le risultanze di verifica compendiate nell'ambito della presente documentazione, analizzati anche i dissesti idraulici e geomorfologici avvenuti a seguito dell'alluvione dell'ottobre 2000 e 1994, hanno condotto alla verifica della compatibilità idraulica e geomorfologica dello strumento urbanistico al P.A.I.

Il Piano regolatore vigente sino ad oggi risale alla variante parziale di PRG (Progetto definitivo adottato dall'Assemblea Comunale con DD. CC. n° 26 del 30/3/2000 e n°2011/3/2002) approvata della Regione Piemonte con D.G.R. n°4-8415 del 17/2/2003; ad esso era allegato uno studio geologico ai sensi circ. PGR 7/Lap su alcuni specifici ambiti interessati dalla variante parziale, mentre era rimasto non classificato il resto del territorio comunale. Tali elaborati erano stati redatti dal Dr. Di Gioia e risultavano oggetto di alcune controdeduzioni formulate dalla Regione Piemonte, in buona parte recepite dal progetto definitivo.

Dalla consultazione delle Tavole dei dissesti del PAI era emerso come l' "Atlante dei dissesti" evidenziasse diversi tipo di dissesto nell'ambito del territorio comunale di Verrua, in alcuni dei casi ubicati in modo impreciso. Si è riscontrato come siano quindi presenti dissesti di versante e di fondovalle che comprendono direttamente zone edificate o - parzialmente - di nuova edificazione a seguito di già previste espansioni urbanistiche.

Lo studio condotto ha pertanto permesso di verificare la presenza di numerosi ambiti edificati classificati in Classe IIIB connessi ad instabilità di versante: sono censiti almeno 43 ambiti (vedasi elenco tabellato in allegato).

1.1 - PROCEDURE ED ADEMPIMENTI RELATIVI ALLA DELIBERAZIONE DI ADOZIONE DEL PAI N. 18 DEL 26/4/2001, CON RIFERIMENTO ALLA D.G.R. N°31-3749

La deliberazione di adozione del PAI, in data 26 aprile 2001, n. 18/2001, del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (pubblicata su GU n. 166 del 19/2001 e su BUR n. 30 del 25/7/2001), ha dato l'avvio ad una serie di attività, che coinvolgono le competenze regionali e comunali.

La prima attività (prevista dall'articolo 15 della deliberazione 18/2001), si è già esplicita attraverso l'invio delle copie degli atti del PAI relativi ad ogni Comune, da parte della Regione, che sono stati pubblicati mediante affissione all'Albo Pretorio per 15 giorni consecutivi.

Il Sindaco, secondo la procedura prevista, deve provvedere a trasmettere alla Regione (1 copia alla Direzione Difesa del Suolo) la certificazione relativa all'avvenuta pubblicazione.

Ad ogni Comune è stata inviata copia dei seguenti elaborati:

- Deliberazione di adozione n. 18/2001 del 26/4/2001;



- Relazione generale. Allegato 3 – Relazione sulle modifiche ed integrazioni apportate;
- Atlante dei rischi idraulici ed idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo. Allegato 4 e 4.1 - Cartografia in scala 1:25.000 e 1:10.000;
- Norme di attuazione, costituite da:
 - Titolo I - Norme generali per l'assetto della rete idrografica e dei versanti (aggiornamento);
 - Titolo II – Norme per le fasce fluviali (aggiornamento);
 - Titolo III – Derivazione di acque pubbliche e attuazione dell'articolo 8, comma 3, della legge 2 maggio 1990, n. 102 (aggiornamento);
 - Titolo IV – Norme per le aree a rischio idrogeologico molto elevato;
 - Tavole di delimitazione delle Fasce Fluviali, in scala 1:25.000.

Gli elaborati cartografici riportanti la delimitazione delle aree in dissesto e delle fasce fluviali, sono stati forniti ai Comuni relativamente al territorio di loro competenza e solo per quanto modificato e/o integrato rispetto al Progetto di PAI adottato con deliberazione 1/1999, viceversa, per le carte non modificate in questa fase sono state confermate quelle del Progetto di PAI.

Le cartografie che i Comuni hanno ricevuto in questa *prima fase*, pertanto, sono riferite alle aree a rischio molto elevato (RME), fattispecie che interessa il Comune di Verrua Savoia (Zona BPR loc. Siberia).

I Comuni devono applicare su tali aree le prescrizioni contenute nel Titolo IV delle Norme di Attuazione del PAI, che, ai sensi dell'articolo 5 delle medesime Norme, sono dichiarate di carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni, gli Enti pubblici e per i soggetti privati.

Inoltre, le cartografie saranno anche relative alle fasce fluviali introdotte dal PAI.

Anche per questa fattispecie, le prescrizioni del PAI ove presenti, richiamate all'articolo 27 delle Norme di attuazione, sono dichiarate di carattere immediatamente vincolante.

Vi è da sottolineare che l'articolo 9 della deliberazione dispone che le Fasce Fluviali del PAI, per le parti difformi, modificano ed integrano il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali vigente, sia in termini di delimitazione grafica, sia in termini normativi. Cioè, laddove le disposizioni del PAI si discostano da quelle del Piano Fasce vigente, prevalgono quelle del PAI.

1.2 - ATTIVITÀ DI INTEGRAZIONE ED AGGIORNAMENTO DEL QUADRO DEI DISSESTI PAI

L'articolo 5 è quello che regola l'attività da svolgersi a più breve scadenza da parte dell'Autorità di Bacino e, conseguentemente, da parte della Regione: il Segretario Generale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po dovrà proporre al Comitato Istituzionale le integrazioni al PAI, relative alla cartografia dell'Allegato 4 PAI.

Tale attività coinvolge direttamente la Regione Piemonte, in particolare le quattro Direzioni (Difesa del Suolo, Servizi Tecnici di Prevenzione, Pianificazione e Gestione Urbanistica e Opere Pubbliche) che hanno condotto finora, in maniera congiunta, l'analisi e l'istruttoria delle osservazioni al PAI ed hanno organizzato e gestito le Conferenze Programmatiche. Nello specifico la Regione dovrà proporre all'Autorità di Bacino le integrazioni cartografiche condivise nelle Conferenze stesse, derivanti sia dalle singole osservazioni accolte, sia dal quadro dei dissesti, aggiornato e validato, derivante dalla cartografia di carattere idrogeologico, redatta sulla base di quanto disposto dalla Circolare PGR 7/Lap/1996, elaborata a supporto degli strumenti urbanistici approvati e riconosciuti, nell'ambito delle Conferenze Programmatiche, già adeguati al PAI (n. 116), ai sensi del comma 1 dell'articolo 18 delle Norme di Attuazione del PAI.

Quando saranno esperiti tali adempimenti, e gli areali così individuati saranno contrassegnati con il segno grafico costituito da una bandierina gialla, il Comitato Istituzionale provvederà a deliberarne gli esiti (in termini di integrazioni cartografiche) e le Regioni provvederanno ad inviare le copie modificate ai Comuni interessati, i quali dovranno pubblicarle all'Albo Pretorio (*seconda fase*).

Le aree contrassegnate dalla bandierina gialla saranno classificabili, relativamente alla normativa d'uso del suolo ad essi associata, secondo due diverse fattispecie:

- la prima, relativa ai singoli dissesti condivisi, in cui i Comuni dovranno applicare le prescrizioni dell'articolo 9 delle Norme di Attuazione del PAI, a partire dalla data di



ricevimento degli elaborati, che, ai sensi dell'articolo 5 delle medesime Norme, sono dichiarate di carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni, gli Enti pubblici e per i soggetti privati;

- la seconda, relativa a quei Piani regolatori dichiarati già coerenti con il PAI nell'ambito delle Conferenze programmatiche, in cui continueranno a essere vigenti le norme del Piano Regolatore stesso.

In tutti i casi richiamati, in cui le prescrizioni del PAI sono immediatamente vincolanti, si ritengono fatti salvi gli interventi già autorizzati (o per i quali sia già stata presentata denuncia di inizio di attività ai sensi dell'articolo 4, comma 7, del D.L. 5 ottobre 1993, n. 398, così come convertito in L.4 dicembre 1993, n. 493 e successive modifiche) rispetto ai quali i relativi lavori siano già stati iniziati al momento di entrata in vigore del PAI e vengano completati entro il termine di tre anni dalla data di inizio. In ogni caso al titolare della concessione dovrà essere tempestivamente notificata la condizione di dissesto rilevata.

1.3 - PROCEDURE PER IL RILASCIO DI CONCESSIONI, AUTORIZZAZIONI DA PARTE DEI COMUNI IN AREALI DI DISSESTO PAI.

