REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA

COMUNE DI CASSINE

INDAGINE GEOLOGICA CON ADEGUAMENTO P.S.F.F. E VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA E IDROGEOLOGICA P.A.I.

RELAZIONE GEOLOGICO - TECNICA

(Rev. 05/2010 a seguito pareri Arpa prot. 11111/04.07 B.B.I. 16/00034-2009 del 02/02/10)

STUDIO TECNICO FOGLINO

di FOGLINO Dr. Geol. Luigi, FOGLINO Dr. Arch. Daniela e LOVISOLO Dr. Geol Mario
ACQUI TERME - AL - via Togliatti n. 8 - tel. 0144/356176 - fax 0144/350344 – e mail studio.foglino@virgilio.it

INDICE

- PREMESSA - 1
1.) RELAZIONE STORICA 2
2.) TABELLA CRONOLOGICA 5
3.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO 10
3.1.) Depositi sedimentari del Bacino Terziario Piemontese e del Bacino Padano 10
3.2.) Depositi Quaternari 12
4.1) Caratteristiche geomorfologiche generali del bacino del F. Bormida 15
4.2) Caratteri morfometrici del bacino del F. Bormida 17
4.3.) Analisi del reticolo idrografico secondario 18
4.3.1.) Rio Caranzano 18
4.3.2.) Rio Bicogno (o Bonvicino) 18
4.3.3.) Rio Cervino 18
4.4.) Acclività 19
5.) LINEAMENTI METEOCLIMATICI 20
5.1.) Caratteristiche e condizioni pluviometriche 20
5.2.) Termometria 22
5.3.) Evapotraspirazione e deficit idrici 22
5.4.) Classificazione climatica 24
6.) VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA P.A.I. 25
6.1.) Dinamica di carattere torrentizio 25
6.2.) Precipitazioni critiche - Eventi alluvionali recenti 25
6.3.) Elaborazione statistica precipitazioni di breve durata 27
6.4.) Portate al colmo massime – F. Bormida 31
6.5.) Portate di progetto per l'idrografia minore 32
6.6.) Verifica idraulica sui corsi d'acqua demaniali appartenenti all'idrografia secondaria 34
6.7.) Risultati relativi alle verifiche idrauliche 57
6.8.) Tracciamento della Fascia B di naturalità per il fiume Bormida 58
6.9.) Valutazione delle condizioni di affluenza dei rii demaniali nel F. Bormida 60
7.) VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA P.A.I. 61
7.1.) Processi gravitativi e condizioni generali di dissesto idrogeologico 61
7.2.1.) Forme di degradazione dei versanti. 61
7.2.2.) Forme fluviali e torrentizie 69
7.3.) Verifica di compatibilità con le indicazioni cartografiche P.A.I. 71
8.) OPERE DI DIFESA IDRAULICA CENSITE – SISTEMA S.I.C.O.D. 72
8.1.) Fiume Bormida 72
8.2.) Rio Cervino 73
8.3.) Rio Verzenasco 73
8.4.) Rio Valgrana 73
8.5.) Rii Bonvicino – Valdanzano – Bicogno 74
8.6.) Rio Boschella 74
8.7.) Rio Caranzano 75
9.) IDROGEOLOGIA 76
10.) CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA 79
11.) PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA 81
12.) PRESCRIZIONI OPERATIVE PER GLI INTERVENTI PREVISTI DAL P.R.G. NELLE VARIE PARTI DEL TERRITORIO IN RAPPORTO ALLE CLASSI D'IDONEITA' D'USO E ALLE CONDIZIONI DI DISSESTO. 83
12.1) Norme per gli interventi nell'ambito delle varie classi di pericolosità geomorfologica 83
12.2 Limitazioni d'uso derivanti dalle attuali condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico 87
12.3 Norma per la tutela idrogeologica 89
12.4 Norme per le Fasce Fluviali 90
12.5 Norme per l' Area a rischio idrogeologico molto elevato 96
TIPI DI INTERVENTI EDILIZI (VEDI ANCHE CIRC. P.G.R. DEL PIEMONTE N.5/SG/URB DEL 27/4/1984 100
12.6.) Individuazione tipologica degli interventi di minimizzazione della pericolosità delle classi IIIb individuate in Tav. 7 101
13.) TUTELA DEL TERRITORIO COLLINARE 106
14.1.) Aree interessate da elementi di pericolosità derivanti da problemi di carattere geostatico e/o di versante 108
14.2.) Aree interessate da elementi di pericolosità derivanti da prolungato ristagno delle acque meteoriche e allagamenti a bassa energia 109

Allegati nel testo:

- n. 2 Tavole relative ai rilievi geometrici di attraversamenti e ponti sulle acque pubbliche (Tavv. A e B);
- n. 1 Tavola relativa all'ubicazione dei dati idrometrici dell'Autorità di Bacino relativi al F. Bormida (Tav. C);
- schede di censimento dei fenomeni franosi;
- schede di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica;
- Schede di rilevamento S.I.C.O.D..

ALLEGATI:

Tav. 1) Carta geologico - strutturale. - scala 1:10.000
Tav. 2) Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore. - scala 1:10.000
Tav. 3) Carta geoidrologica. - scala 1:10.000
Tav. 4) Carta dell'acclività. - scala 1:10.000
Tav. 5) Carta delle opere di difesa idraulica censite. - scala 1:10.000
Tav. 6) Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni. - scala 1:10.000
Tav. 7) Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica - scala 1:10.000

- PREMESSA -

Con la presente, a seguito dell'incarico conferito da Comune di Cassine con deliberazione G.C. n….. del …….., per l'espletamento di indagini geologiche relative alla Variante obbligatoria al P.R.G. vigente con adeguamento Piano Stralcio Fasce Fluviali e verifiche di compatibilita' idraulica ed idrogeologica del P.A.I., vengono analizzate le caratteristiche fisiche del territorio in ottemperanza a quanto disposto dalla Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7/LAP del 06.05.1996 "*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*." e a quanto previsto dalla L.R. n. 72/95 art. 14.

Lo studio in esame, tramite specifici rilievi geologici, geomorfologici, idrogeologici e di carattere litotecnico sul terreno, coadiuvati dall'analisi fotogeologica del territorio, tenuto conto anche dei risultati di precedenti indagini di carattere idrogeologico, geotecnico e di dati storici, perviene ad una sintesi di carattere geologico tecnico generale che fornisce i parametri atti ad una migliore fruibilità del territorio sotto il profilo urbanistico.

A tal fine è opportuno premettere i concetti di rischio geologico e di pericolosità come definiti dalla C.P.G.R. n. 7/LAP/96:

- Concetto di rischio geologico (da GOVI M. in Banca dati Geologica pp. 17-18).
"Secondo la più recente letteratura internazionale (Tung & Mays 1981, U.S. Geol. Survey 1982, Projet Duti 1983, Cancelli 1983, Haymes 1984, Varnes 1984, Hartlen & Viberg 1988, Einstein 1988), il rischio geologico è definito dalla probabilità che un determinato evento naturale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo ed alle sue attività.
La valutazione in termini probabilistici dell'instabilità potenziale, indipendentemente dalla presenza antropica, definisce invece il grado di pericolosità di una certa area in funzione della tipologia, della quantità e della frequenza dei processi che vi si possono innescare.
La pericolosità, dunque, si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socio - economico da valutarsi in relazione all'indice di valore attribuibile a ciascuna unità territoriale. Tale misura di valore socio - economico integra i parametri indicatori dei processi naturali nella determinazione dei diversi livelli di rischio."

L'analisi dei fenomeni naturali è stata sviluppata, tenuto conto anche dei dati storici e delle opere e azioni antropiche presenti o svolte in corrispondenza e nell'intorno delle zone più sensibili del territorio, per una valutazione complessiva anche della vulnerabilità derivante da inadeguatezza o inefficienza degli interventi realizzati dall'uomo.

I vari elementi geologici, geomorfologici e di dissesto relativi al territorio di Cassine, trattati nei paragrafi seguenti, sono stati raggruppati secondo alcuni tematismi che hanno consentito la redazione delle seguenti carte in scala 1:10.000:

Tav. 1) Carta geologico – strutturale;
Tav. 2) Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore;
Tav. 3) Carta geoidrologica;
Tav. 4) Carta dell'acclività;
Tav. 5) Carta delle opere di difesa idraulica censite;
Tav. 6) Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni;
Tav. 7) Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica.

1.) RELAZIONE STORICA

L'indagine retrospettiva eseguita in conformità alla Circolare 7 LAP del 06/05/1996, ha consentito di dedurre situazioni ambientali relative all'evoluzione geomorfologica del territorio di Cassine nel corso dei secoli.

I dati e le informazioni raccolte provengono dal resoconto "Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano; da "Cassine - Note di analisi Storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di Sergio Arditi e Gianfranco Cuttica di Revigliasco, da "Eventi alluvionali in Piemonte 1994-96" della Regione Piemonte e da "Raccolta e analisi dei dati storici per la prevenzione del rischio geologico nella piana alessandrina" del Settore Studi e Ricerche Geologiche Sistema Informativo Prevenzione Rischi della Regione Piemonte.

Il dissesto prevalente risulta l'alluvione, mentre riguardo ai danni derivati, vengono descritte rotture di argini, sponde e ponti, oltre a gravi disagi alla viabilità, alle colture e a fabbricati di civile abitazione.

Considerando gli eventi nei vari secoli, in ordine cronologico il primo fenomeno riportato risale all'autunno 1567, quando un'inondazione dei fiumi Tanaro e Bormida distrusse campi e case, provocando numerose vittime.

La successiva informazione riportata é datata 3 dicembre 1596: una terribile inondazione del Fiume Bormida in Reg. Betale provocò la quasi totale distruzione di un ponte ubicato in territorio di Gamalero, che riuscì in parte a salvarsi grazie alla resistenza di un ponte ubicato in ambito Cassinese, in seguito non più rilevato dai documenti catastali.

Da una documentazione del 1670 venne rilevata una mutazione dell'alveo del Fiume Bormida tra Cassine e Castelnuovo, che provocò la separazione da quest'ultimo di *"circa 8 moggia di terra dell'isoletta"*, lasciandole unite al territorio Cassinese.

Un Atto del Comune di Cassine del 3 settembre 1715 fa riferimento alla visita del Podestà *"sul luogo della discorenza dell'alveo derelitto dalla Bormida nella contrada del Roncho esistente tra questo territorio et quello di Rivalta".*

Il 25 novembre 1746 si legge che, tra Castelnuovo B. e Cassine *"stante l'escrescenza del fiume Bormida in questa notte seguita il reggio ponte che si ritrova sopra detto fiume é stato circa le ore nove asportato".*

Sul finire del XVIII secolo, il 28 settembre 1798, furono segnalati *"guasti causati dall'acque"* alla strada reale; venne richiesto, inoltre, di *"formare alla massima prestezza possibile un ponte provvisionale di legnami sopra il Rio del Caranzano (in sostituzione di quello) dalla estraordinaria escrescenza delle acque di esso Rio esportato"*. I fondi coltivi furono danneggiati *"dall'escrescenza della Bormida e da varj Rij"* e fu anche danneggiato il molino natante del Ronco, sul Fiume Bormida.

Trascorsi meno di tre anni, nel febbraio 1801 alcune località di Cassine furono colpite da un'ennesima inondazione del Bormida.

Il 29 ottobre 1815 la piena del Rio Caranzano presso Cassine dissestò l'opera di attraversamento lungo la Strada Reale di Savona, depositandovi *"un forte ghiaione"*. Il Rio Cervino produsse una profonda erosione nel corpo della strada medesima e anche i fossi furono *"quasi tutti otturati, ed inghiaiati"*.

Segnalata, due anni più tardi, nel 1817 una diffusa esondazione del Fiume Bormida sul territorio di Cassine.

Si legge ancora, in data 16 febbraio 1824: *"in seguito alle replicate escrescenze del Fiume Bormida occorse nel giorno sedeci e successive avrebbe avuto luogo una forte corrosione...nella regione del Ronco"*.

Dal Consiglio del Comune di Cassine si apprende che *"il Sig. Sindaco rappresenta avere egli percorso queste strade comunali, ed avere riconosciuto esistere diversi guasti a causa delle acque per scoscendimenti di terra sulla strada Sottorocca...corrosione del rivo Bicognio"* lungo la strada del Cimitero; *"guasti dal straripamento della Bormida sulla strada...tendente al Comune di Castelnuovo..."* a seguito delle piogge cadute tra i giorni 12-19 febbraio 1843.

Ancora un'ennesima piena del Bormida in varie località del territorio comunale avvenuta l'8 giugno 1848.

In seguito alle forti piogge cadute tra i giorni 18 e 21 ottobre 1857 *"immensi furono i danni...e colla cosparsione di sabbia"*.

Il 7 gennaio 1863 alcuni piccoli franamenti interruppero la Via Maestra e le strade Collinara e di Alice.

Nei giorni 1-2 dicembre 1872 a Cassine si lamentarono *"guasti avvenuti alle strade comunali...di continuata pioggia...Sulla strada del Portello due frane a valle...rovina di tutto il muraglione a monte...Sulla strada del Campo Santo disalveamento del Rio Bicogno...Sulla Strada di Alice diverse frane a monte...sulla Strada della Collinara due frane a monte...altra frana a valle...Sulla Strada della Ciocca tre frane a valle...altre tre nel prato dietro il Convento...Sulla strada di Sant'Andrea frane otto lungo la sponda a monte...altre frane a valle"*.

Gli Atti del Comune di Cassine, all'inizio dell'anno 1873, trattano di riparazioni a tratti di strada interrotti da frane *"nel mese di novembre, e così anche pei guasti avvenuti nei successivi mesi di dicembre, e gennaio, come pure...alla frana del luogo sotto S. Giorgio"*.

Tra il 30 giugno e il 1° luglio 1882 il Rio Bicogno alluvionò l'abitato di Cassine e vi abbatté un edificio, provocando danni al Campo Santo e alle sue adiacenze.