Per tutti gli areali relativi ai dissesti sui quali la cartografia aggiornata non ha individuato le bandierine gialle, e comunque a partire dalla *prima fase*, cioè da quando i Comuni ricevono gli elaborati da pubblicare all'Albo Pretorio secondo quanto già richiamato, vige una norma "cautelare", dettata dall'articolo 6 della deliberazione, 3° comma, secondo la quale il rilascio di concessioni, autorizzazioni, nullaosta o atti equivalenti relativi a trasformazioni ed uso del territorio, deve essere supportato da una valutazione di compatibilità dell'intervento con le condizioni di dissesto effettivamente presenti sul territorio, effettuata a cura del richiedente, basata su idonea documentazione tecnica.

Il Comune, nel rilasciare i provvedimenti suddetti, deve tenere conto di tale valutazione, al fine di garantire la sicurezza degli interventi edilizi ed infrastrutturali ed il non aggravio del dissesto idrogeologico e del rischio presente.

Il Comune è inoltre tenuto a dare comunicazione alla Regione del rilascio di tali provvedimenti, a soli fini statistici e conoscitivi, con cadenza trimestrale, inviandone 1 copia alle quattro Direzioni competenti: Servizi tecnici di Prevenzione, Pianificazione e Gestione Urbanistica, Difesa del Suolo e Opere Pubbliche, secondo il seguente schema:

| <i>indicazione dei dati del provvedimento edilizio:</i> | <i>indicazione del dissesto del PAI:</i> | <i>indicazione sullo stato dell'adeguamento dello strumento urbanistico.</i> |
|---|--|--|
| conc./aut./dia | | |
| n°..... del..... | frane - Fa, Fq, Fs | |
| rilasciata | esondazioni - Ee, Eb, Em | |
| a..... | conoidi - Ca, Cp, Cn | |
| per la realizzazione | valanghe - Ve, Vm | |
| di..... | | |
| | | |

Occorre sottolineare e mettere in evidenza al Comune di Verrua Savoia che gli studi e le indagini geomorfologiche, a supporto del rilascio dei provvedimenti edilizi di cui sopra, debbono essere trasposti nell'analisi geomorfologica e nel quadro del dissesto da effettuare sull'intero territorio comunale a supporto del PRGC o della Variante in adeguamento al PAI.

1.4 - PROCEDURA PER LE VARIANTI DI ADEGUAMENTO DEL PRGC AL PAI

Per tutti i Comuni non rientranti tra i 116 ritenuti già adeguati alle disposizioni del PAI, ai sensi dell'articolo 1 delle Norme di Attuazione del PAI medesimo, e dichiarati tali dalla deliberazione



della Giunta regionale n. 51-2814 del 17/4/2001, si applicano le disposizioni previste dall'articolo 6 della deliberazione, 1° e 2° comma, cioè la cosiddetta "Norma transitoria".

Tale norma prevede che le Regioni, entro 18 mesi dall'entrata in vigore del PAI, trasmettano all'Autorità di Bacino eventuali proposte di aggiornamento dell'elaborato 2 del PAI stesso, risultanti dalle varianti di adeguamento dei PRG adottate dai Comuni, ai sensi dell'articolo 18, commi 2 e 3 delle Norme di Attuazione, nonché da quegli altri strumenti urbanistici già in corso di definizione per i quali si è ritenuta confacente la rappresentazione del quadro del dissesto.

Questo articolo differisce, di fatto, nel tempo l'immediata cogenza delle prescrizioni dettate dall'articolo 9 delle Norme di Attuazione.

Gli effetti dell'applicazione di questa norma coinvolgeranno, in un processo complesso, sia i Comuni, sia le strutture regionali, le quali dovranno, a tal fine, strutturarsi, da un lato, per fornire le necessarie informazioni e indicazioni ai Comuni sul metodo, sulle scelte urbanistiche compatibili e sull'interpretazione delle disposizioni già esistenti, dall'altro, per costruire una procedura di approvazione delle varianti ai PRG coordinata e condivisa già delineata da questa deliberazione.

Decorso il termine previsto, i Comuni che non abbiano provveduto alle varianti di adeguamento ai sensi dell'articolo 18 delle Norme, dovranno rispettare le prescrizioni dell'articolo 9 delle Norme medesime.

In tutti i casi, fino alla pubblicazione su Gazzetta Ufficiale del DPCM di approvazione del PAI si applicano le norme di salvaguardia di cui ai relativi articoli della deliberazione n. 18/2001.

L'ultima disposizione della deliberazione n. 18/2001, all'articolo 16, prevede una *terza fase* di aggiornamento: cioè, entro dodici mesi dalla data di adozione della deliberazione stessa, l'Autorità di Bacino provvederà a redigere il testo aggiornato ed unificato di tutte le disposizioni normative e della cartografia di riferimento. Questo testo sarà nuovamente soggetto all'approvazione da parte del Comitato Istituzionale.



2 - VERIFICA DELLA COMPATIBILITÀ IDRAULICA E GEOMORFOLOGICA DELLO STRUMENTO URBANISTICO AL PAI (PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO)

A titolo di approfondimento del quadro del dissesto sul territorio rispetto alle previsioni del PRG, anche grazie agli studi geologico-tecnici svolti a supporto della Variante al PRGC, appare necessario evidenziare che il Comune di Verrua Savoia ha recepito le indicazioni nel frattempo emanate della Regione Piemonte e dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, in ordine all'invito ad eseguire le opportune verifiche di compatibilità idraulica e geomorfologica al PAI dello strumento urbanistico. Allo scopo di eseguire le verifiche di compatibilità idraulica e geomorfologica dello strumento urbanistico al PAI, oltre che rendere un maggiore approfondimento e meglio confrontare le motivazioni di ordine geologico-tecnico che hanno costituito la base conoscitiva sulla quale sono state definite le scelte di pianificazione urbanistica rispetto alle indicazioni del PAI:

- sono state compilate le schede rilevamento frane (secondo quanto specificato dalla N.T.E. Circ. PGR 7/LAP). Queste vengono commentate dal presente documento descrittivo e compendiate, previa compilazione dei dati disponibili, in calce alla presente relazione conclusiva;
- sono state compilate le schede di rilevamento processi lungo la rete idrografica (N.T.E. Circ. PGR 7/LAP); esse sono compendiate, previa compilazione dei dati disponibili, in calce alla presente relazione conclusiva;
- sono state compilate le schede di rilevamento conoidi (N.T.E. Circ. PGR 7/LAP); esse sono compendiate, previa compilazione dei dati disponibili, in calce alla presente relazione;
- sono state compilate le schede SICOD richieste dalla Direzione Difesa del Suolo (esse sono compendiate, previa compilazione dei dati disponibili, in calce alla presente relazione).
- Sono state effettuate analisi idrauliche e geomorfologiche su alcuni tributari minori del Po quali il Rio Guarlasco e T. Ardovana che hanno permesso di delineare l'entità del dissesto idraulico e di delimitare cautelativamente le zone di esondazione Ee.
- Sono stati ricostruiti gli effetti degli eventi alluvionali 1994 e 2000, possibilmente individuando il battente d'acqua in corrispondenza degli edificati.

Le perimetrazioni riportate all' "All.1 - Carta geomorfologica dei dissesti...", riflettono pertanto lo "stile" della legenda regionale recentemente proposta ed il linea con la legenda del PAI, non solo per le aree esondabili ma anche per i dissesti di versante, ove si è tentato di definire lo stato delle frane distinto in "attivo", "quiescente", "stabilizzato".

2.1 - VERIFICHE SUI DISSESTI DI VERSANTE

Il presente paragrafo riassume, con riferimento alle disposizioni, documentazioni, informazioni allegate al Progetto di P.A.I. poi approvato nell'estate 2001, le modifiche e i maggiori dettagli che il Comune ha ritenuto di inserire e recepire nel PRG con riferimento ad alcune difformità circa la perimetrazione di dissesti di versante presenti sul territorio.

Occorre precisare che alcuni dei dissesti attualmente individuati in cartografia geotematica di PRG risultano localizzati e censiti sulla base di indizi morfologici e/o di fonti di origine incerta, ed è pertanto risultato difficile risalire a dati tecnici più precisi di quelli riportati in scheda censimento frane.

In alcuni casi si tratta di dissesti gravitativi indicati in modo impreciso/differente dai precedenti elaborati geologici di Piano, oppure derivano da segnalazioni di incerta qualità tecnica del dato (es. IFFI, RUPAR, P.T.C., B.D.G.).

In tal senso la cartografia geologico-technica prodotta ai sensi della Circ. 7/LAP, redatta a seguito di un approfondito studio di terreno e documentario, anche comparativo, ha lo scopo di definire il più possibile in modo univoco e definitivo i dissesti connessi a fenomeni gravitativi ed a fenomeni di allagamento-esondazione dei corsi d'acqua, prescindendo da qualsiasi altro documento di analisi geologico-technica redatto (anche a scale maggiori) in tempi precedenti.

Appare superfluo evidenziare che tutta la documentazione geologico-technica, idrologica, idraulica disponibile per il territorio in questione è stata: acquisita, studiata, valutata e, se del caso, opportunamente recepita nella presente documentazione geologico-technica di supporto al PRG (ciò ove il dato presentasse carattere di validabilità, confermabilità, precisione di ubicazione, ...).