Nei primi di marzo 1892 alcuni franamenti interruppero le strade della Collinara, di S. Andrea e una via del concentrico.

Il XX secolo si apre con una notizia che vede ancora protagonista il Fiume Bormida che, in data 4 ottobre 1901, abbandonò un alveo secondario tra Sezzadio e Cassine.

Trascorso meno di un anno, il 27 agosto 1902, viene ricordata una *"repentina piena della Bormida...giunta alla chiavica di Cassine alle ore 6, tuttavia contenuta entro le sponde..."*.

Dall'Archivio Comunale si apprende che il 6 agosto 1947, in una lettera del Soprintendente ai Monumenti del Piemonte, venne assicurato un sopralluogo per verificare i danni *"causati dall'uragano al terreno adiacente alla Chiesa di San Francesco"*.

Alcuni mesi più tardi, il 28 gennaio 1948, il Sindaco di Cassine trasmise alla Soprintendenza dell'Arte Medioevale e Moderna e, per conoscenza, all'Ufficio del Genio Civile di Alessandria, una "Relazione di Perizia" del tecnico comunale, riguardante una frana di notevole entità che minacciava la chiesa e la strada di accesso alla Ciocca, dovuta a infiltrazioni d'acqua, alla mancanza di alberatura nel vallone e alla carenza di canalizzazioni per le acque piovane.

Tra il 9 e il 12 novembre 1951 una lunata del Bormida si aprì appena a monte dell'imbocco del canale Carlo Alberto.

A seguito dell'evento alluvionale dell'ottobre 1966, dall'articolo pubblicato da "Il Piccolo" si legge: *"Un nubifragio di inaudita violenza si è abbattuto nella notte tra sabato e domenica su (….) Cassine…. Il bilancio dell'alluvione è particolarmente grave: due persone decedute, ponti crollati, decine e decine di cascine invase dalle acque, terreni allagati (anche per l'enorme ingrossamento del Rio Cervino…"* che produce*" danni consistenti lungo il loro corso). La Bormida ingrossatasi improvvisamente in una decina di minuti, ha superato gli argini allagando centinaia di ettari di terreno. (…)"*.

Testimonianze verbali raccolte in loco parlano di numerose cascine allagate presso il Concentrico (Rio Bicogno) dove l'acqua raggiunge il battente di 1.5m invadendo le cascine a monte della S.S. n.30. Presso Reg. Valdanzana (rio omonimo) e Viagirosa (Rio Valgrana) l'acqua raggiunge il battente di 1m. Più a N presso C. Roggero l'acqua di esondazione del Rio Verzonasco invade un edificio.

Durante l'evento alluvionale del 1-4 novembre 1968 l'esondazione del Fiume Bormida colpì il territorio di Cassine su 130 ettari.

Nei giorni 19-20 febbraio 1972 furono segnalati danni imprecisati all'agricoltura, fabbricati e strade.

Il 6 ottobre 1977 un ennesimo evento alluvionale si abbatté sul territorio di Cassine, un articolo pubblicato su "Il Piccolo" raccontò: *"L'alluvione abbattutasi improvvisa nella notte tra giovedì e venerdì sul territorio meridionale dell'alessandrino ha provocato danni calcolati sui 100 miliardi di lire. (…) Il Fiume Bormida uscito dall'alveo ha seminato ovunque distruzione e morte; l'Orba ha invaso centinaia di ettari di terreno bloccando le comunicazioni in più punti"…."(Tra) i comuni dell'alessandrino colpiti risulta Cassine"… "Si è trattato dei casi di allagamento di case e terreni, crollo di alberi, vigneti distrutti, strade interrotte, caduta di frane, perdita di capi di bestiame travolti dalla furia delle acque".*

Da segnalare per il giorno 19 ottobre 1988 lo straripamento del Rio Valdanzano.

Le aree inondate con l'evento alluvionale 1994, dedotte dalla Banca dati geologica della Regione Piemonte, sono stati riportati in Tav. 2.

Nel settore di fondovalle compreso tra Strevi e Sezzadio sono state allagati vaste aree coltivate: la fascia occupata dalla piena è stata compresa tra un minimo di 750 m ed un massimo di 1900 e le acque hanno raggiunto livelli di circa 1.20 - 1.70 m. rispetto alle minime quote topografiche.

Il Bicogno esondò presso il concentrico allagando la zona del Bocciodromo.

2.) TABELLA CRONOLOGICA

Giorno Mese Anno	Area	Dissesto	Danno	Note	Fonte
autunno 1567	Territorio di Cassine	Inondazione di Tanaro e Bormida	Distrutti campi e case, numerose le vittime		"Cassine - Note di analisi storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e Cuttica di Revigliasco
3 dicembre 1596	Reg. Betale	Piena del Fiume Bormida	Quasi totalmente distrutto un ponte ubicato in territorio di Gamalero, salvato in parte grazie alla resistenza di un ponte ubicato in Cassine	in seguito il ponte non é stato più rilevato dai documenti catastali	"Cassine - Note di analisi storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e Cuttica di Revigliasco
1670	Territorio di Cassine	Mutazione d'alveo del Fiume Bormida	la mutazione documentata dell'alveo del Bormida tra Cassine e Castelnuovo, ha provocato la separazione da quest'ultimo di *"circa 8 moggia di terra dell'isoletta"*, lasciandole unite al territorio Cassinese		"Cassine - Note di analisi storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e Cuttica di Revigliasco
3 settembre 1715	Territorio di Cassine		Visita del Podestà *"sul luogo della discorenza dell'alveo derelitto dalla Bormida nella contrada del roncho esistente tra questo territorio et quello di Rivalta"*	informazione tratta da un Atto del Comune di Cassine	"Cassine - Note di analisi storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e Cuttica di Revigliasco
25 novembre 1746	Territorio di Cassine		tra Castelnuovo e Cassine *"stante l'escrescenza del Bormida in questa notte … il reggio ponte che si ritrova sopra detto fiume é stato circa le ore 9 asportato"*		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
1762	Gavonata		La zona di Gavonata in una mappa del 1762, é indicata come una delle più soggette ad alluvioni, ed ha subìto notevoli cambiamenti della sua configurazione topografica		"Cassine - Note di analisi storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e Cuttica di Revigliasco

28 settembre 1798	Territorio di Cassine	Piena del Rio Caranzano	*"guasti causati dall'acque"* alla strada reale; richiesto, di *"formare alla massima prestezza possibile un ponte provvisionale di legnami sopra il Rio del Caranzano dalla estraordinaria e-screscenza delle acque di esso Rio esportato"*	danneggiati i fondi coltivi *"dall' escrescenza della Bormida e da varj Rij"*. Danni anche al molino natante del Ronco, sulla Bormida	"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano
febbraio 1801	Territorio di Cassine	Piena del Fiume Bormida	Colpite dall'esondazione alcune località di Cassine		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
29 ottobre 1815	Territorio di Cassine	Piena del Rio Caranzano	Dissestata l'opera di attraversamento lungo la Strada Reale di Savona, depositando *"un forte ghiaione"*. Profonda erosione del Rio Cervino nel corpo della strada	danni anche ai fossi *"quasi tutti otturati, ed inghiaiati"*	"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano
1817	Territorio di Cassine	Esondazione della Bormida			"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
16 febbraio 1824	Territorio di Cassine	Esondazione della Bormida	*"in seguito alle replicate escrescenze del Bormida ... avrebbe avuto luogo una forte corrosione nella Reg. del Ronco"*		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
12-19 febbraio 1843	Territorio di Cassine	Forti piogge	*"il Sindaco rappresenta avere egli percorso queste strade comunali, ed avere riconosciuto esistere diversi guasti a causa delle acque per scoscendimenti di terra sulla strada Sottorocca ... corrosione del rivo Bicognio"* lungo la strada del Cimitero; *"guasti dal straripamento della Bormida sulla strada ... tendente a Castelnuovo..."*	informazione tratta dal Consiglio Comunale	"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano
8 giugno 1848	Territorio di Cassine	Esondazione della Bormida			"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
18 - 21 ottobre 1857	Territorio di Cassine	Forti piogge	*"immensi furono i danni...e colla cosparsione di sabbia"*		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D.o Tropeano
7 gennaio 1863	Territorio di Cassine	Frane	Interrotte da piccoli franamenti la Via Maestra, le strade Collinara e di Alice		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano

1-2 dicembre 1872	Territorio di Cassine		*"guasti alle strade comunali ... di continuata pioggia. ... Sulla strada del Portello due frane a valle ... rovina di tutto il muraglione a monte ... Sulla strada del Campo Santo disalveamento del Rio Bicogno ... Sulla Strada di Alice diverse frane a monte ... sulla strada della Collinara due frane a monte ... altra frana a valle. Sulla Strada della Ciocca tre frane a valle ... altre tre nel prato dietro il Convento ... Sulla strada di Sant'Andrea frane 8 lungo la sponda a monte ... altre frane a valle"*		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano
inizio 1873	Territorio di Cassine	Frane	Riparati tratti di strada interrotti da frane *"nel mese di novembre, e così anche pei guasti avvenuti nei successivi mesi di dicembre, e gennaio, come pure ... alla frana del luogo sotto S. Giorgio"*	informazione tatta dagli Atti del Comune di Cassine	"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano
30 giugno - 1° luglio 1882	Territorio di Cassine	Esondazione del Rio Bicogno	Alluvionato l'abitato, abbattuto un edificio, danni anche al Campo Santo e alle sue adiacenze		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
primi di marzo 1892	Territorio di Cassine	Frane	Interrotte da alcuni franamenti le strade della Collinara, di S. Andrea e una via del concentrico		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
4 ottobre 1901	Territorio di Cassine	Piena del Bormida	il Bormida in piena abbandona un alveo secondario tra Sezzadio e Cassine		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
27 agosto 1902	Territorio di Cassine	Esondazione del Rio Bicogno	Una *"repentina piena della Bormida...giunta alla chiavica di Cassine alle ore 6, tuttavia contenuta entro le sponde..."*		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di Domenico Tropeano
6 agosto 1947	Territorio di Cassine		in una lettera del Soprintendente ai Monumenti del Piemonte, viene assicurato un sopralluogo per verificare i danni *"causati dall'uragano al terreno adiacente alla Chiesa di San Francesco"*	informazione tratta dall'Archivio Comunale	"Cassine - Note di analisi Storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e G. Cuttica di Revigliasco

28 gennaio 1948	Territorio di Cassine		il tecnico comunale indica, in una "Relazione di Perizia", una frana di notevole entità che minaccia la chiesa e la strada di accesso alla Ciocca, dovuta a infiltrazioni d'acqua, alla mancanza di alberatura nel vallone e alla carenza di canalizzazioni per le acque piovane	Trasmessa la "Relazione di Perizia" alla Soprintendenza Arte Medioevale e Moderna e per conoscenza all' Ufficio del Genio Civile di AL	"Cassine - Note di analisi Storica, territorio, insediamenti rurali e concentrico" di S. Arditi e G. Cuttica di Revigliasco
9-12 novembre 1951	Territorio di Cassine		Aperta una lunata del Bormida appena a monte dell'imbocco del canale Carlo Alberto		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
ottobre 1966		evento alluvionale	*"Un nubifragio di inaudita violenza si è abbattuto… su (….) Cassine…. Il bilancio è particolarmente grave: due persone decedute, ponti crollati, decine e decine di cascine invase dalle acque, terreni allagati (anche per l'enorme ingrossamento dei Rii Cervino e Stanavasso, che producono danni consistenti lungo il loro corso). La Bormida ingrossatasi improvvisamente… ha superato gli argini allagando centinaia di ettari di terreno…."*	Informazione tratta dall'articolo pubblicato da "Il Piccolo"	"Raccolta e analisi dei dati storici per la prevenzione del rischio geologico nella Piana Alessandrina" del Settore Studi e Ricerche Geologiche Sistema Informativo Prevenzione Rischi della Reg. Piemonte
ottobre 1966		evento alluvionale	Vengono allagate numerose cascine presso il Concentrico (Rio Bicogno), Valdanzano (rio omonimo) Viagirosa (Rio Valgrana) C. Roggero (Rio Verzenasco)		Testimonianze verbali raccolte in loco
1-4 novembre 1968	Territorio di Cassine	evento alluvionale	Esondazione del Bormida su 130 ettari		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
19-20 febbraio 1972	Territorio di Cassine		Segnalati danni imprecisati all'agricoltura, fabbricati e strade		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano

6 ottobre 1977	Territorio di Cassine	evento alluvionale	*"L'alluvione abbattutasi improvvisa … sul territorio meridionale dell'alessandrino ha provocato danni calcolati sui 100 miliardi di lire. (…) Il Bormida uscito dall'alveo ha seminato ovunque distruzione e morte; l'Orba ha invaso centinaia di ettari di terreno bloccando le comunicazioni in più punti" …. "(Tra) i comuni dell'alessandrino colpiti risulta Cassine"…"Si è trattato dei casi di allagamento di case e terreni, crollo di alberi, vigneti distrutti, strade interrotte, caduta di frane, perdita di capi di bestiame travolti dalla furia delle acque"*	Informazione tratta da un articolo pubblicato su "Il Piccolo"	"Raccolta e analisi dei dati storici per la prevenzione del rischio geologico nella Piana Alessandrina" del Settore Studi e Ricerche Geologiche Sistema Informativo Prevenzione Rischi della Reg. Piemonte
6 ottobre 1977	Territorio di Cassine	evento alluvionale	Straripa il Rio Bicogno, allagamenti registrati in prossimità del cimitero con interessamento della S.S. n. 30.		Testimonianza verbale raccolta in loco
19 ottobre 1988	Territorio di Cassine		Straripamento del Rio Valdanzano		"Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida, studio retrospettivo" di D. Tropeano
novembre 1994	Territorio di Cassine	Evento alluvionale	Allagate vaste zone coltivate e riattivato il meandro tra Cassine e Sezzadio abbandonato nel 1901		"Eventi alluvionali in Piemonte" della Regione Piemonte
novembre 1994	Territorio di Cassine	Evento alluvionale	Il Bicogno esonda presso il concentrico allagando la zona del Bocciodromo		Testimonianza verbale raccolta in loco

3.) INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio del Comune di Cassine appartiene alla terminazione settentrionale del settore collinare dell'Alto Monferrato ed è geologicamente rappresentato dalle formazioni tardo terziarie (miocene sup – pliocene inf.) del Bacino Terziario Piemontese, dalle formazioni plioceniche del Bacino Padano e dai depositi quaternari (pleistocene - olocene) dei vari cicli fluviali.