Il territorio di Verrua Savoia è pesantemente condizionato dalla presenza di numerosissimi fenomeni di instabilità gravitativa, alcuni dei quali da tempo conosciuti, che interessano anche porzioni di territorio edificate.

Da un esame qualitativo dei processi individuati si nota come la maggior parte di essi sia riconducibile a fenomeni di tipo composito dall'ampia estensione areale; potrebbero, in generale, ricondursi a fenomeni di scivolamento rotazionale/traslattivo sui quali, successivamente, si sono attivati processi di colamento e/o scivolamento a scala inferiore.

Dall'analisi congiunta in carta dei tematismi afferenti all'assetto geologico del territorio comunale e dello stato del dissesto emerge che i fenomeni di instabilità gravitativa trovino una maggiore densità sui terreni che costituiscono il Complesso Caotico di la Pietra ed in corrispondenza di settori in cui sono stati riconosciuti contatti di natura tettonica (cfr. All.1-Carta geomorfologica e dei dissesti,...). Oltre il 50% del territorio ove affiora il Complesso caotico di La Pietra (Complesso indifferenziato Auct.) è caratterizzato dalla presenza di frane di varia natura.

In generale alcune frane risultano interessare estese porzioni di territorio: ciò si verifica quando nel tempo si sono verificati più eventi la cui evoluzione temporale ha interessato areali via via più ampi. Proprio tale evoluzione ha fatto sì che alcune località come San Giovanni, Montaldo, Ronzo e Monticelli siano attualmente interessate da fenomeni gravitativi che con il tempo stanno provocando non pochi problemi di stabilità e integrità dei manufatti (specie quelli costruiti recentemente con tecniche e fondazioni poco attente alla qualità dei terreni, sia strade sia abitazioni); per alcuni di questi è in itinere un progetto di monitoraggio.

Ciò comporta l'adozione di particolari cautele in fase di progettazione e l'adozione di tecniche di consolidamento dei terreni. In particolare si ritiene inaccettabile, su tali terreni che hanno evidenziato ampiamente scadenti caratteristiche geotecniche proseguire l'edificazione in presenza di studi geologico-tecnici e geotecnici approssimativi e superficiali.

In particolare la cartografia, supportata dalle schede rilevamento frane, schede rete idrografica e schede SICOD, dalla relazione geologica generale e dalla presente relazione di sintesi hanno lo scopo di precisare al meglio il quadro di dissesti e la connessa pericolosità geomorfologica ed idraulica del territorio comunale, con particolare riferimento ai raffronti con quanto indicato dalla cartografia PAI.

I dissesti di versante censiti sono circa 160; la perimetrazione dei dissesti è stata pertanto ricontrollata e perimetrata in modo cautelativo.

A titolo di maggiore verifica ed approfondimento, a seguito di segnalazioni di possibili attivazioni di dissesti di versante conseguenti all'evento alluvionale ottobre 2000, si è ritenuto opportuno controllare tramite fotointerpretazione il Volo Alluvione Regione Piemonte 2000.

A seguito di verifica con fotointerpretazione e tramite appositi sopralluoghi di controllo non si è ritenuto di dovere segnalare situazioni di dissesto di versante corrispondenti ad attivazioni significative dovute all'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Alcune segnalazioni di dissesti gravitativi di limitata estensione si sono registrate presso C.na del Porto,

Le perimetrazioni di dissesto riportate in cartografia, anche a seguito di verifica e confronto con il PRG vigente, risultano in parte interferire con zone edificate o di prevista edificazione (es. zona San Giovanni, fraz. Montaldo, Fraz. Sulpiano, Fraz. Siberia-Rocca, Valentino-Ronzo).

Fatta salva la zona di Valentino-Ronzo e quella di Montaldo, sulle quali sono in previsione accertamenti ed approfondimenti geognostici e geologici di dettaglio finanziati dalla Regione Piemonte (parte dei quali già oggetto di svolgimento direttamente da parte dello scrivente mediante penetrometrie), sulle restanti aree sarà necessario mantenere in futuro destinazioni d'uso controllate, in modo da limitare un tali contesti aumenti di carichi antropici, che potrebbero peggiorare l'esposizione al rischio.

Si evidenzia che, ai sensi della Circ. P.G.R. n°7/LAP del 08/05/1996, le perimetrazioni della Carta di Sintesi, di Classe IIIA e Classe III, inerenti i versanti, prevedono cautelativamente l'inedificabilità data la possibile propensione all'evoluzione geomorfologica e quindi la presenza di fattori predisponenti i dissesti di versante, tuttavia in essa possono non essere al momento presenti dissesti in atto.

In generale, su tutto il territorio di Verrua sarà necessario richiedere una elevata, e comunque maggiore, qualità della caratterizzazione geologica e geotecnica dei terreni previa esecuzione di studi geologici, geomorfologici e geotecnici di dettaglio mirati alla risoluzione o



minimizzazione di tutte le problematiche sopra esposte. Il livello di indagine sarà da commisurare all'importanza degli interventi e delle opere e alla loro ricaduta e significato socio-economico (saranno pertanto minime per piccole strutture e impianti tecnologici e, per contro massime, in caso di opere importanti o ove l'esposizione di persone o cose assume valenza significativa).

È quindi evidente, visto l'elevato numero di frane riconosciute, che i settori compromessi e quindi non idonei all'utilizzazione urbanistica siano numerosi e la corretta perimetrazione delle aree interessate dal fenomeno risulta indispensabile al fine della corretta pianificazione urbanistica.

È inoltre da tenere in considerazione che gli accumuli di frana (anche se ormai quiescenti) vengono considerate alla stregua di zone dissestate in quanto la costruzione di edifici e di strade potrebbe variarne le condizioni statiche producendo una riattivazione del movimento franoso o di una sua parte. Dal punto di vista dell'utilizzazione ai fini agricoli, gli accumuli di paleofrane portano condizioni favorevoli sia per la minore pendenza del terreno, sia per una maggiore porosità del suolo e del substrato. È bene segnalare, in questa sede, due fenomeni ben noti in letteratura, in funzione della loro gravità.

Il primo è quello del 5-6 settembre 1957: una frana per scivolamento planare con evoluzione in crollo staccatasi dal versante nord-occidentale della Rocca di Verrua, causa la distruzione di alcune abitazioni, il cedimento della spalla destra del ponte di Crescentino e, purtroppo, il decesso di 6 persone. Le cause di tale fenomeno risultano anomale: il distacco è avvenuto in un periodo di scarse precipitazioni; i fattori predisponenti sono da ricercare all'andamento della stratificazione e quelli scatenanti sono da attribuire all'attività estrattiva operata con escavazioni con esplosivo alla base della Rocca. I minimi lavori di disaggio ed abbattimento delle porzioni pericolanti condotti dal Genio Civile immediatamente a seguito dell'evento non sarebbero stati seguiti da particolari indagini e monitoraggi al fine di stabilire il grado di pericolosità residua. A distanza di circa 50 anni non esistono dati di monitoraggio recente in grado di definire la praticabilità dei fabbricati e delle porzioni della fortezza rimasti indenni dalla frana. Una precedente frana si sarebbe attivata nel 1937 a carico di una porzione diversa da quella del 1957.

In località Siberia è invece nota una frana complessa, attivata il 02 febbraio 1982 che ha minacciato tre case di civile abitazione che distano anche meno di 1 m dal corpo di accumulo. Anche in questo caso l'intervento della Regione Piemonte con indagini, drenaggi e interventi di stabilizzazione anno permesso di contenere l'evoluzione del fenomeno. Si è a conoscenza di altre frane non meglio ubicabili che avrebbero coinvolto le frazioni di Camorano e Sulpiano.

Le zone edificate o di prevista edificazione sottoposte a rischio di dissesti di versante sono identificate negli allegati 4a e 4b e sono sinteticamente tabellate nell'elenco di edificati inseriti in classe IIIB che si allega.

2.2 - VERIFICHE DEI DISSESTI CONNESSI ALLA RETE IDROGRAFICA

Un differente tipo di aree dissestate è rappresentato dalle zone inondabili dall'acqua del Fiume Po, dei rii Guarlasco, Seiva e T. Ardovana. In tali ambiti sono stati cartografati dissesti lineari o areali di tipo Ee.

Nella relazione geologica generale è stato ricostruito, sulla base dei dati disponibili, il quadro dei dissesti legati alle varie alluvioni che si sono susseguite; ad esso si rimanda per ogni approfondimento. E' potenzialmente esondabile, e le passate alluvioni lo hanno dimostrato soprattutto lungo il Po, buona parte dei fondi citati vallivi: gli eventi alluvionali, legati comunque a fortissime precipitazioni piovose, possono essere di diversa intensità ed interessare aree più o meno vaste in funzione del tempo di ritorno e in funzione di locali ostruzioni per accumulo di detriti.

Spesso, in caso di forti piogge, possono verificarsi locali allagamenti nella parte più depressa del fondovalle principale o delle vallecole in esso affluenti, solo perché gli alvei dei torrenti e dei rii sono per lo più molto ristretti e invasi da vegetazione arborea od arbustiva. Tali allagamenti potrebbero essere evitati mantenendo una maggiore pulizia delle sponde e dell'alveo di questi corsi d'acqua.

In caso di precipitazioni di intensità e durata eccezionale, possono invece verificarsi piene eccezionali, accompagnato da esondazioni di intensità proporzionale alla portata dei corsi



d'acqua. In questo caso, che si verifica con frequenza piuttosto bassa, gran parte dell'area costituente i fondi vallivi è destinata ad essere inondata direttamente o a divenire zona di ristagno d'acqua.

In queste occasioni può assumere notevole importanza l'acqua convogliata dai rii secondari che, provenendo dai fianchi collinari può invadere ed allagare zone vallive leggermente più elevate, di norma non alluvionabili da parte dei rii principali.

In conclusione, non tutte le aree segnate come inondabili sulla carta di cui all'All. 1 presentano lo stesso grado di rischio di fronte ad uno stesso evento alluvionale.

Eventi piovosi di intensità più forte in una zona ristretta dei bacini di alimentazione dei rii può provocare onde di piena locali che esplicano la loro azione su tratti limitati dei corsi d'acqua, e quindi su una ristretta fascia di fondovalle.

Occorre aggiungere ancora che spesso le aree vengono allagate con intensità diversa da quello che farebbe presupporre l'assetto morfologico delle zone pianeggianti, e questo a causa della presenza di rilevati stradali e ponti con luce insufficiente a smaltire le maggiori onde di piena.

Nell'esaminare questo fenomeno è d'uopo precisare che nelle aree alluvionabili poste ad una certa distanza dall'asta del corso d'acqua, la quota sul piano campagna che il corso d'acqua raggiunge in occasione di alluvioni eccezionali, è sempre piuttosto limitata, per cui può essere sufficiente, per evitare gravi danni, costruire gli edifici su rilevati artificiali o adottando tipologie tipo "Piloti" o sopraelevazioni.

Le zone edificate o di prevista edificazione sottoposte a rischio di alluvioni sono identificate negli allegati 4a e 4b e sono sinteticamente tabellate nell'elenco di edificati inseriti in classe IIIb che si allega.

2.3 - BACINI ARTIFICIALI PRESENTI SUL TERRITORIO COMUNALE

In comune di Verrua Savoia, sono presenti 3 invasi artificiali: uno in località Loreto, uno in località Sulpiano ed uno in località Sambriano.

Secondo *l'Articolo 9.3 della Nota Tecnica Esplicativa alla Circolare P.G.R. 8 maggio 1996 n.7/LAP* il Piano regolatore Comunale deve riportare anche la presenza di bacini artificiali compresi nell'ambito idrografico cui appartiene il comune.

A tale scopo nell'ambito della relazione geologico-tecnica tali bacini vanno segnalati, riportando nella cartografia di sintesi, ove ciò risulti possibile, i limiti dell'area sottoposta all'onda di piena in caso di crollo dell'opera, specificandone adeguatamente le caratteristiche (velocità, potenza, ampiezza...). Come riportato della citata circolare *"...al fine di evitare la sovrapposizione di competenze, si ritiene che le classi di pericolosità definite nella cartografia di sintesi ai sensi della Circ. 7/LAP non debbano tenere conto dei rischi derivanti dalla presenza degli invasi. I due livelli d'indagine rimarranno quindi distinti ed indipendenti, e concorreranno alla definizione del quadro di pianificazione comunale sul piano urbanistico e di protezione civile."*

Vengono quindi individuati nelle figure dei professionisti incaricati (urbanista, geologo, ...) coloro che dovranno considerare e segnalare la presenza di bacini artificiali, nel contributo alla formulazione del Piano di Protezione Civile, in sintonia con quanto indicato all'art. 31 del Piano Territoriale Regionale, nel quale si legge: *4 Direttive: 4.1. "I piani territoriali provinciali dovranno effettuare il censimento degli invasi esistenti e dettare norme di tutela, di prevenzione per le zone a rischio..."*.

Per compiere in modo appropriato le valutazioni necessarie è utile far riferimento a quanto riportato a pag. 81 del *Supplemento al numero 30 del Bollettino Ufficiale Regione Piemonte del 15 luglio 2002* (D.G.R. n°45-6656) col quale sono stati pubblicati gli "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico", che illustra all'art. 2.4 la metodologia per valutare in via preliminare l'esistenza di zone a rischio a valle degli invasi artificiali di competenza regionale. L'indagine, secondo quanto riportato nella norma, dovrà essere estesa almeno per una distanza d a valle dello sbarramento pari a:

$$d^{km} = \text{Volume d'invaso}^{m^3} / (1 \times 10^4)$$

(con d espresso in km e il Volume in m^3) considerando direzioni idraulicamente significative.

Così come specificato dalla normativa, individuate le aree interessate dagli allagamenti o dall'onda di piena causata dal collasso dello sbarramento o del versante interessato dall'invaso



ed il grado di coinvolgimento delle stesse, vanno valutati i seguenti aspetti per stabilirne il rischio:

- **Densità di edificazione;**
- **Presenza di insediamenti significativi per finalità di Protezione Civile (categorie da proteggere o da attivare);**
- **Presenza di insediamenti significativi per quantità di popolazione;**
- **Presenza di insediamenti significativi per valore;**
- **Presenza di infrastrutture;**
- **Ipotesi urbanistiche.**

2.3.1 - Invaso in località Loreto

L'invaso in questione ha uno sbarramento alto circa 5 metri ed un volume di invasivo stimato in circa 6000 m³; la categoria di appartenenza secondo la L.R. 25 del 06/10/2003 è TIPOLOGIA D, SOTTOCATEGORIA A2 ovvero "Invasi e piccole dighe con sbarramenti con altezza fino a dieci metri e con volume di invasivo fino a trenta mila metri cubi" (cfr. sito internet www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesa-suolo/dighe/index.htm).

Nel caso in oggetto, visto un volume di invasivo di circa 6000 m³, d sarà uguale a circa 0,6 km; i limiti dell'area sottoposta all'onda di piena in caso di crollo dell'opera, dedotti su base morfologica e fotointerpretativa, sono quindi stati tracciati in cartografia (vedi All. 4 Carta di Sintesi) fino alla suddetta distanza che coincide all'incirca con la confluenza del rio proveniente dall'invaso con l'Ar dovana. Non vi sono interferenze con i punti sopraccitati.

2.3.2 - Invaso in località Sulpiano

L'invaso in questione ha uno sbarramento alto circa 5 metri ed un volume di invasivo stimato in circa 17500 m³; la categoria di appartenenza secondo la L.R. 25 del 06/10/2003 è TIPOLOGIA D, SOTTOCATEGORIA A2 ovvero "Invasi e piccole dighe con sbarramenti con altezza fino a dieci metri e con volume di invasivo fino a trenta mila metri cubi" (cfr. sito internet www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesa-suolo/dighe/index.htm).

Nel caso in oggetto, visto un volume di invasivo di circa 17500 m³, d sarà uguale a circa 1,75 km; i limiti dell'area sottoposta all'onda di piena in caso di crollo dell'opera, dedotti su base morfologica e fotointerpretativa, sono quindi stati tracciati in cartografia (vedi All. 4 Carta di Sintesi) fino alla suddetta distanza interessando il fondovalle dell'Ar dovana fino a spingersi oltre località Cocetti e coinvolgere la porzione pianeggiante compresa tra la collina e la strada per Gabiano. Vi sono numerose interferenze con i punti sopraccitati così da gravare sullo stato del dissesto a carico del territorio a valle dell'invaso.

2.3.3 - Invaso in località Sambriano-Fontanina

L'invaso in questione ha uno sbarramento alto al massimo 3 metri ed un volume di invasivo stimato cautelativamente in circa 1000 m³; la categoria di appartenenza secondo la L.R. 25 del 06/10/2003 è TIPOLOGIA D, SOTTOCATEGORIA A2 ovvero "Invasi e piccole dighe con sbarramenti con altezza fino a dieci metri e con volume di invasivo fino a trenta mila metri cubi" (cfr. sito internet www.regione.piemonte.it/sit/argomenti/difesa-suolo/dighe/index.htm).

Nel caso in oggetto, visto un volume di invasivo di circa 1000 m³, d sarà uguale a circa 0,1 km ma in funzione della presenza di un impluvio e dell'acclività, la previsione è che l'onda possa raggiungere il fondovalle; i limiti dell'area sottoposta all'onda di piena in caso di crollo dell'opera, dedotti su base morfologica e fotointerpretativa, sono quindi stati tracciati in cartografia (vedi All. 4 Carta di Sintesi) fino al fondovalle lungo l'impluvio e quindi il rio "Fontanina", che risulta sufficientemente inciso nella parte terminale. Non vi sono interferenze rilevanti con i punti sopraccitati.