Le sequenze sedimentarie terziarie di ambiente marino caratterizzano il settore collinare centro meridionale del territorio comunale e presentano nell'insieme una struttura monoclinale con immersione NNE e inclinazione di 15-20°.Tale assetto le induce verso N a un progressivo approfondimento al di sotto delle coperture quaternarie continentali, nel sottosuolo della piana del F. Bormida.

I depositi alluvionali coprono gran parte dei rilievi collinari a N del concentrico e occupano completamente il settore di pianura.

Inoltre, sui versanti e lungo i fondovalle secondari, sono presenti ricche coperture detritiche quaternarie, rappresentate sia da accumuli di frana sia da depositi eluvio colluviali.

3.1.) Depositi sedimentari del Bacino Terziario Piemontese e del Bacino Padano

Sono rappresentati da una sequenza sedimentaria prevalentemente marina di notevole spessore, trasgressiva sul basamento metamorfico pre-terziario (complesso alpino).

Tale trasgressione inizia con i depositi grossolani di ambiente continentale o transizionale, di età oligocenico inferiore (Eocene Sup.?) cui segue un progressivo approfondimento del bacino deposizionale (Olig. Sup. - Miocene), con notevoli fenomeni di subsidenza.

La serie marina si conclude nel Miocene Superiore con la fase regressiva a carattere evaporitico e successivamente conglomeratico.

Nella ricostruzione a grande scala, riconosciuta e descritta nella letteratura geologica, è stata identificata la seguente stratigrafia, a partire dai termini più antichi del B.T.P.:

- Brecce di Costa Cravara	*(Eocene Sup.?, Olig. Inf.)*
- Formazione di Pianfolco	*(Oligocene Inf.)*
- Formazione di Molare	*(Rupeliano, Olig. Inf.-Medio)*
- Formazione di Rocchetta	*(Olig. Medio-Sup.-Mioc. Inf.)*
- Formazione di Monesiglio	*(Aquitaniano Inf.)*
- Formazione di Visone	*(Aquitaniano Inf.)*
- Formazione di Cremolino	*(Aquitaniano-Langhiano)*
- Marne di Cessole	*(Langhiano)*
- Arenarie di Serravalle	*(Serravalliano)*
- Marne di S. Agata Fossili	*(Tortoniano)*
- Formazione Gessoso-solfifera	*(Messiniano)*
- Conglomerati Cassano Spinola	*(Messiniano-Pliocene Inf.)*

Durante il Pliocene Inf. si imposta la trasgressione marina del Bacino Padano con la sedimentazione di un unico corpo sedimentario a due facies eteropiche: le Argille di Lugagnano (Pliocene Medio) e le Sabbie d'Asti (Pliocene Medio Sup.).

- Argille di Lugagnano *(Pliocene Medio)*
- Sabbie d'Asti *(Pliocene Sup. – Medio)*

ARENARIE DI SERRAVALLE

Le Arenarie di Serravalle, sono costituite da facies differenti i cui caratteri sedimentologici e strutturali sono riconducibili ad un ambiente deposizionale di piattaforma interna e ambiente neritico.

La serie delle Arenarie di Serravalle localizzata fra il T. Lemme e F. Scrivia costituisce lo stratotipo del Serravalliano di M.L. Pareto (1865).

Nell'area in esame, affiorano lungo limite meridionale del comune, in destra orografica del Rio Caranzano, presso C. Guerrinotti, Masino Superiore, C. Andisio e sono rappresentate da banchi di arenarie con interclusi livelli calcarei, localmente alterati.

Le arenarie risultano generalmente fratturate e possono essere mediamente degradate, con presenza di una patina bianca di alterazione sulla superficie di erosione.

La Formazione di Serravalle risulta verso W in contatto, presumibilmente di origine tettonica, con la Formazione Gessoso Solfifera e verso N passa stratigraficamente alla soprastante Formazione di S. Agata Fossili.

MARNE DI S. AGATA FOSSILI

Si tratta di depositi di piattaforma esterna costituiti da marne omogenee di colore grigio-azzurro, marne sabbiose e, nella parte media superiore, da marne e arenarie con livelli conglomeratici e marne siltose

Nel territorio di Cassine occupano il fondovalle del Rio Caranzano e risultano comprese tra Masino Inf. o di Sotto (indicato nella C.T.R. con il toponimo di C. Cagino) e C. Caneva.

Nel settore rilevato sono costituite da marne compatte grigio – azzurre, generalmente limoso - siltose con interclusi rari fossili di macrofauna (lamellibranchi).

La formazione di età tortoniana risulta verso N in contatto stratigrafico con la Formazione Gessoso Solfifera.

FORMAZIONE GESSOSO SOLFIFERA

La formazione è litologicamente molto variabile costituita prevalentemente da marne argillose di colore grigio e arenarie fini con intercluse lenti di varia estensione di gessi evaporitici in grossi cristalli (selenite) o a grana minuta e calcari cariati.

La formazione si ritrova, in condizioni di subaffioramento, nel settore sud occidentale del Comune di Cassine, presso Reg. Valtignosa e in sinistra orografica del Rio Caranzano a S di S. Andrea. Si tratta generalmente di grossi blocchi alloctoni probabilmente risedimentati in accumuli lungo depressioni e canali.

L'ambiente di deposizione della formazione gessoso-solfifera, per la presenza di facies evaporitiche, doveva essere di mare poco profondo e ristretto, di tipo lagunare soggetto ad intensa evaporazione e precipitazione dei sali in soluzione critica.

Durante il Messiniano, secondo vari autori si sarebbero verificati diversi cicli di abbassamento e innalzamento in tutto il bacino del Mediterraneo (causati da una soglia in corrispondenza della comunicazione con le acque dell'Atlantico). Queste oscillazioni avrebbero causato nel mare del Bacino Terziario Piemontese frane sottomarine per imbibizione delle rocce evaporitiche con conseguenti accumuli e risedimentazioni in zone depresse.

La Gessoso - Solfifera è ricoperta verso N e in debole discordanza dalle successioni sedimentarie appartenenti alla formazione dei Conglomerati di Cassano - Spinola.

CONGLOMERATI DI CASSANO SPINOLA

I Conglomerati di Cassano – Spinola sono rappresentati da una facies più grossolana costituita da conglomerati e arenarie, poco diffusa in questo settore di territorio, ed una a granulometria fine costituita da peliti con subordinate siltiti e arenarie fini.

Questa formazione costituisce il substrato della parte meridionale del territorio comunale di Cassine, compreso tra il decorso del Rio Monvicino a N, e del Rio Caranzano a S e limitato ad E dalla congiungente Caranzano - C. Boschetta - Reg. Cerreto.

Si tratta di depositi di delta conoide costituiti principalmente da peliti e da arenarie fini in strati di spessori centimetrici e decimetrici.

Le ridotte faune presenti nei sedimenti indicano che la deposizione sia avvenuta, tra Messiniano e Pliocene inf., in un paleoambiente di transizione con acque dolci-salmastre di zona lagunare, con deboli apporti detritici e deposizione principale per decantazione.

La formazione è limitata alla base (Rio Caranzano) da una superficie erosionale costituita dalla Formazione Gessoso – Solfifera e al tetto dal contatto con i depositi trasgressivi delle Argille di Lugagnano.

ARGILLE DI LUGAGNANO

Tale formazione è costituita da argille marnoso siltoso, meno frequentemente sabbiose, grigio azzurre omogenee, intercalate nella parte superiore a livelli sabbiosi.

Le argille di Lugagnano sono osservabili nella porzione centro meridionale del territorio comunale a S di C.na Burio – C.na Bracco – Cappuccini.

Si tratta di depositi trasgressivi di età pliocenica che indicano una condizione di approfondimento del bacino.

Lo spessore della formazione, come risultato dalle indagini geofisiche e dalle stratigrafie dei pozzi perforati, raggiunge i 250 m e potenze anche superiori in corrispondenza del settore centrale del bacino.

Nella parte alta risultano in parziale eteropia con le Sabbie d'Asti mentre nella porzione inferiore, il passaggio con i "Conglomerati di Cassano Spinola" è caratterizzato da alternanze di facies, con presenza di marne sabbiose e sabbie fini limose in strati di spessori centimetrici.

SABBIE D'ASTI

Sono rappresentate da depositi litoranei del Pliocene Medio - Superiore costituiti in prevalenza da sabbie gialle fini generalmente ben addensate, a volte con stratificazione incrociata, locale presenza di ghiaietti, lenti arenacee di calciruditi e calcareniti e specialmente nella parte inferiore livelli argillosi.

Tale formazione occupa il settore centrale del territorio comunale lungo una fascia diretta all'incirca E- W, comprendente il concentrico e limitata verso N dal decorso del Rio Valdanzano.

Nella parte sommitale della formazione si intercalano livelli di argille verdastre e ghiaie, appartenenti alla parte bassa del Villlafranchiano.

Le sabbie d'Asti verso S passano gradualmente e in parziale eteropia alle argille di Lugagnano, mentre a N si immergono al di sotto dei depositi continentali quaternari.

3.2.) Depositi Quaternari

La sedimentazione dei depositi olo - pleistocenici inizia con facies Villafranchiane di transizione tra l'ambiente marino e quello continentale e continua con depositi tipicamente alluvionali (Fluviale Antico).

Le coperture continentali proseguono con i depositi del fluviale Medio, e Recente e successivamente con le alluvioni post glaciali per finire con le alluvioni attuali dell'alveo attivo del F. Bormida.

FLUVIALE E FLUVIO- LACUSTRE ANTICHI (AUCT.)

Questi depositi alluvionali occupano vaste aree del territorio comunale e formano le superfici terrazzate relitte più alte, sopraelevate rispetto all'alveo attuale del F. Bormida in media di circa 70 – 80 m (Fraz. S. Andrea – Reg. Carponeto – Mombarghetta, Valgugliolio – N di C. Boschetta, Reg. Carreto, V.la Felice - Cappuccini – C. Mogolo, Concentrico, C. Pizzo – C. Lodino – C. Muto, C.na Predazzi – C. Nizia, C. Roma e W di Fontanile)

Il fluviale antico è caratterizzato da alluvioni ghiaioso - sabbiose e siltoso argillose, fortemente alterate con prodotti di alterazione rossastri e caratteri di veri e propri paleosuoli.

Nel settore centro settentrionale di Cassine sono presenti, alla base del fluviale antico, alternanze sabbioso - argillose rossastre e sabbioso - ghiaiose appartenenti alle facies Villafranchiane, cartografate distintamente dal fluviale antico (Tav.1).

FLUVIALE MEDIO (AUCT.)

Tali depositi costituiscono i terrazzi fluviali sopraelevati rispetto all'alveo attuale del F. Bormida di c.a. 20 - 40 m e caratterizzano il settore meridionale tra Caranzano - C.na S. Pietro – Arpicella, il settore centrale (Reg. Rolotto - parte bassa del concentrico) e gran parte della piana alluvionale a N del centro abitato (C. Piave - Valgirosa - S. Giovanni - C. Le Doti – C. Barberis - Fontaniale - C.na Pania).

Si tratta prevalentemente di depositi alluvionali sabbioso - siltoso - argillosi mediamente alterati con prodotti di alterazione giallastri, localmente caratterizzati da una facies più grossolana costituita da ghiaie sabbie e limi.

Il limite tra il fluviale medio e le alluvioni del fluviale recente - post glaciali è contrassegnato da lembi relitti di piccoli terrazzi morfologici o da deboli rotture di pendenza risultando comunque di difficile definizione, mentre risulta più agevole la delimitazione con le alluvioni riferite unicamente al post glaciale (C.na S. Pietro – Arpicella)

ALLUVIONI DEL POST GLACIALE

Questi depositi alluvionali si ritrovano lungo una ristretta fascia nel settore meridionale del Comune compresa tra Torrazza (Comune di Strevi) e C.na S. Pietro, e più estesamente nel settore centro settentrionale lungo le valli Bonvicino e Valdanzana, tra S. Giovanni e Villa Carozzi e più a N tra Gavonata e il confine comunale.

I depositi del postglaciale sono generalmente caratterizzati da terreni prevalentemente limoso-sabbiosi, localmente sabbioso - argillosi con aumento della frazione ghiaioso sabbiosa verso il basso.

Localmente e nella porzione superficiale si osservano argille sabbiose brune, frammiste a ghiaie e ciottoli.

ALLUVIONI RECENTI

I depositi post glaciali costituiscono il settore della piana alluvionale compreso entro la fascia meandrica abbandonata in età storica del F. Bormida. I termini sono rappresentati da alluvioni eterogenee ed eterometriche costituite da una parte superficiale prevalentemente sabbioso - limoso - argillosa con sparsi ciottoli da centimetrici a pluridecimetrici e sottostanti sabbie, ghiaie e ciottoli.

Queste caratteristiche sono osservabili lungo le pareti della cava prospiciente Castelnuovo Bormida dove a una copertura superficiale sabbioso - limoso - argillosa, di spessore variabile tra 1-2 m, segue verso il basso un livello di c.a. 0.2 m di ghiaia addensata passante a livelli pluridecimetrici alternati di sabbie da fini a grossolane.

ALLUVIONI ATTUALI

Le alluvioni attuali sono localizzate lungo l'alveo attivo del F. Bormida e sono costituite prevalentemente da ghiaie, ciottoli e sabbie medio grossolane.

I depositi prevalentemente sabbiosi si accumulano lungo le sponde interne dei meandri e formano piccole e instabili isole di sabbia lungo l'alveo del Fiume.