3 - CONCLUSIONI

L'analisi idraulica su base geomorfologica, associata ai dati geomorfologici disponibili dai precedenti studi ed ai nuovi controlli geomorfologici eseguiti, ha portato alla redazione di una serie di elaborati cartografici su base Carta Tecnica Regionale, nel quale vengono perimetrare in modo preciso le aree in dissesto (aree con pericolosità molto elevata o elevata) e le aree in frana (cfr. All.1).

In sintesi é possibile affermare che le verifiche condotte hanno – in generale – confermato solo in parte la compatibilità del quadro previsionale e vincolistico di PRG vigente, consentendo di definire come esaustiva e cautelativa la classificazione su base geologico-tecnica del territorio riportata all'“All.4-Carta di Sintesi”.

Lo studio ha evidenziato la necessità di prevedere un piano di manutenzione ordinaria da parte degli Enti competenti con contenimento della vegetazione localmente presente sui terreni demaniali e di effettuare locali interventi integrativi di sistemazione e difesa sul T. Ardozana, specie in corrispondenza di alcuni edificati (Sulpiano e Cocetti), attraversamenti o ponti; tali interventi di difesa dovrebbero essere inquadrati nell'ambito di uno studio di bacino ed essere volti alla difesa, per quanto possibile e conveniente, dei terreni in fregio al corso d'acqua.

Per quanto riguarda i dissesti di versante, sostanzialmente le perimetrazioni indicate nella BDG nel P.R.G. vigente concordano, in quanto a localizzazione dei dissesti, con quelle riscontrate nello studio geologico di variante. Tuttavia si é tentato di cartografare con la maggiore precisione possibile ogni dissesto, perimetrandolo in modo cautelativo specie ove le segnalazioni di letteratura risultano discordanti.

Alla luce degli approfondimenti condotti, in sede di verifica di compatibilità dello strumento urbanistico al PAI, é possibile affermare che le risultanze emerse, compendiate negli elaborati geologico-tecnici risultano aggiornare in modo esaustivo e preciso il quadro di dissesto, consentendo di utilizzare il presente studio come sostitutivo, a tutti gli effetti, del PAI.

Le varianti di Piano future dovranno pertanto tenere conto del nuovo quadro del dissesto individuato e conformarsi ad esso per quanto riguarda l'individuazione di nuove espansioni.

Si ribadisce, al fine della riduzione della pericolosità idraulica nei confronti delle infrastrutture pubbliche e private, l'esigenza di provvedere da parte della Pubblica Amministrazione ad un adeguato piano di manutenzione dei rii minori e dei corsi d'acqua pubblica ed in particolare del Torrente Ardozana.



APPENDICE

VERIFICHE IDRAULICHE ATTRAVERSAMENTI E PONTI SUL TORRENTE ARDOVANA E RIO GUARLASCO



1 - PREMESSA GENERALE

Nel presente documento, allegato in appendice alla relazione di verifica di compatibilità idraulica e geomorfologica del PRGC di Verrua Savoia (AL), viene illustrata la metodologia adottata ed il procedimento seguito per la verifica di alcuni attraversamenti e ponti in caso di piena di due rii minori del Fiume Po, il Torrente Ardovana ed il Rio Guarlasco

Le motivazioni che hanno indotto a realizzare il presente studio sono da ricondursi alla necessità di valutare il comportamento delle opere idrauliche considerate in caso di eventi di piena. Tale esigenza è emersa nella fase di approfondimento della relazione geologica e di dibattito tecnico con i competenti uffici regionali preposti all'attuazione della DGR 31-3749 del 6/8/2001 di verifica di compatibilità idraulica e geomorfologica dello strumento urbanistico al PAI.

La metodologia utilizzata nel presente studio è quella riportata nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica"(Allegato 1 del PAI) pubblicato sul "Bollettino ufficiale della regione Piemonte - Parte I e II"(Supplemento al numero 30 - 25 luglio 2002).

Una sintesi del metodo é riportata all'interno delle singole relazioni sui rii analizzati, affluenti in sponda destra della Po, ed alcuni concetti sono ripetuti nei diversi testi.



2 - TORRENTE ARDOVANA

2.1 - INQUADRAMENTO DELL'AREA E INTERVENTI PREVISTI

Il bacino del Torrente Ardovana si sviluppa principalmente nel comune di Verrua: il primo tratto è incassato tra i rilievi collinari, mentre la parte mediana e terminale si sviluppano in un fondovalle più ampio. Lungo il suo corso accoglie le acque di rii laterali dalle portate non trascurabili.

Le verifiche vengono effettuate su 6 opere idrauliche poste nel tratto medio-finale del corso d'acqua la cui posizione e geometria potrebbe causare in caso di eventi meteorici eccezionali allagamenti di aree urbanizzate.

I calcoli di portata descritti a seguire si riferiscono quindi a quattro diverse sezioni di chiusura del bacino del Torrente Ardovana:

- PO02: ponte nei pressi di borg. Casetto nelle cui vicinanze vi è un edificio residenziale;
- PO01: ponte per Fravagnano con immediatamente a valle un edificio residenziale in sponda destra;
- AG25: attraversamento verso l'ex pizzeria in località Rivalta;
- PO04: ponte in località Rivalta;
- AG23: attraversamento all'interno di Cocetti;
- PO06: ponte all'interno di Cocetti.

2.2 - CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO E DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE

Le caratteristiche morfometriche comprendono i caratteri geometrici di superficie e di altitudine del bacino in esame. Nella seguente Tabella sono sintetizzate le caratteristiche determinate per il bacino considerato:

| | PO02 | PO01 | AG25 | PO04 | AG23 | PO06 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Area (km ²) | 13.40 | 13.82 | 15.43 | 16.27 | 16.69 | 16.75 |
| Lunghezza (Km) | 5.63 | 6.08 | 6.98 | 6.98 | 7.64 | 7.72 |
| h _{max} (m) | 422 | 422 | 422 | 422 | 422 | 422 |
| h _{min} (m) | 167 | 165 | 158 | 157 | 148 | 147 |
| h _{med} | 273.4 | 272.4 | 268.9 | 268.4 | 263.9 | 263.4 |
| Pendenza (%) | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |

Caratteristiche morfometriche del bacino del T. Ardovana, con sezioni di chiusura sopra riportate

Sulla base di tali caratteristiche sono stati definiti i tempi di corrvazione (o tempo di ritardo), per il tratto di bacino corrispondente alle due sezioni di chiusura, quale parametro indispensabile per le successive valutazioni idrologiche.

Per il calcolo del tempo di corrvazione (t_c) è stato utilizzato il metodo di Giandotti.

La tipica formulazione di Giandotti è riportata di seguito:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 15L}{0.8\sqrt{H}}$$

dove :

t_c = tempo di corrvazione (ore);

A = area del bacino (km²);

L = lunghezza dell'asta principale (km);

H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m).



Il tempo di corrivazione finale è riportato a seguire:

| | PO02 | PO01 | AG25 | PO04 | AG23 | PO06 |
|----|------|------|------|------|------|------|
| Tc | 2.80 | 2.89 | 3.11 | 3.15 | 3.23 | 3.24 |

Tempi di corrivazione espressi in ore in corrispondenza delle sezioni di chiusura considerate

2.3 - DETERMINAZIONE DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE

La determinazione delle portate affluenti ad una determinata sezione di chiusura, in assenza di una serie storica di misure dirette su sezioni strumentate con idrometro, deve necessariamente passare attraverso metodi indiretti, che consentono di ottenere i valori della lama d'acqua defluita in funzione delle precipitazioni affluite al bacino preso in considerazione.

Pertanto, prima di determinare i valori di portata è stato necessario determinare i valori di altezza di precipitazione, procedimento effettuato sfruttando le metodologie e i dati contenuti nella "Direttiva Piena di Progetto" dell'Autorità di Bacino.

Per la suddetta direttiva la previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Si ricorda che con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Per determinare tali parametri sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nella stazioni di misura è stata effettuata sfruttando la legge del valore estremo del primo tipo, sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni.

Tale metodologia è quella riportata nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica" (Allegato 1 del PAI) pubblicato sul "Bollettino ufficiale della regione Piemonte - Parte I e II" (Supplemento al numero 30 - 25 luglio 2002). Tale documento fornisce uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette conducendo un'interpolazione spaziale con il metodo di Kringing dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

Tali dati sono stati estrapolati per il bacino del Torrente in studio applicando funzioni di analisi spaziale (attraverso interpolazione su un reticolo di 2 km di lato); analizzando la cartografia allegata al PAI emerge che la porzione di territorio su cui si estende il bacino del rio in esame è segnalata come "ambito idrografico di pianura".