COLTRI DETRITICHE

Le coperture detritiche di origine eluvio-colluviale risultano prevalenti nel settore centro - meridionale di Cassine dove ricoprono estesamente i versanti collinari caratterizzati da un substrato con giaciture a franapoggio e i fondovalle secondari.

Si tratta in generale di depositi eterometrici sabbioso limoso argillosi con interclusi clasti centimetrici e localmente ciottoli derivanti dallo smantellamento delle coltri alluvionali antiche.

Sono presenti coltri di granulometria più fine, sabbioso-limosa, sovente caratterizzate da forte ossidazione e colore giallo-rossastro.

Vengono compresi inoltre gli accumuli di frane antiche o quiescenti di tipo traslazionale planare, composito o di colata; gli accumuli coinvolgenti le successioni sedimentarie nel settore S sono costituiti prevalentemente da clasti e blocchi marnoso – arenacei disarticolati all'interno di una matrice generalmente limoso-argillosa.

4.) INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Il territorio di Cassine presenta una superficie complessiva di 33.50 Km² distribuiti in una fascia piuttosto regolare allungata in direzione N-S per circa 9 Km per gran parte in sponda orografica sinistra del F. Bormida, con una fascia media di 3 Km.

Le quote sono comprese tra 105 m s.l.m. del fondovalle del Bormida (isole di Cassine) e 320 m s.l.m. nel settore sommitale della valle del Rio Caranzano.

La distribuzione delle due principali associazioni litologiche, i terreni della serie tardo Miocenica del B.T.P, e le coperture pleistocenice ed oloceniche si riflettono nella differenziazione del paesaggio geomorfologico.

Nel settore settentrionale del territorio la morfologia si imposta sui litotipi prevalentemente marnosi, ed arenacei del B.T.P. con formazione di valli principali monoclinali (Rio Caranzano) e rilievi collinari, da mediamente a fortemente acclivi (Classi III e IV di acclività).

In questo contesto, i versanti a franapoggio (cioè degradanti nella stessa direzione di immersione degli strati) generalmente esposti a NNE, presentano acclività minori dei versanti a reggipoggio e traverpoggio.

Nel settore centrale e settentrionale, in cui affiorano i termini dal Pliocene e pleistocenici, il pattern del reticolo idrografico è di tipo centrifugo per azione regressiva con controllo da parte del livello di base del F. Bormida e del settore occidentale della Piana Alessandrina. Il settore collinare in questo ambito è caratterizzato da superfici terrazzate relitte, corrispondente ai depositi del Fluviale Medio e antico che raggiungono quote mediamente comprese tra 130 m s.l.m. – 210 m s.l.m.

L'ampia piana alluvionale di fondovalle del F. Bormida è costituita dai depositi alluvionali attuali, post glaciali e recenti si presenta, generalmente, da pianeggiante a sub pianeggiante, con quote comprese tra 105 - 135 m s.l.m.

4.1.) Caratteristiche geomorfologiche generali del bacino del F. Bormida

Il bacino del Fiume Bormida presenta una forma allungata con direzione SW-NE nel tratto superiore; assume una forma sub circolare dopo la confluenza del Bormida di Pallare con quello di Mallare, per poi tornare a una forma allungata alla confluenza del Bormida di Spigno con quello di Millesimo fino all'altezza di Gamalero dove inizia la fase di chiusura del bacino.

La testata del bacino è delimitata da due spartiacque principali: il primo, appenninico, con direzione SW-NE, con altitudini piuttosto elevate fino a quota 1386 m di M. Carmo, il secondo con direzione S-N che, partendo dal Savonese, separa il bacino del F. Bormida da quello del F. Tanaro e successivamente dal T. Belbo. Un altro spartiacque di sviluppo inferiore è quello che divide il bacino del T. Erro, Visone e Caramagna da quello del T. Orba.

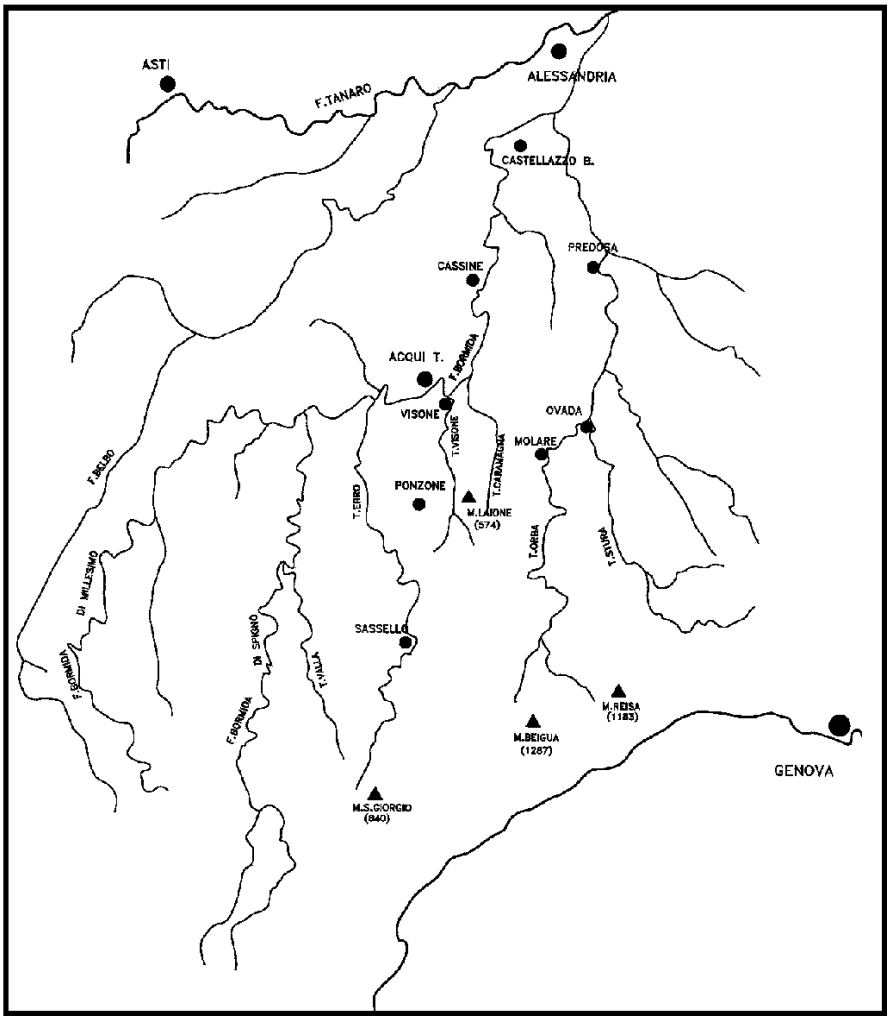


Fig. 4.1: Schema reticolo idrografico F. Bormida

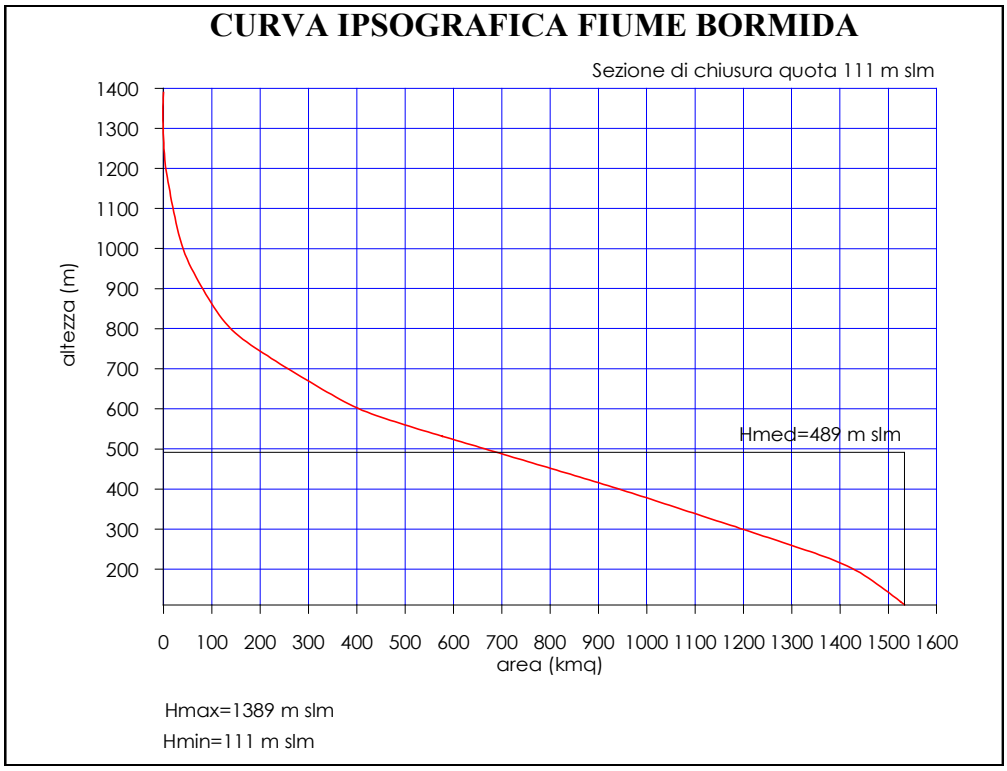
Sotto il profilo geologico, il bacino in esame si inserisce in una zona strutturalmente complessa, dove sono rappresentate tutte le rocce delle Alpi Liguri ed i terreni del complesso sedimentario. Si possono distinguere tre grandi gruppi:

- "Complesso scistoso-cristallino e carbonatico (alta valle Bormida)", di cui alle formazioni del Brianzonese ligure, comprendenti essenzialmente anfiboliti, gneiss, filladi, micascisti, porfiroidi, graniti, migmatiti del Permo-Carbonifero; quarziti e dolomie triassiche.
- "Complesso dei Calcescisti con Pietre verdi (alta valle Erro)", costituito da prevalenti calcescisti e ofioliti di età mesozoica ("Gruppo di Voltri" e "Zona Sestri-Voltaggio").
- "Bacino terziario ligure-piemontese", comprendente sedimenti tardo orogeni e postorogeni a larga componente marnoso-arenacea, presenti per lo più nel tratto medio-inferiore delle valli Bormida e Erro.
  All'interno di questo vasto complesso si possono distinguere diverse unità:
  - Formazione di Molare, costituita da conglomerato poligenico grossolano associato ad arenarie (Oligocene),
  - Formazione di Rocchetta, costituita da marna siltosa a tratti calcarea (Oligo-Miocene),
  - Formazioni a sequenze ritmiche marnoso-arenacee (Miocene).

4.2.) Caratteri morfometrici del bacino del F. Bormida

Per assumere maggiori informazioni relative allo stadio evolutivo e morfometrico del bacino, si è proceduto alla costruzione della curva ipsografica riferita al territorio comunale cassinese.

Dalla curva ipsografica è stata dedotta l'altezza media del bacino ($\overline{H}$) che risulta uguale a 489 m s.l.m.



Gli annali del Servizio Idrografico Nazionale riportano le rilevazioni della stazione idrometrica di Cassine in funzione dalla seconda metà del 1800 fino al 1940, sostituita nel 1941 dalla Stazione Cassine (Caranzano) e successivamente nel 1967 dalla stazione di Rivalta di cui non sono state rilevate portate.

La stazione di Cassine presentava le seguenti caratteristiche:
Superficie del bacino sotteso: S=1483 Km²
Portata unitaria massima: q=0.89 mc/s/Km³
Zero idrometrico: ---
Altezza idrometrica massima: 7.0 m
Data registrazione evento 9/10/1878

La Stazione di Cassine (Caranzano) in funzione dal 1941 presentava le seguenti caratteristiche:
Zero idrometrico: 120.00 m s.l.m.
Altezza massima: 7.14 m
Data: 10/11/51
Portata massima rilevata: 1320 mc/s

Gli annali idrologici riportano inoltre gli eventi registrati dalla stazione idrometrica nel 1923, 1929, 1941, 1951, 1966, 1968, 1977 dove furono misurati valori di altezze idrometriche compresi tra 6 - 7 m.

4.3.) Analisi del reticolo idrografico secondario

Nel territorio di Cassine il Fiume Bormida scorre in direzione SSW-NNE con andamento meandriforme entro i depositi ghiaioso - sabbioso - argillosi della piana alluvionale. In questo tratto i suoi principali affluenti sono il Rio Caranzano, il Rio Bicogno e il Rio Cervino che decorrono in direzione circa W-E e confluiscono in sinistra orografica rispettivamente all'altezza della stazione ferroviaria Caranzano - S. Andrea, presso il concentrico e al limite N del confine comunale.

4.3.1.) Rio Caranzano

Il Rio di Caranzano nasce poco a S di Ricaldone alla quota di circa 290 m s.l.m.; scorre in direzione circa E- W e confluisce, in sinistra orografica del F. Bormida, presso la stazione ferroviaria S. Andrea - Caranzano alla quota di circa 120 m s.l.m.

La morfologia della valle è controllata dall'assetto giaciturale del substrato ed è tipica di una valle monoclinale con versanti asimmetrici. Gli strati presentano generalmente immersioni N-NE e sviluppano un versante sinistro fortemente acclive, caratterizzato da giaciture a reggipoggio, e un versante destro da moderatamente a debolmente acclive, con giaciture a franapoggio e segnato da numerosi dissesti gravitativi.

4.3.2.) Rio Bicogno (o Bonvicino)

Il Rio Bicogno (o Bonvicino) entra nel territorio comunale di Cassine all'altezza di C. Mora (quota 180 m s.l.m.) e scorre in direzione SW – NE fino alla confluenza con il Rio Valdanzana (140 m s.l.m.), quindi devia bruscamente in direzione NW - SE, coronando in modo anomalo il centro storico per immettersi nel F. Bormida in netta controaffluenza alla quota di ca. 115 m s.l.m.

L'analisi fotogeologica evidenzia una traccia di paleoalveo più a N, presso C. Piasone, probabilmente connessa all'originale traiettoria del Rio Bicogno.

Nel primo tratto, compreso all'incirca tra C. Mora - C. Gazzanico, il rio scorre entro i depositi detritici eluvio colluviali che ricoprono il substrato costituito da successioni tardo terziari prevalentemente sabbioso argillose riconducibili alle sequenze plioceniche delle Sabbie d'Asti e delle Argille di Lugagnano.

La morfologia della valle è monoclinale con versanti assimetrici ed è connessa all'assetto giaciturale del substrato mediamente immergente a NE che sviluppa, un versante destro moderatamente acclive, con giaciture a franapoggio e un versante sinistro più acclive, caratterizzato da giaciture a reggipoggio.

Nel tratto terminale la valle si amplia vistosamente, i versanti presentano morfologia terrazzata e il rio incide i depositi quaternari post glaciali e recenti della piana alluvionale del Fiume Bormida.

4.3.3.) Rio Cervino

Il Rio Cervino nasce nel territorio comunale di Castel Boglione, presso la frazione Gianola alla quota di 249 m s.l.m. e nel suo tratto terminale, prima di confluire nel Bormida (110 m s.l.m.) limita verso N il territorio di Cassine

Nell'area in esame scorre verso NE con andamento meandriforme in un ampia valle con versanti terrazzati incidendo i depositi post glaciali e recenti della piana alluvionale.

4.4.) Acclività

L'acclività o pendenza è il valore della tangente trigonometrica dell'angolo compreso tra la tangente alla linea di massima pendenza ed il piano orizzontale. Poiché i versanti non sono superfici geometriche rappresentabili da un'espressione analitica, lo studio dell'acclività è rivolto ai valori medi che vengono calcolati o rispetto a una linea ortogonale alle isoipse, o rispetto ad una superficie.

La determinazione dell'acclività è stata effettuata mediante il metodo clinometrico.

Entro ogni striscia determinata da due isoipse contigue vengono misurate le diverse distanze lungo la linea di massima pendenza.

In base alle caratteristiche del territorio ed alla finalità geomorfologica ed idrografica della Carta dell'Acclività (TAV. 4) sono considerate 4 classi:

CLASSE I caratterizzata da acclività compresa tra 0 - 10 %

CLASSE II caratterizzata da acclività compresa tra 10 - 20 %

CLASSE III caratterizzata da acclività compresa tra 20 - 35 %

CLASSE IV caratterizzata da acclività superiore a 35 %

L'analisi della carta ottenuta per il territorio in esame mette in evidenza la prevalenza della classe 1 che caratterizza la piana alluvionale del F. Bormida, le spianate connesse con i terrazzi alluvionali relitti e i fondovalle dei rii secondari. Pendenze moderatamente più accentuate sono localizzate in corrispondenza dei terreni alluvionali terrazzati (classe II), mentre le Classi III e IV più acclivi caratterizzano la maggior parte dei versanti collinari, le scarpate dei terrazzi fluviali e le scarpate morfologiche in prossimità di interventi antropici (rilevati e cave).

La classe II, più limitata, risulta legata a situazioni locali di transizione tra la classe I e le classi III e IV e contraddistingue i settori di versante marcati da estesi dissesti gravitativi (Masino, Valgugliolo).

5.) LINEAMENTI METEOCLIMATICI

In considerazione della sostanziale influenza dei fattori meteo-climatici nei processi legati al reticolo idrografico del Bacino del F. Bormida, vengono analizzati i dati pluviometrici relativi alla stazione meteoclimatica di Sezzadio (coord. UTM E466619 N4960168, quota 127 m s.l.m.) e di Acqui Terme (coord. UTM E458626 N4947254, quota 167 m s.l.m.) del S.I.M.M..

La caratterizzazione climatica e pluviometrica fa riferimento all'anno medio desunto dai dati del periodo 1951-1986.

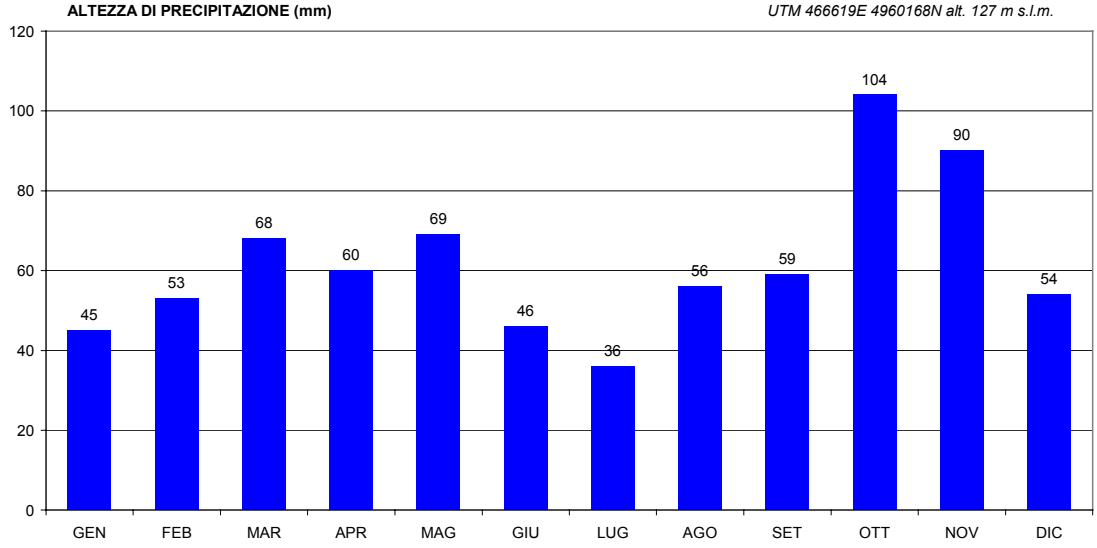
5.1.) Caratteristiche e condizioni pluviometriche

I dati pluviometrici mettono in evidenza una distribuzione bimodale delle precipitazioni nella stagione autunnale e primaverile con un totale annuo di 741 mm per Sezzadio e 711 mm Acqui Terme.

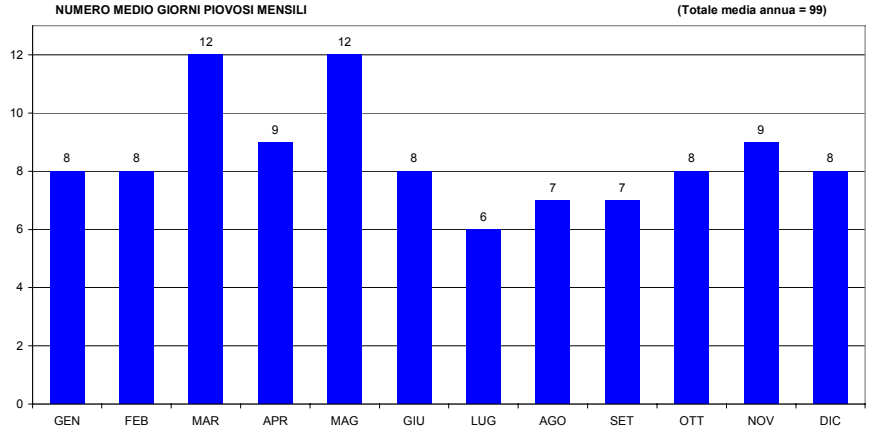
La stagione autunnale, presenta valori massimi nei mesi di ottobre e novembre con rispettivamente 104/100 e 90/93 mm, mentre quella primaverile presenta precipitazioni mensili comprese tra 60-70 mm.

I valori minimi sono registrati nel mese di luglio con 36/28 mm di pioggia.

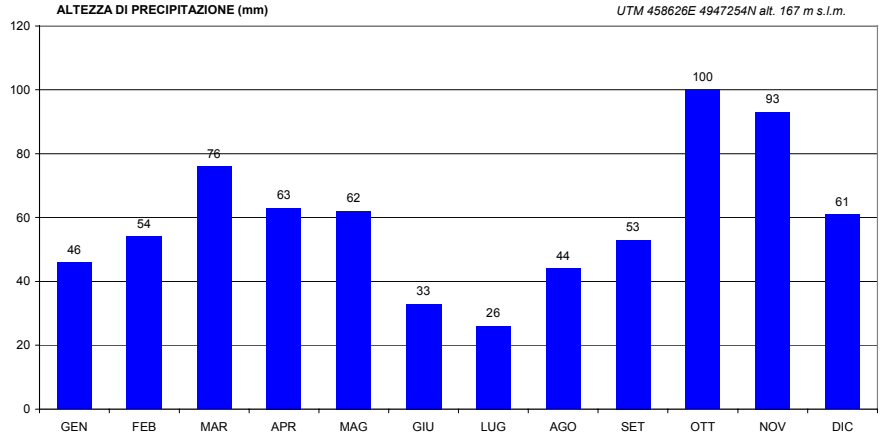
PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI SEZZADIO
PERIODO 1951 - 1986



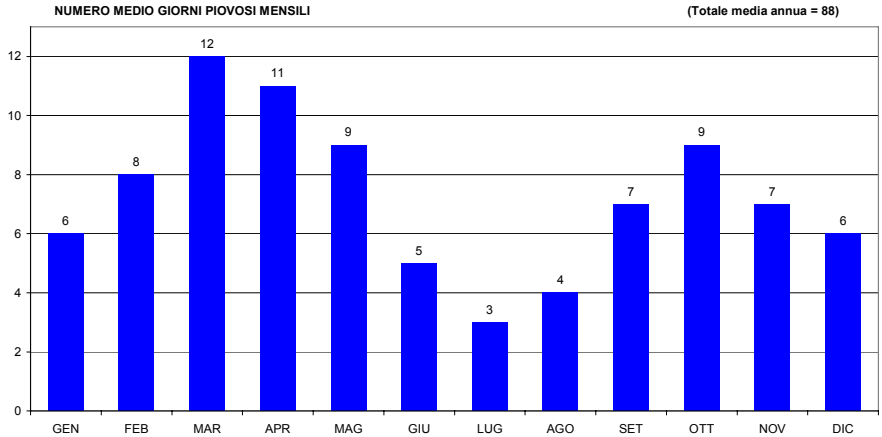
NUMERO DI GIORNI PIOVOSI MENSILI
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI SEZZADIO
PERIODO 1951 - 1986



PRECIPITAZIONI MEDIE MENSILI
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI ACQUI TERME
PERIODO 1951 - 1986



NUMERO DI GIORNI PIOVOSI MENSILI
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI ACQUI TERME
PERIODO 1951 - 1986

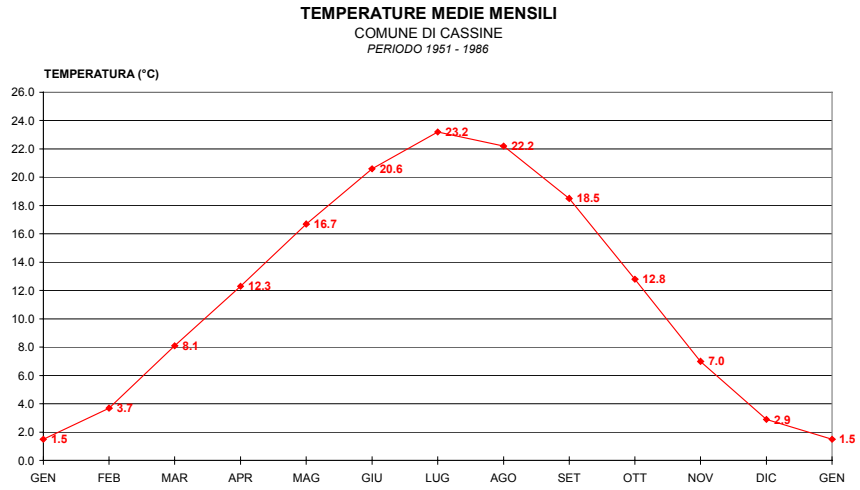


Il numero massimo di giorni piovosi si realizza tra marzo e maggio (fase primaverile) e tra ottobre e novembre (fase autunnale) con valori compresi tra 7 e 12 giorni, mentre il minimo si verifica nel mesi di luglio (3/6 giorni). Il numero totale di giorni piovosi medio annuo è di 99 per la stazione di Sezzadio e 88 per quella di Acqui Terme.

Nel corso del periodo esaminato, compreso tra il 1951 e il 1986, numerosi sono gli scostamenti dalla media esposta, alternandosi anni caratterizzati da abbondanti precipitazioni ad annate particolarmente siccitose.

5.2.) Termometria

Per ciò che concerne la termometria, sono stati assunti i valori termometrici relativi alla elaborazione della Regione Piemonte relativa all'intervallo 1951-1986.

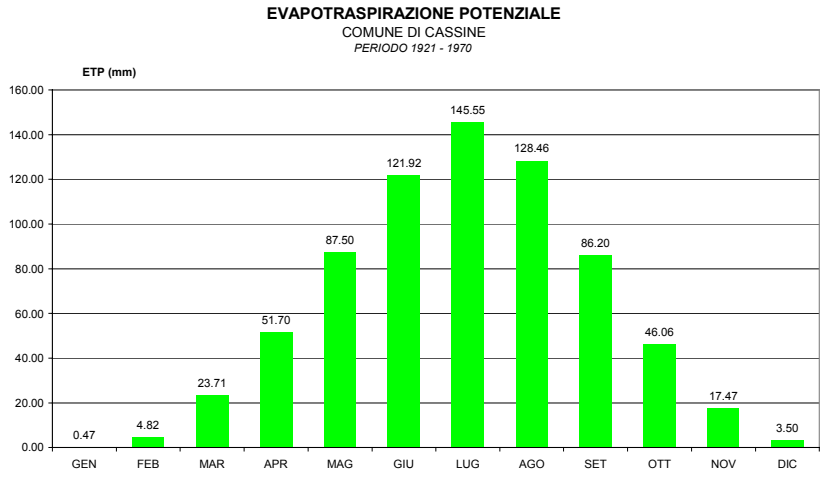


Le massime estive si verificano nel mese di luglio e agosto, con temperature medie superiori a 22° C.