Per semplicità e per aumentare il grado di cautelatività vengono utilizzati i valori del bacino più esteso per tutte le sezioni di chiusura:



| | Torrente Ardovana (PO06) |
|------------------|-------------------------------------|
| a ₂₀ | 51.453 |
| n ₂₀ | 0.248 |
| a ₂₀₀ | 75.431 |
| n ₂₀₀ | 0.234 |
| a ₅₀₀ | 84.889 |
| n ₅₀₀ | 0.23 |

Parametri "a" ed "n" estrapolati per il bacino del T. Ardovana con sezione di chiusura in corrispondenza di PO06.

Sulla base dei tempi di corrivazione determinati in precedenza, è stata calcolata, per ciascun tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione "critica" relativa al bacino sotteso, corrispondente alla pioggia di durata pari al tempo di corrivazione.

Tali valori sono stati riportati a seguire:

| | PO02 | PO01 | AG25 | PO04 | AG23 | PO06 |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| h ₂₀ | 66.408 | 66.965 | 68.162 | 68.394 | 68.806 | 68.861 |
| h ₂₀₀ | 95.963 | 96.722 | 98.352 | 98.669 | 99.229 | 99.304 |
| h ₅₀₀ | 107.552 | 108.388 | 110.183 | 110.532 | 111.149 | 111.231 |

Altezze di precipitazione critica (in mm)

2.4 - METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI DEL BACINO.

In assenza di stazioni di misura dirette di tale portata, è stato necessario adottare dei procedimenti indiretti che, partendo dalla valutazione degli afflussi, attraverso l'uso di formule empiriche, consentono di determinare i relativi deflussi caratteristici del bacino in esame.

Nel caso in esame, sono stati confrontati i valori di portata forniti dal metodo cinematico o razionale, basato sulle caratteristiche fisiografiche del bacino, sul suo tempo di corrivazione, sulla natura litologica dei terreni e sulle caratteristiche pluviometriche.

I tempi di corrivazione sono stati calcolati in precedenza.

| tipo di suolo | C | |
|---|---------------|-------|
| | uso del suolo | |
| | coltivato | bosco |
| Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso | 0,20 | 0,10 |
| Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili | 0,40 | 0,30 |
| Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile | 0,50 | 0,40 |

Valori del coefficiente di deflusso



Per quanto riguarda la determinazione del coefficiente di deflusso, che risulta essere l'elemento con maggiore "sensibilità", le caratteristiche di permeabilità e di uso del suolo del bacino inducono ad attribuire un valore pari a 0,4.

Il valore scelto risulta peraltro coerente con il contesto territoriale locale, debolmente antropizzato con presenza di boschi su ampie superfici del bacino, di colture e prati verso il fondovalle, caratterizzato da terreni di natura marnoso-argillosa, talvolta arenacea, e da pendenze modeste.

Al fine di ottenere dei dati di portata maggiormente cautelativi che tenessero conto anche di un eventuale trasporto solido si è infine optato per un fattore maggiorativo del 20% sulle portate ottenute con $C_d=0,4$.

Il calcolo delle portate di massima piena si basa sulla stima del tempo di corrivazione T_c .

Per tempo di corrivazione si intende il tempo necessario perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani dello stesso bacino imbrifero.

Il parametro T_c è una costante per ogni bacino, in quanto funzione della morfologia, della litologia e della copertura vegetale.

Come già visto in precedenza, il metodo di calcolo del T_c utilizzato è quello di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5 \times L}{\sqrt{H_m - H_0}}$$

dove:

A (km²) = superficie del bacino

L (km) = lunghezza asta principale

H_m (m s.l.m.) = altezza media del bacino sul livello del mare

H₀ (m s.l.m.) = altezza della sezione di chiusura del bacino sul livello del mare

Ottenuto il valore di T_c è possibile considerare la valutazione delle portate di massima piena al colmo. Il primo dato che è stato ricavato è l'altezza di afflusso meteorico (h) per un tempo di ritorno fissato, corrispondente a una durata uguale al tempo di corrivazione.

Il valore di h ricavato va quindi introdotto in una delle formule di valutazione della portata disponibili in letteratura.

Si può utilizzare la seguente formula:

Formula del metodo razionale (da D. Turazza):

$$Q = C_d \cdot h \cdot A / (3,6 T_c)$$

in cui:

C_d = coefficiente di deflusso

h = altezza ragguagliata (pari all'altezza di precipitazione relativa al tempo di corrivazione, per assegnato tempo di ritorno)

A = superficie del bacino

T_c = tempo di corrivazione

Pertanto, le portate misurate con metodo indiretto sono risultate le seguenti:

| | PO02 | PO01 | AG25 | PO04 | AG23 | PO06 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| C _d | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| Q ₂₀ | 35.34 | 35.54 | 37.60 | 39.24 | 39.53 | 39.57 |
| Q ₂₀₀ | 51.07 | 51.33 | 54.26 | 56.61 | 57.01 | 57.07 |
| Q ₅₀₀ | 57.24 | 57.52 | 60.78 | 63.42 | 63.85 | 63.93 |



| | | | | | | |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $Q_{20}^{20\%}$ | 42.41 | 42.64 | 45.12 | 47.09 | 47.43 | 47.49 |
| $Q_{200}^{20\%}$ | 61.28 | 61.59 | 65.11 | 67.93 | 68.41 | 68.48 |
| $Q_{500}^{20\%}$ | 68.68 | 69.02 | 72.94 | 76.10 | 76.62 | 76.71 |

Portate (in m^3/s) del T. Ardovana con $Cd=0,4$

2.5 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: PROCEDURA DI ANALISI

La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q \text{ (mc/s)} = A \times V_m;$$

dove:

A (mq) = area della sezione trasversale dell'alveo;

V_m (m/s) = velocità media della corrente.

Assumendo il criterio del moto uniforme, cioè immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell'alveo nella direzione della corrente, criterio valido in corsi d'acqua a debole pendenza, la velocità media della corrente può essere espressa dalla relazione (Gaukler-Strickler):

$$V_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2};$$

dove:

K_s ($m^{1/3}s^{-1}$) = coefficiente di resistenza di Strickler;

R_h (m) = raggio idraulico = A / Perimetro bagnato;

i (%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato.

Valutata la velocità della corrente, noto il valore dell'area della sezione del corso d'acqua, si può calcolare la portata smaltibile, da confrontare con la portata di piena di riferimento.

Il fattore K_s può essere valutato direttamente con la relazione, valida in particolare per torrenti e per i tratti medio-alti di fiumi:

$$K_s \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)} = 26 / d_{90}^{1/6};$$

ove:

d_{90} (m) = diametro del passante al 90%.

Per i valori di K_s in letteratura vengono indicativamente proposti i valori tabella a seguire.

Nella fattispecie è stato scelto un valore di K_s pari a $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, in base alle caratteristiche del corso d'acqua considerato.

Nella fattispecie per il calcolo della portata di massima piena del rio nonché la verifica dell'ampiezza delle aree allagabili in corrispondenza della sezione idraulica considerata è stato utilizzato il programma "Piena Win" (Versione 2.0 per Windows). Tale programma si basa sulla conoscenza dei dati pluviometrici e morfometrici riguardanti il bacino idrografico in esame, dati attraverso i quali è possibile stimare il coefficiente di deflusso e quindi effettuare il calcolo del bilancio idrologico dello stesso bacino.

Valutata quindi per ogni sezione l'altezza dell'onda piena in corrispondenza dei ponti di attraversamento è stato possibile verificare se alla luce dei risultati ottenuti, tali opere possano costituire un ostacolo allo smaltimento delle acque di piena, inducendo o meno inondazioni del territorio circostante. I calcoli sono stati effettuati per tempi di ritorno rispettivamente 20, 200 e 500 anni, per cui in base alle portate ottenute sono state individuate le aree inondate in relazione alle diverse altezze delle onde di piena.

I risultati ottenuti dalle simulazioni in moto uniforme, svolte con le metodologie sopra descritte, ovvero le verifiche di sezioni idrauliche in moto uniforme e tabelle di calcolo riassuntive, sono riportate a seguire.



| Tipo superficie | K_s ($m^{1/3}s^{-1}$) |
|--|---------------------------|
| CANALI APERTI ($R_h \approx 1$) | |
| <i>Rivestiti con:</i> | |
| conglomerati bituminosi | 57-75 |
| mattoni | 57-72 |
| calcestruzzo | 57-77 |
| pietrame ad opera incerta | 20-50 |
| pietre | 15-30 |
| <i>Scavati o dragati:</i> | |
| in terra diritti ed uniformi | 30-60 |
| in terra con curve uniformi | 20-50 |
| in terra senza manutenzione o in roccia | 20-50 |
| CORSI D'ACQUA MINORI ($R_h \approx 2$) (larghezza in piena < 30 m) | |
| con sezioni regolari | 20-45 |
| con sezioni irregolari | 15-25 |
| torrenti con pochi massi | 20-35 |
| torrenti con grossi massi | 15-25 |
| CORSI D'ACQUA MAGGIORI ($R_h \approx 4$) (larghezza in piena ≥ 30 m) | |
| con sezioni regolari | 30-45 |
| con sezioni irregolari | 20-30 |
| AREE GOLENALI | |
| a pascolo | 20-40 |
| coltivate | 20-50 |
| con vegetazione spontanea | 20-30 |

2.6 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: ANALISI DEI RISULTATI

Utilizzando i valori di portata, stimati secondo le caratteristiche morfometriche ed idrauliche del bacino, è emerso quanto segue:

PO02: ponte nei pressi di borg. Casetto. Il ponte in questione utilizzando i parametri morfometrici ed idraulici di cui sopra risulta verificato in caso di eventi di piena con Tr20, Tr200 e Tr500.