Le temperature minime vengono raggiunte nel mese di gennaio (1.5 °C). Il raccordo tra il minimo invernale ed il massimo estivo avviene secondo un andamento tipico a curva "gaussiana".

5.3.) Evapotraspirazione e deficit idrici

Lo studio comparato dei due parametri climatici precipitazioni e temperature conduce alla valutazione dell'altezza di evapotraspirazione potenziale e quella del deficit idrico.



L'altezza di evapotraspirazione potenziale mensile è stata calcolata secondo il metodo di Thornthwaite espressa come:

$$E_P = \left(\frac{10T}{l}\right)^a \cdot c \qquad (mm)$$

dove:

T° temperatura media mensile

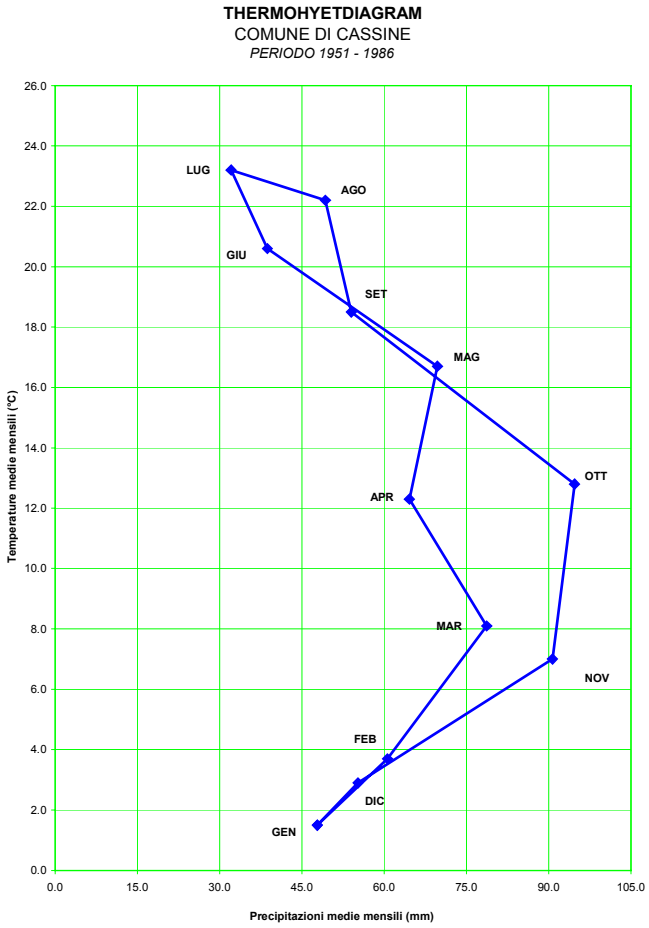
$$I = \sum_{i=1}^{12} \left(\frac{T_i}{5}\right)^{1.514}$$

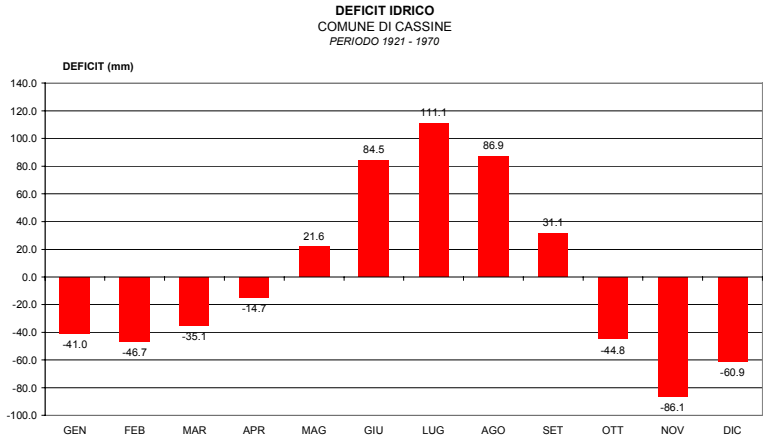
ossia l'indice termico annuale;

$$a = 675 \cdot 10^{-9} \cdot I^3 - 771 \cdot 10^{-7} \cdot I^2 + 1792 \cdot 10^{-5} \cdot I + 0.49239$$

c = coefficiente correttivo della latitudine

L'espressione del deficit idrico viene calcolata come differenza dell'evapotraspirazione e dell'altezza di precipitazione. I valori ottenuti considerano trascurabile, nel corso dell'anno medio, l'immagazzinamento idrico del suolo.





5.4.) Classificazione climatica

Dal punto di vista quantitativo nella classificazione internazionale di Thornthwaite il clima appartiene alla classe C1B2sb3.

Secondo la classificazione di Bagnouls e Gaussen il clima appartiene alla regione *Xeroterica* e sottoregione *submediterraneo di transizione*.

6.) VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA P.A.I.

6.1.) Dinamica di carattere torrentizio

La procedura di analisi idraulica prevede, in primo luogo, l'analisi degli afflussi/deflussi sul bacino in esame e la determinazione delle portate di progetto per la verifica idraulica vera e propria.

Per quanto riguarda l'assetto idraulico del fiume Bormida, si è fatto riferimento a quanto stabilito dal P.S.F.F. (PIANO STRALCIO FASCE FLUVIALI) che delimita i livelli di esondazione mediante tre fasce rappresentanti diversi tempi di ritorno:

FASCIA A:	T_R = 50 anni,
FASCIA B e FASCIA B di progetto:	T_R = 200 anni,
FASCIA C:	T_R = 500 anni.

Sui corsi d'acqua demaniali appartenenti all'idrografia secondaria, in considerazione delle caratteristiche orografiche dei relativi bacini, in accordo con quanto previsto negli Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore Urbanistico (All. 3 - D.C.I. Autorità di Bacino del F. Po del 26/04/2001) recepiti dalla D.G.R. n. 45-6656 del 15/07/02, è stato utilizzato un metodo di indagine idraulica di tipo speditivo, limitando i rilievi alle zone a maggiore criticità (attraversamenti e ponti), congiuntamente al criterio geomorfologico. L'analisi ha consentito di verificare le condizioni di deflusso limite, in prossimità delle infrastrutture presenti.

6.2.) Precipitazioni critiche - Eventi alluvionali recenti

Nel Comune di Cassine e più in generale in tutto il bacino del F. Bormida (e relativi sottobacini), sono stati registrati eventi pluviometrici di particolare intensità che hanno fornito valori elevati di portate specifiche.

Vengono qui utilizzati i dati relativi alle stazioni di Acqui, relativa al settore medio del bacino, e alla stazione di Sezzadio indicativa del settore di bacino comprendente il territorio comunale di Cassine.

Gli eventi più critici registrati dai pluviometri indicati, sono riportati in Tab. 6.1, i dati pubblicati dagli annali in Tab. 6.2.

STAZIONI PLUVIOMETRICA	2 NOV 1937	7 - 12 NOV 1951	23 SETT 1956	15 – 16 OTT 1966	1 - 5 NOV 1968	7 - 10 OTT 1977	23- 24 SETT 1993	5 - 6 NOV 1994
ACQUI TERME	84.6	219.8	123.0	137.2	159.6	303.6	54.2	•111

• Dati Regione Piemonte

STAZIONE PLUVIOMETRICA	4 – 8 DIC 1936	4 – 8 NOV 1951	9 AGO 1929	16 SET 1960	16 OTT 1966	30 AGO 1968	10 NOV 1971	14 DIC 1979
SEZZADIO	113.0	176.0	110.0	85.4	121.0	121.4	91.4	83.0

Tab. 6.1: Eventi registrati dai pluviometri

ANNO	1 GIORNO	DATA 1 GIORNO	2 GIORNI	DATA 2 GIORNI	3 GIORNI	DATA 3 GIORNI	4 GIORNI	DATA 4 GIORNI	5 GIORNI	DATA 5 GIORNI
1916	65.1	20/09/16	95.3	24/02/16	95.1	28/02/16				
1917	60.2	06/09/17	75.2	03/05/17	67.0	28/05/17	75.0	28/05/17		
1918	30.4	23/09/18	56.1	11/10/18	68.1	11/10/18	83.3	11/10/18	93.3	11/10/18
1919	35.0	01/11/19	60.3	29/11/19	66.2	01/10/19	67.2	24/10/19	80.7	31/12/19
1920	39.7	29/11/20	55.7	10/10/20	76.6	02/11/20	86.8	01/11/20	75.0	02/01/20
1921	34.0	08/02/21	44.6	31/01/21						
1922	22.0	30/08/22	27.5	09/10/22	30.3	11/09/22	35.4	10/09/22	36.9	19/12/22
1923	25.0	17/06/23	29.3	20/04/23	39.8	11/11/23	47.8	10/11/23	56.8	27/11/23
1924	35.0	27/10/24	56.4	26/10/24	54.4	20/06/24	62.6	20/06/24	53.6	28/11/24
1925	23.4	03/01/26	38.4	02/01/26	45.5	23/03/25	57.5	23/03/25	61.7	23/03/25
1926	39.2	22/11/26	67.5	15/05/26	97.4	30/10/26	119.7	29/10/26	144.4	30/10/26
1927	34.3	14/10/27	48.2	01/12/27	71.7	29/11/27	87.7	29/11/27	96.0	29/11/27
1928	41.0	23/04/28	56.0	22/04/28	68.2	22/04/28	78.3	21/04/28		
1929	110.0	09/08/29	122.1	08/08/29	127.3	08/08/29	50.7	11/09/29	53.8	11/09/29
1931	42.1	03/04/31	68.1	03/04/31	68.6	26/10/31	45.6	06/11/31		
1936	66.8	17/06/36	58.0	09/12/36	79.0	09/12/36	96.0	08/12/36	113.0	08/12/36
1937	61.0	02/11/37	73.5	01/11/37	83.5	01/11/37	57.4	21/10/37	66.6	22/10/37
1938	49.0	29/09/38	82.2	09/09/38	59.4	28/09/38	62.0	27/09/38	29.6	26/10/38
1939	47.0	25/02/39	68.6	25/02/39	69.6	24/02/39	48.8	30/04/39	26.2	16/01/39
1940	40.0	30/05/40	54.0	15/06/40	64.0	15/06/40	40.5	01/05/40		
1941	37.0	07/04/41	59.0	12/11/41	84.0	12/11/41	79.0	05/04/41	71.0	14/02/41
1951	78.0	23/10/51	110.0	23/10/51	111.0	22/10/51	124.0	09/11/51	176.0	08/11/51
1952	50.0	19/11/52	38.0	02/12/52	38.0	03/05/52				
1953	43.0	03/07/53	44.0	16/10/53	58.0	15/10/53	71.0	15/10/53	76.0	14/10/53
1954	56.0	11/12/54	96.0	10/12/54	106.0	09/12/54	50.0	04/01/54		
1955	52.0	21/10/55	64.0	06/01/55	76.0	05/01/55	93.0	04/01/55	98.0	03/01/55
1956	82.0	26/09/56	97.0	25/09/56	99.0	25/09/56	106.0	20/03/56	118.0	20/03/56
1957	75.0	10/11/57	87.0	10/11/57	107.0	12/12/57	99.0	09/04/57	65.0	24/05/57
1958	40.0	07/11/58	55.6	12/11/58	65.6	12/11/58	82.0	20/12/58	99.0	20/12/58
1959	84.0	29/10/59	106.8	28/10/59	116.8	27/10/59	47.4	23/08/59		
1960	85.4	16/09/60	106.4	16/09/60	51.6	10/03/60	30.0	26/03/60	32.0	25/03/60
1961	64.4	23/04/61	95.0	12/11/61	103.6	21/04/61				
1962	46.6	30/10/62	80.8	29/10/62	82.8	12/04/62	100.2	06/11/62	120.4	06/11/62
1963	52.0	04/11/63	90.6	03/11/63	100.8	03/11/63	118.0	02/09/63	124.4	01/09/63
1964	30.6	19/12/64	39.4	19/12/64	39.6	28/03/64	47.2	28/03/64	48.8	28/03/64
1965	52.4	03/10/65	100.6	02/10/65	50.6	26/09/65	57.2	26/09/65	78.4	26/09/65
1966	121.0	16/10/66	75.8	22/02/66	111.0	21/02/66	117.4	21/02/66		
1967	38.0	17/02/67	60.0	17/02/67	65.0	17/02/67	21.0	08/03/67		
1968	121.4	30/08/68	137.8	30/08/68	141.0	29/08/68	130.6	01/11/68	61.6	21/02/68
1969	45.4	08/09/69	44.0	06/05/69	54.2	06/05/69	58.8	05/05/69	61.2	05/05/69
1970	42.8	13/11/70	50.0	12/01/70	51.4	07/10/70	51.2	08/05/70	52.6	07/05/70
1971	91.4	10/11/71	99.6	10/11/71	104.4	09/11/71	108.6	10/11/71	113.4	09/11/71
1973	47.0	18/09/73	77.2	17/09/73	83.0	17/09/73	77.8	06/06/73		
1975	65.0	24/08/75	82.4	24/08/75	96.8	23/08/75	81.4	04/05/75	68.2	16/01/75
1976	77.0	30/09/76	87.0	29/09/76	64.4	25/10/76	59.6	10/09/76	66.6	07/11/76
1979	83.0	14/10/79	125.6	13/10/79	156.0	14/10/79	198.6	13/10/79	221.0	12/10/79
1980	70.4	17/10/80	80.4	17/10/80	94.2	08/06/80	96.6	08/06/80	88.4	15/01/80
1981	51.0	10/08/81	53.4	10/08/81	65.0	25/04/81	69.0	24/04/81		
1983	52.2	16/03/83	66.8	29/03/83	75.4	15/03/83	55.0	16/12/83		
1984	62.4	26/08/84	67.0	04/05/84	83.2	03/05/84	76.0	16/05/84	86.2	17/05/84
1985	33.2	07/03/85	58.6	06/03/85	78.6	05/03/85	88.6	04/03/85	120.0	03/03/85
1986	35.4	07/04/86	48.0	30/01/86	61.4	07/04/86	64.8	07/04/86		

Tab. 6.2: Stazione pluviometrica di Sezzadio - Precipitazioni massime annuali intervallo 1 - 5 giorni

6.3.) Elaborazione statistica precipitazioni di breve durata

Al fine di valutare le portate massime prevedibili per assegnati tempi di ritorno dei rii ricadenti nell'ambito comunale, ed adeguare l'alveo alle stesse, vengono di seguito riportate le precipitazioni massime orarie derivanti dall'Elaborazione statistica secondo Modello Autorità di Bacino F. Po.