PO01: ponte per Fravagnano. Il ponte in questione utilizzando i parametri morfometrici ed idraulici di cui sopra risulta verificato in caso di eventi di piena con Tr20, Tr200 e Tr500.

AG25: attraversamento a Rivalta. L'attraversamento in questione utilizzando i parametri morfometrici ed idraulici di cui sopra risulta verificato in caso di eventi di piena con Tr20, Tr200. Non è verificato per Tr500.

PO04: ponte a Rivalta. Il ponte in questione utilizzando i parametri morfometrici ed idraulici di cui sopra risulta verificato in caso di eventi di piena con Tr20, Tr200 e Tr500.

AG23: attraversamento all'interno di Cocetti. L'attraversamento in questione utilizzando i parametri morfometrici ed idraulici di cui sopra non è verificato in caso di eventi di piena con Tr20, Tr200 e Tr500.

PO06: ponte all'interno di Cocetti. Il ponte in questione utilizzando i parametri morfometrici ed idraulici di cui sopra non è verificato in caso di eventi di piena con Tr20, Tr200 e Tr500.

A seguire si riportano le risultanze delle verifiche per le 6 opere idrauliche verificate.



3 - RIO GUARLASCO

In funzione della verifica degli attraversamenti AG02 e AG01 posti lungo il Rio Guarlasco al di sotto della SS 590, si riportano due studi: il primo realizzato per il progetto di PEC ZONA ZAC4-1, autorizzato (cap. 2.2) ed il secondo, effettuato dallo scrivente, utilizzando la metodologia PAI (cap. 2.3 e seguenti).

3.1 - INQUADRAMENTO DELL'AREA E INTERVENTI PREVISTI

Il bacino del Rio Guarlasco si sviluppa nel comune di Verrua. Nella parte alta si divide in due tratti tra loro confrontabili per caratteristiche morfometriche e idrauliche..

Le verifiche vengono effettuate su 2 opere idrauliche poste a ridosso della strada statale in corrispondenza della zona industriale in progetto la cui posizione e geometria potrebbe causare in caso di eventi meteorici eccezionali allagamenti di aree urbanizzate.

I calcoli di portata descritti a seguire si riferiscono quindi a due diverse sezioni di chiusura del bacino del Rio Guarlasco poste a poche decine di metri di distanza tra loro:

- AG02: attraversamento della vecchia strada (più a monte);
- AG01: attraversamento della statale (più a valle).

3.2 - RELAZIONE IDRAULICA PER IL PROGETTO DI PEC ZONA ZAC4-1

Per quanto riguarda il Rio Guarlasco, appena a valle degli attraversamenti in analisi è stato approvato il PEC ZAC4-1: al progetto in questione è stata allegato uno studio idraulico per verificare l'esondabilità dell'area.

Al fine della verifica degli attraversamenti, sono state recepite le portate individuate dal progettista del PEC Dott. Ing. Livio Martina.

| | | | |
|-----------------------------|-------|------|-------|
| Portata (m ³ /s) | 12,72 | 13,9 | 15,43 |
|-----------------------------|-------|------|-------|

Portate Rio Guarlasco secondo studio idraulico Progetto PEC

Per la verifica degli attraversamenti viene considerato un tratto d'alveo significativo , per la stima della pendenza, di circa 800 m/ in tal modo si ottiene un valore del 2,5%. A seguire si riporta una tabella riepilogativa dei dati morfometrici ed idraulici ripresi dal Dott. Martina. Tale studio idraulico viene riportato interamente allegato in calce alla presente relazione.

3.3 - CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO E DETERMINAZIONE DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE

Le caratteristiche morfometriche comprendono i caratteri geometrici di superficie e di altitudine del bacino in esame. Nella seguente Tabella sono sintetizzate le caratteristiche determinate per il bacino considerato:

| | rio Guarlasco (AG02) | rio Guarlasco (AG01) |
|-------------------------|----------------------|----------------------|
| Area (km ²) | 1,35 | 1,37 |
| Lunghezza (Km) | 1,94 | 1,99 |
| h _{max} (m) | 363 | 363 |
| h _{min} (m) | 168 | 167 |
| h _{med} | 247,35 | 246,85 |

Caratteristiche morfometriche del bacino del Rio Guarlasco, con sezioni di chiusura sopra riportate



Sulla base di tali caratteristiche sono stati definiti i tempi di corrivazione (o tempo di ritardo), per il tratto di bacino corrispondente alle due sezioni di chiusura, quale parametro indispensabile per le successive valutazioni idrologiche.

Per il calcolo del tempo di corrivazione (t_c) è stato utilizzato il metodo di Giandotti.

La tipica formulazione di Giandotti è riportata di seguito:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 15L}{0.8\sqrt{H}}$$

dove :

t_c = tempo di corrivazione (ore);

A = area del bacino (km²);

L = lunghezza dell'asta principale (km);

H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m).

Il tempo di corrivazione finale è riportato a seguire:

| | rio Guarlasco (AG02) | rio Guarlasco (AG01) |
|-------|-------------------------|-------------------------|
| T_c | 1,06 | 1,07 |

Tempi di corrivazione espressi in ore in corrispondenza delle sezioni di chiusura considerate

3.4 - DETERMINAZIONE DELLE ALTEZZE DI PRECIPITAZIONE

La determinazione delle portate affluenti ad una determinata sezione di chiusura, in assenza di una serie storica di misure dirette su sezioni strumentate con idrometro, deve necessariamente passare attraverso metodi indiretti, che consentono di ottenere i valori della lama d'acqua defluita in funzione delle precipitazioni affluite al bacino preso in considerazione.

Pertanto, prima di determinare i valori di portata è stato necessario determinare i valori di altezza di precipitazione, procedimento effettuato sfruttando le metodologie e i dati contenuti nella "Direttiva Piena di Progetto" dell'Autorità di Bacino.

Per la suddetta direttiva la previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Si ricorda che con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l'altezza d'acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Per determinare tali parametri sono state utilizzate le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. L'intervallo di durata tra 1 e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nella stazioni di misura è stata effettuata sfruttando la legge del valore estremo del primo tipo, sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per i tempi di ritorno di 20, 200 e 500 anni.



Tale metodologia è quella riportata nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica"(Allegato 1 del PAI) pubblicato sul "Bollettino ufficiale della regione Piemonte – Parte I e II"(Supplemento al numero 30 – 25 luglio 2002). Tale documento fornisce uno strumento per l'analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette conducendo un'interpolazione spaziale con il metodo di Kringing dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base ad un reticolo di 2 km di lato.

Tali dati sono stati estrapolati per il bacino del Torrente in studio applicando funzioni di analisi spaziale (attraverso interpolazione su un reticolo di 2 km di lato); analizzando la cartografia allegata al PAI emerge che la porzione di territorio su cui si estende il bacino del rio in esame è segnalata come "ambito idrografico di pianura".

Per semplicità e per aumentare il grado di cautelatività vengono utilizzati i valori del bacino più esteso per tutte le sezioni di chiusura:

| | rio Guarlasco (AG02 – AG01) |
|-----------|--|
| a_{20} | 52,10 |
| n_{20} | 0,242 |
| a_{200} | 76,18 |
| n_{200} | 0,227 |
| a_{500} | 85,67 |
| n_{500} | 0,223 |

Parametri "a" ed "n" estrapolati per il bacino del rio Guarlasco con sezione di chiusura in corrispondenza di AG02-AG01.

Sulla base dei tempi di corrivazione determinati in precedenza, è stata calcolata, per ciascun tempo di ritorno, l'altezza di precipitazione "critica" relativa al bacino sotteso, corrispondente alla pioggia di durata pari al tempo di corrivazione.

Tali valori sono stati riportati a seguire:

| | rio Guarlasco (AG02) | rio Guarlasco (AG01) |
|-----------|---------------------------------|---------------------------------|
| h_{20} | 52,846 | 52,99 |
| h_{200} | 77,203 | 77,4 |
| h_{500} | 86,8 | 87,017 |

Altezze di precipitazione critica (in mm)

3.5 - METODOLOGIA PER LA DETERMINAZIONE DEI DEFLUSSI DEL BACINO.