L'elaborazione statistica del rapporto tra precipitazioni e durata per un assegnato tempo di ritorno viene espressa nella forma monomia a due parametri:

$$h_T = a\,t^n$$

dove:

h_T = altezza di precipitazione per assegnato tempo di ritorno (mm)
t = durata del tempo di precipitazione (h)
a ed n parametri che esprimono le caratteristiche pluviometriche

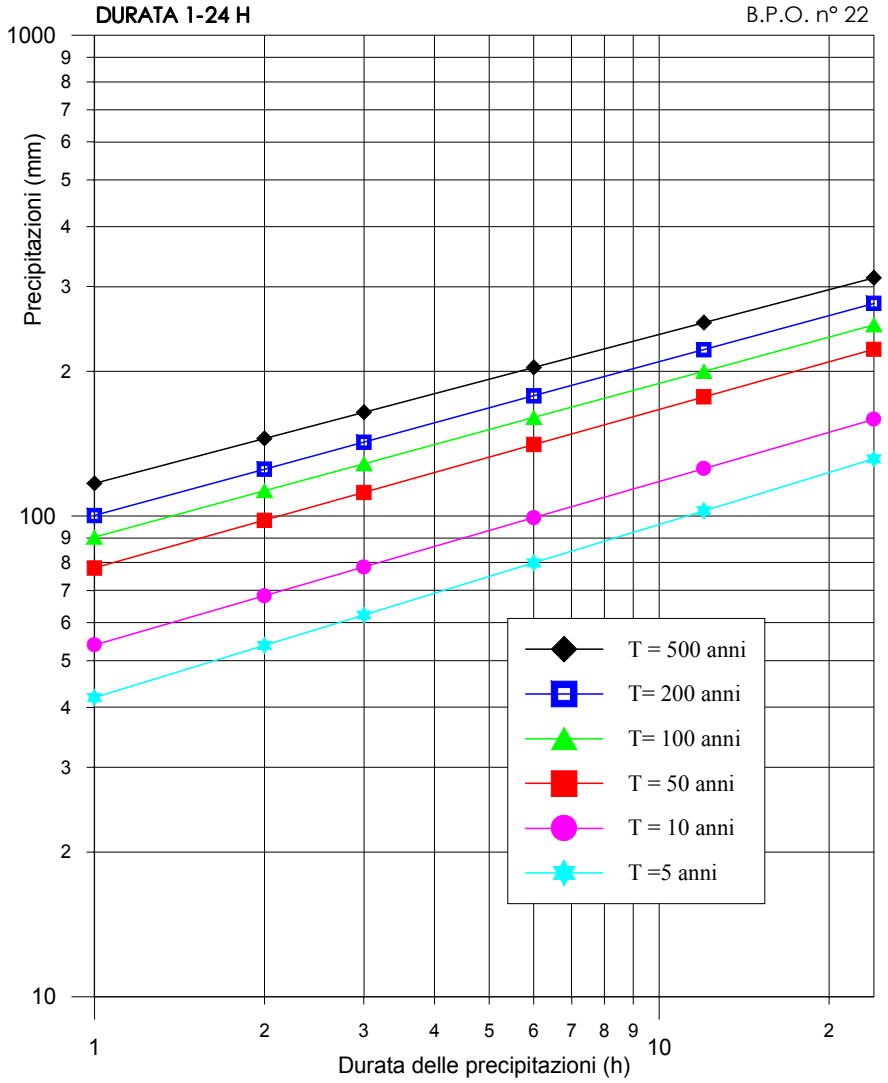
I parametri di ingresso, indicati dall'Autorità di Bacino del F. Po (delib. n. 9/1995) si riferiscono all'analisi regionalizzata dei dati dell'Ufficio Idrografico del Po relativamente Bacino Pluviometrico Omogeneo n. 22 dove ricade il territorio di Cassine.

Nella tabella e diagramma seguenti vengono riportate le altezze di precipitazione per assegnati tempi di durata di t = 1, 2, 3, 6, 12, 24 h e tempi di ritorno (Tr) di 5-10-50-100-200-500 anni.

Bacino Pluviometrico Omogeneo n. 22.

ore	Tr=5 anni mm	Tr=10 anni mm	Tr=50 anni mm	Tr=100 anni mm	Tr=200 anni mm	Tr=500 anni mm
1	41.9	53.9	77.9	90.3	100.2	116.9
2	53.8	68.3	97.9	112.8	125.1	145.0
3	62.2	78.4	112.0	128.4	142.4	164.4
6	79.9	99.2	140.7	160.3	177.8	203.8
12	102.5	125.5	176.9	200.1	222.0	252.7
24	131.6	158.9	222.4	249.7	277.1	313.2

CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA MODELLO AUTORITA' BACINO FIUME PO



Gli afflussi relativi ai bacini dei corsi d'acqua della rete idrografica minore (Rii Cervino, Verzenasco, Valgrana, Bicogno, Boschella e Caranzano), data la superficie relativamente modesta, sono stati calcolati con il metodo regolarizzato proposto dal A.I.Po nell'Allegato 3 "*CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO*" del Supplemento al B.U.R. n. 30 del 25 luglio 2002.

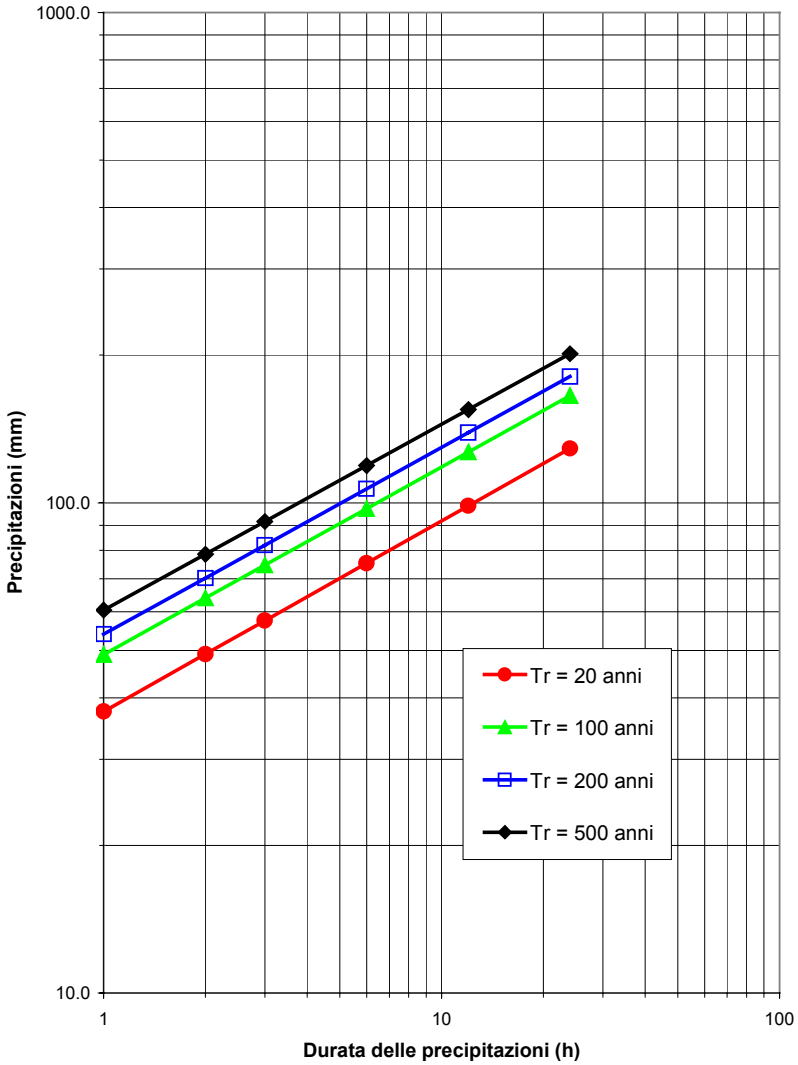
La distribuzione spaziale delle precipitazioni intense per le località prive di misure dirette è stata condotta da A.I.Po attraverso il *metodo di Kriging* dei parametri "a" e "n" delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato. In questo modo è stato possibile considerare la cella relativa al baricentro del bacino idrografico in esame e riportare i dati interpolati proposti da A.I.Po.

Le celle considerate sono le CA122, CC122, CC123 e CC124 di cui si riporta il grafico relativo alle curve di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno:

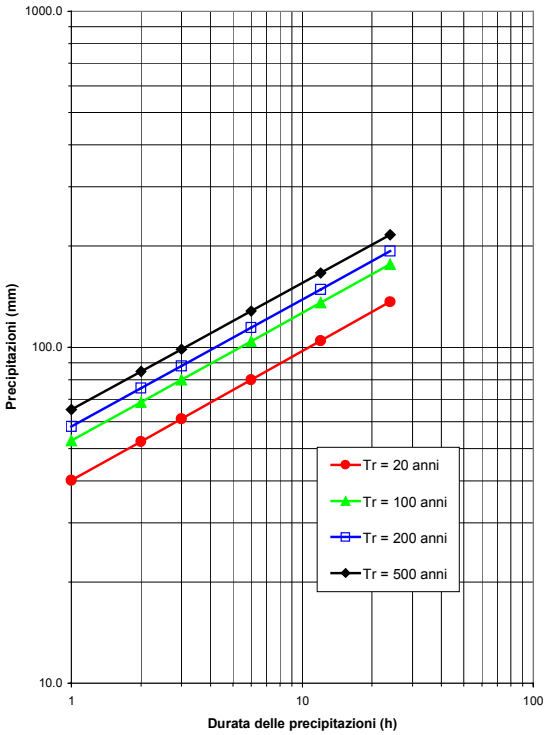
CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA
MODELLO AUTORITA' BACINO FIUME PO

REGOLARIZZAZIONE CELLA CA122 UTM 457000E 4957000N

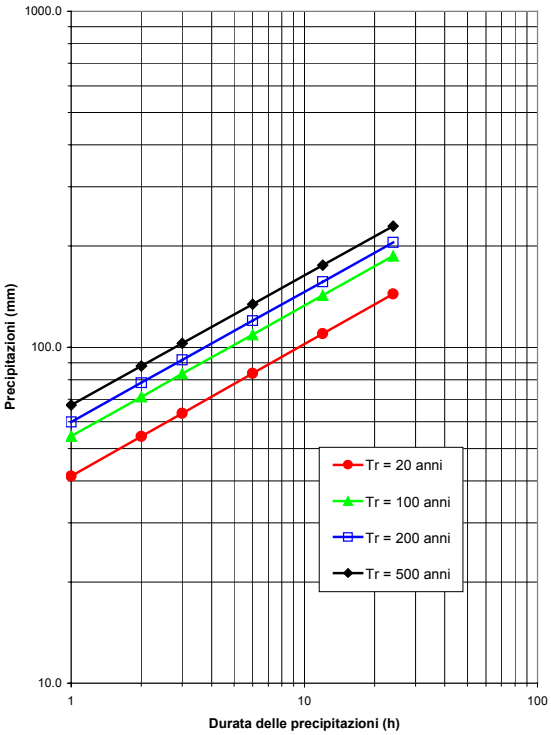
B.U.R. Supplemento al n° 30 - 25 luglio 2002, Allegato 3



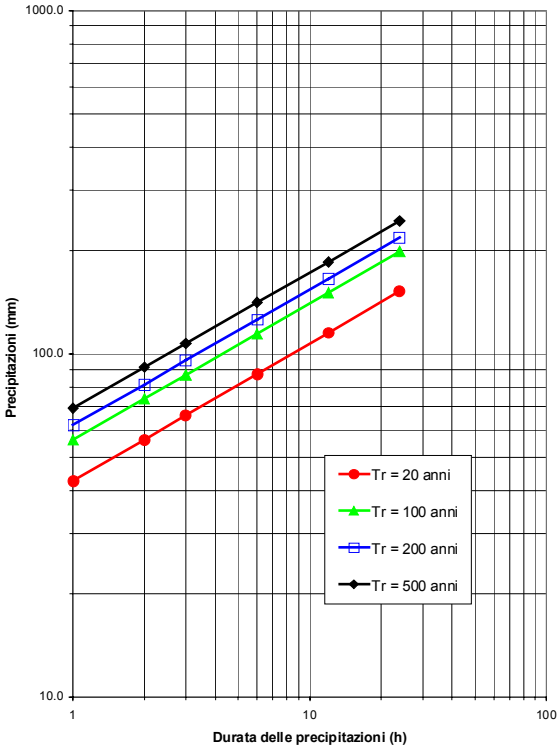
CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA
MODELLO AUTORITA' BACINO FIUME PO
REGOLARIZZAZIONE CELLA CC122 UTM 461000E 4957000N
B.U.R. Supplemento al n° 30 - 25 luglio 2002, Allegato 3



CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA
MODELLO AUTORITA' BACINO FIUME PO
REGOLARIZZAZIONE CELLA CC123 UTM 461000E 4955000N
B.U.R. Supplemento al n° 30 - 25 luglio 2002, Allegato 3



CURVE DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICA
MODELLO AUTORITA' BACINO FIUME PO
REGOLARIZZAZIONE CELLA CC124 UTM 461000E 4953000N
B.U.R. Supplemento al n° 30 - 25 luglio 2002, Allegato 3



6.4.) Portate al colmo massime – F. Bormida

L'idrometria del Bormida a Cassine è stata svolta a partire dalla seconda metà del 1800 in modo discontinuo e con ampie lacune temporali, lungo 5 differenti sezioni.