In assenza di stazioni di misura dirette di tale portata, è stato necessario adottare dei procedimenti indiretti che, partendo dalla valutazione degli afflussi, attraverso l'uso di formule empiriche, consentono di determinare i relativi deflussi caratteristici del bacino in esame.

Nel caso in esame, sono stati confrontati i valori di portata forniti dal metodo cinematico o razionale, basato sulle caratteristiche fisiografiche del bacino, sul suo tempo di corrivazione, sulla natura litologica dei terreni e sulle caratteristiche pluviometriche.

I tempi di corrivazione sono stati calcolati in precedenza.



| tipo di suolo | C | |
|---|---------------|-------|
| | uso del suolo | |
| | coltivato | bosco |
| Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso | 0,20 | 0,10 |
| Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili | 0,40 | 0,30 |
| Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile | 0,50 | 0,40 |

Valori del coefficiente di deflusso

Per quanto riguarda la determinazione del coefficiente di deflusso, che risulta essere l'elemento con maggiore "sensibilità", le caratteristiche di permeabilità e di uso del suolo del bacino inducono ad attribuire un valore pari a 0,5.

Il valore scelto risulta peraltro coerente con il contesto territoriale locale, debolmente antropizzato con presenza di boschi su ampie superfici del bacino, di colture e prati verso il fondovalle, caratterizzato da terreni di natura marnoso-argillosa, talvolta arenacea, e da pendenze modeste. Al fine di ottenere dei dati di portata maggiormente cautelativi che tenessero conto anche di un eventuale trasporto solido si è infine optato per aumentare la portata ottenuta con $C_d=0,5$ del 1/3 (ovvero del 33%).

Il calcolo delle portate di massima piena si basa sulla stima del tempo di corrivazione T_c .

Per tempo di corrivazione si intende il tempo necessario perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata di massima piena, partendo dai punti più lontani dello stesso bacino imbrifero.

Il parametro T_c è una costante per ogni bacino, in quanto funzione della morfologia, della litologia e della copertura vegetale.

Come già visto in precedenza, il metodo di calcolo del T_c utilizzato è quello di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \times \sqrt{A} + 1,5 \times L}{\sqrt{H_m - H_0}}$$

dove:

A (km²) = superficie del bacino

L (km) = lunghezza asta principale

H_m (m s.l.m.) = altezza media del bacino sul livello del mare

H₀ (m s.l.m.) = altezza della sezione di chiusura del bacino sul livello del mare

Ottenuto il valore di T_c è possibile considerare la valutazione delle portate di massima piena al colmo. Il primo dato che è stato ricavato è l'altezza di afflusso meteorico (h) per un tempo di ritorno fissato, corrispondente a una durata uguale al tempo di corrivazione.

Il valore di h ricavato va quindi introdotto in una delle formule di valutazione della portata disponibili in letteratura.

Si può utilizzare la seguente formula:

Formula del metodo razionale (da D. Turazza):

$$Q = C_d \cdot h \cdot A / (3,6 T_c)$$

in cui:

C_d = coefficiente di deflusso

h = altezza ragguagliata (pari all'altezza di precipitazione relativa al tempo di corrivazione, per assegnato tempo di ritorno)

A = superficie del bacino



T_c = tempo di corrivazione

Pertanto, le portate misurate con metodo indiretto sono risultate le seguenti:

| | rio Guarlasco (AG02) | rio Guarlasco (AG01) |
|------------------|----------------------|----------------------|
| C_d | 0,5 | 0,5 |
| Q_{20} | 9,34 | 9,40 |
| Q_{200} | 13,65 | 13,73 |
| Q_{500} | 15,35 | 15,44 |
| $Q_{20}^{+1/3}$ | 12,43 | 12,50 |
| $Q_{200}^{+1/3}$ | 18,15 | 18,26 |
| $Q_{500}^{+1/3}$ | 20,41 | 20,53 |

Portate (in m^3/s) del Rio Guarlasco.

3.6 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: PROCEDURA DI ANALISI

Le procedure di analisi sono le stesse per i due studi utilizzati.

La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q \text{ (mc/s)} = A \times V_m;$$

dove:

A (mq) = area della sezione trasversale dell'alveo;

V_m (m/s) = velocità media della corrente.

Assumendo il criterio del moto uniforme, cioè immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell'alveo nella direzione della corrente, criterio valido in corsi d'acqua a debole pendenza, la velocità media della corrente può essere espressa dalla relazione (Gaukler-Strickler):

$$V_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2};$$

dove:

K_s ($m^{1/3}s^{-1}$) = coefficiente di resistenza di Strickler;

R_h (m) = raggio idraulico = A / Perimetro bagnato;

i (%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato.

Valutata la velocità della corrente, noto il valore dell'area della sezione del corso d'acqua, si può calcolare la portata smaltibile, da confrontare con la portata di piena di riferimento.

Il fattore K_s può essere valutato direttamente con la relazione, valida in particolare per torrenti e per i tratti medio-alti di fiumi:

$$K_s \text{ (m}^{1/3}\text{s}^{-1}\text{)} = 26 / d_{90}^{1/6};$$

ove:

d_{90} (m) = diametro del passante al 90%.

Per i valori di K_s in letteratura vengono indicativamente proposti i valori della tabella a seguire.

Nella fattispecie è stato scelto un valore di K_s pari a $35 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per il fondo alveo e 52 per le sponde in calcestruzzo.

Nella fattispecie per il calcolo della portata di massima piena del rio nonché la verifica dell'ampiezza delle aree allagabili in corrispondenza della sezione idraulica considerata è stato utilizzato il programma "Piena Win" (Versione 2.0 per Windows).

Tale programma si basa sulla conoscenza dei dati pluviometrici e morfometrici riguardanti il bacino idrografico in esame, dati attraverso i quali è possibile stimare il coefficiente di deflusso e quindi effettuare il calcolo del bilancio idrologico dello stesso bacino.

Valutata quindi per ogni sezione l'altezza dell'onda piena in corrispondenza dei ponti di attraversamento è stato possibile verificare se alla luce dei risultati ottenuti, tali opere possano costituire un ostacolo allo smaltimento delle acque di piena, inducendo o meno inondazioni del territorio circostante. I calcoli sono stati effettuati per tempi di ritorno rispettivamente 20, 200



e 500 anni, per cui in base alle portate ottenute sono state individuate le aree inondate in relazione alle diverse altezze delle onde di piena.

I risultati ottenuti dalle simulazioni in moto uniforme, svolte con le metodologie sopra descritte, ovvero le verifiche di sezioni idrauliche in moto uniforme e tabelle di calcolo riassuntive, sono riportate a seguire.

| Tipo superficie | K_s ($m^{1/3}s^{-1}$) |
|--|---------------------------|
| CANALI APERTI ($R_h \approx 1$) | |
| <i>Rivestiti con:</i> | |
| conglomerati bituminosi | 57-75 |
| mattoni | 57-72 |
| calcestruzzo | 57-77 |
| pietrame ad opera incerta | 20-50 |
| pietre | 15-30 |
| <i>Scavati o dragati:</i> | |
| in terra diritti ed uniformi | 30-60 |
| in terra con curve uniformi | 20-50 |
| in terra senza manutenzione o in roccia | 20-50 |
| CORSI D'ACQUA MINORI ($R_h \approx 2$) (larghezza in piena < 30 m) | |
| con sezioni regolari | 20-45 |
| con sezioni irregolari | 15-25 |
| torrenti con pochi massi | 20-35 |
| torrenti con grossi massi | 15-25 |
| CORSI D'ACQUA MAGGIORI ($R_h \approx 4$) (larghezza in piena ≥ 30 m) | |
| con sezioni regolari | 30-45 |
| con sezioni irregolari | 20-30 |
| AREE GOLENALI | |
| a pascolo | 20-40 |
| coltivate | 20-50 |
| con vegetazione spontanea | 20-30 |

3.7 - VERIFICA DI SEZIONI D'ALVEO: ANALISI DEI RISULTATI

Utilizzando i valori di portata, stimati secondo le caratteristiche morfometriche ed idrauliche del bacino, è emerso quanto segue:

AG02: attraversamento a monte - Progetto PEC. L'attraversamento in questione utilizzando un $C_d=0,5$ e aumentando la portata di $1/3$ per compensare il trasporto solido risulta verificato.

AG02: attraversamento a monte - Verifica attraversamenti. L'attraversamento in questione utilizzando un $C_d=0,5$ e aumentando la portata di $1/3$ per compensare il trasporto solido risulta verificato.

AG01: attraversamento a valle-Progetto PEC. L'attraversamento in questione utilizzando un $C_d=0,5$ e aumentando la portata di $1/3$ per compensare il trasporto solido risulta verificato.

AG01: attraversamento a valle-Verifica attraversamenti. L'attraversamento in questione utilizzando un $C_d=0,5$ e aumentando la portata di $1/3$ per compensare il trasporto solido risulta verificato.

A seguire si riportano le risultanze delle verifiche per le 2 opere idrauliche verificate.