Le pubblicazioni degli annali idrologici del Servizio Idrografico Italiano, si riferiscono quasi esclusivamente ai livelli idrometrici di cui sono stati registrati valori massimi pari a 7 m nel 1878, 1926 e 1968.

Gli unici dati di portata disponibili si riferiscono alle misurazioni della stazione idrometrica di Cassine Fraz. Caranzano, relativamente all'intervallo temporale 1941-1961.

La stazione, che presenta quota sezione 120 m s.l.m. e superficie di bacino sottesa 1483 Km², registrò l'evento alluvionale del 10/11/51 con un altezza idrometrica di 7.14 m ed una portata di 1320 mc/s.

L'evento alluvionale registrato ad Acqui nel 1/11/37 con un'altezza idrometrica di 7 m, non trova riscontro nel dato di Cassine, dove l'altezza idrometrica misurata lo stesso giorno in 3.50 m si riferisce a condizioni non al colmo (Servizio Idrologico, 1953).

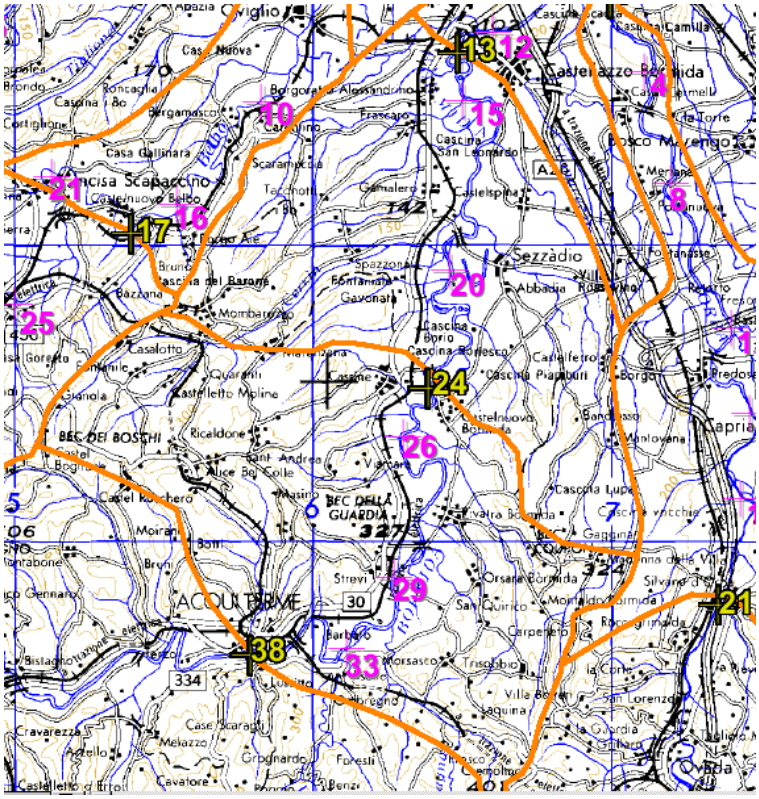
Per quanto riguarda il recente evento alluvionale del 4/11/94 la stazione idrografica di Cassine non ha consentito registrazioni.

I dati rilevati si riferiscono alle tracce di massima piena, che hanno messo in evidenza il raggiungimento di un livello al colmo a Cassine di circa 4.7 m.

A partire dal febbraio 1995 è stata attivata la stazione idrometrica della Regione Piemonte denominata BO/CA ubicata in prossimità dell'imbocco del canale di derivazione Carlo Alberto. La stazione di tipo "B" presenta una superficie sottesa di 1483 Km².

Ulteriori dati possono essere ricavati dall'archivio dell'Autorità di Bacino del fiume Po pubblicato sulla "*DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DA ASSUMERE PER LE PROGETTAZIONI E LE VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA* – L. 18/05/1989 n. 183, art. 17, comma 6ter – adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26/04/2001".

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia dell'archivio citato dove sono evidenziate in giallo le stazioni idrometriche di cui si ha un dato di altezza idrometrica e di portata, in rosa i punti di cui si ha solo il valore dell'idrometrica:



I dati forniti dall'Autorità di Bacino sono raccolti nella seguente tabella:

Codice e Denominazione	S (km^2)	Prog. (m)	Quota idrom. *T=200 anni* (m s.l.m.)	Q_{20} (m^3/s)	Q_{100} (m^3/s)	Q_{200} (m^3/s)	Q_{500} (m^3/s)
38 Acqui T.	1439	125.46	145.20	1740	2720	2980	3360
33		131.00	139.92				
29 Stervi		135.55	131.20				
26 Caranzano		143.35	122.95				
24 Cassine	1483	147.36	119.93	2010	2750	3020	3400
20 Sezzadio		153.68	113.00				

6.5.) Portate di progetto per l'idrografia minore

Mentre per il F. Bormida tutti i dati relativi a idrometria e portate defluite sono già stati calcolati dall'A.I.Po (vedi paragrafo precedente), come riportato nella Deliberazione del Comitato dell'Autorità di bacino del fiume Po in data 26/04/2001, n. 18/2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24/05/2001, e gli "*INDIRIZZI PER L'ATTUAZIONE DEL P.A.I. NEL SETTORE URBANISTICO. CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO*", per l'idrografia minore, è necessario procedere ad un'analisi statistica delle osservazioni pluviometriche relative al bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse e mediante l'impiego di modelli afflussi-deflussi per la trasformazione delle piogge in portate. In particolare si è optato per il metodo razionale la cui formula, espressa dall'Autorità di Bacino nella "*DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DA ASSUMERE PER LE PROGETTAZIONI E LE VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA*" e contenuta all'interno dell'all. 3 precedentemente menzionato, risulta:

$$Q_c = 0.28 \cdot c \cdot i \cdot A$$

dove Q_c = portata al colmo (m^3/s);
c = coefficiente di deflusso (adimensionale);
i = intensità di pioggia (mm/h);
A = superficie del bacino sotteso (km^2).

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:
- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno **T_R** di quello dell'intensità di pioggia,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,
- l'intensità di pioggia ha una durata pari a quella del *tempo di corrivazione* **t_c**.

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione forse migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale. Il calcolo è stato condotto mediando i risultati ottenuti dai metodi di Giandotti, Pezzoli e di Puglisi - Zanframundo, secondo le relazioni seguenti:

GIANDOTTI $$t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{A} + 1.5 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_r}}$$

PEZZOLI $$t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i_a}}$$

PUGLISI – ZANFRAMUNDO $$t_c = 6 \cdot \frac{L^{0.667}}{d^{0.333}}$$

dove: A = superficie del bacino (km^2);
L = lunghezza asta principale (km);
$\overline{H}_r$ = altezza media del bacino relativa alla quota della sezione di chiusura (m);
i_a = pendenza media dell'alveo dell'asta fluviale (adimensionale);
d = dislivello asta principale.

	$\overline{H}_r$ (m)	L (km)	A (km^2)	i_a %	d (m)	t_c (h)
CERVINO alla confluenza in F. Bormida	100	19.6	28.6	1	190	8.26
VERZENASCO alla confluenza in F. Bormida	119	7.5	5.9	2	149	3.22
VALGRANA alla confluenza in F. Bormida	28	6.4	5.9	2.7	173	3.48
BICOGNO alla confluenza in F. Bormida	86	7.4	10.2	1.7	126	3.63
BOSCHELLA alla confluenza in F. Bormida	65	2.9	1.9	3.6	105	1.65
CARANZANO alla confluenza in F. Bormida	103	5.3	7	3.3	173	2.39

Tab. 6.3: Parametri utilizzati per il calcolo del tempo di corrivazione t_c.

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:
- il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino idrografico considerato,

- il fattore di trattenuta del terreno, funzione della capacità di assorbimento del terreno (rapporto tra l'altezza di pioggia netta e l'altezza di pioggia totale),
- il fattore di laminazione, che dipende dalla capacità di invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico dello stesso.

In via teorica l'utilizzo della formula razionale per convertire una precipitazione di assegnato tempo di ritorno T_R in una portata al colmo con pari valore di T_R, richiede di caratterizzare anche il coefficiente di deflusso *c* con un valore medio di ricorrenza. Ciò è possibile solamente quando si disponga di serie storiche sufficientemente estese di dati pioggia e di portate al colmo. Nel caso in esame si è tenuto conto di un coefficiente compatibile con la realtà morfologica e pedologica del bacino immediatamente a monte della zona di indagine. In particolare si è considerato un coefficiente di deflusso:

$$C = 0.7$$

Tenendo conto delle precedenti assunzioni, si è ottenuto il seguente risultato:

	Q [m^3/s] T_R = 20 anni	Q [m^3/s] T_R = 100 anni	Q [m^3/s] T_R = 200 anni	Q [m^3/s] T_R = 500 anni
CERVINO alla confluenza in F. Bormida	58	75	82	91
VERZENASCO alla confluenza in F. Bormida	23	30	32	36
VALGRANA alla confluenza in F. Bormida	22	28	31	35
BICOGNO alla confluenza in F. Bormida	38	49	54	61
BOSCHELLA alla confluenza in F. Bormida	12	15	17	19
CARANZANO alla confluenza in F. Bormida	35	45	50	56

Tab. 6.4: Portate di progetto idrografia minore

Determinate le portate di progetto, viene di seguito valutato il comportamento del corso d'acqua, mediante la determinazione dei tiranti e la conseguente determinazione delle aree potenzialmente esondabili per fissati tempi di ritorno.

6.6.) Verifica idraulica sui corsi d'acqua demaniali appartenenti all'idrografia secondaria

Al fine di determinare eventuali zone di criticità in prossimità di attraversamenti e ponti sull'idrografia secondaria demaniale, sono state eseguite verifiche idrauliche speditive per diverse sezioni.

Le sezioni in esame sono quelle relative al ponte PO003 sul R. Cervino, al ponte PO006 sul R. Verzenasco, agli attraversamenti AG014 – AG013 e alla canaletta di accesso al AG013 sul R. Valgrana, al ponte PO011 sul R. Bicogno, agli attraversamenti AG021 – AG022 sul rio Boschella, agli attraversamenti AG024 – AG025 sul R. Caranzano (vedi Tav. 5).

Le informazioni geometriche provengono dal rilievo geometrico effettuato il 23/09/2002 (Tavv. A e B nel testo).

La scala di deflusso per le infrastrutture è stata determinata con l'ipotesi semplificativa del moto uniforme utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \Omega \times \chi \times \sqrt{R_{idr} \times i_{fondo}}$$

dove: χ dato dall'espressione di Strickler $\chi = c \cdot R_{idr}^{1/6}$,
c = coefficiente di scabrezza di Strickler[(1)] pari a 30 $m^{1/3}/s$,
R_{idr} = raggio idraulico dato dal rapporto Ω/P (m),
Ω = superficie di deflusso della corrente (m^2),
P = perimetro bagnato (m),
i_{fondo} = pendenza media dell'alveo in prossimità dell'infrastruttura (adimensionale).

Al fine di verificare il tipo di moto della corrente in alveo, laddove il deflusso è risultato compatibile, è stata calcolata la pendenza critica i_c e rapportata al valore i_{fondo}: per $i_c < i_{fondo}$ risultano condizioni di moto in corrente veloce (tipica di alvei in regime torrentizio), viceversa risultano condizioni di corrente lenta:

$$i_c = \frac{g \cdot P}{\chi^2 \cdot b}$$

dove: g = 9.81 m/s^2 accelerazione di gravità,
b = ampiezza della superficie del pelo libero calcolata trasversalmente alla direzione di deflusso (m).

La determinazione dell'area bagnata e del perimetro bagnato è stata effettuata mediante suddivisione in aree semplici della luce libera totale degli attraversamenti. Ad ogni quota dal fondo corrisponde una misura incrementale di detti fattori.

Nel seguito vengono riportate le tabelle di calcolo della verifica idraulica effettuata sulle diverse sezioni dei ponti nonché i relativi grafici delle scale di deflusso, i grafici "superficie di deflusso/tirante idrico" e "perimetro bagnato/tirante idrico", questi ultimi indispensabili per la valutazione della tipologia di corrente in piena.

La determinazione del tirante idraulico risulta dal grafico della scala di deflusso per T_R = 200 anni, la proiezione sulle ordinate consente di ottenere il valore del livello idrico raggiunto dalla relativa piena [2].

---

[1] I valori di n utilizzati sono ricavati dall'Autorità di Bacino del Fiume Po in base all'Allegato 3 "*CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO*" del Supplemento al B.U.R. n° 30 del 25 luglio 2002:

- c = 30 per alveo e sponde, considerando un corso d'acqua minore avente alveo con vegetazione erbacea e ciottoli di modeste dimensioni.

[2] Con il valore così ottenuto si entra nelle ordinate dei grafici del perimetro bagnato e dell'area bagnata ottenendo rispettivamente perimetro e area bagnati relativi ad una piena T_R = 200 anni. Una volta calcolato il parametro b è possibile determinare i_c.

PARAMETRI IDRAULICI ponte PO003							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.010	0.00
0.25	1.63	7.29	0.22	30.00	23.37	0.010	1.80
0.50	3.51	8.58	0.41	30.00	25.85	0.010	5.80
0.75	5.63	9.96	0.57	30.00	27.28	0.010	11.55
1.00	7.92	11.43	0.69	30.00	28.22	0.010	18.61
1.25	10.26	12.47	0.82	30.00	29.04	0.010	27.03
1.50	12.40	13.49	0.92	30.00	29.58	0.010	35.17
1.75	14.30	14.63	0.98	30.00	29.89	0.010	42.25
2.00	15.91	15.97	1.00	30.00	29.98	0.010	47.61
2.25	17.15	17.71	0.97	30.00	29.84	0.010	50.36
2.50	17.79	21.89	0.81	30.00	28.98	0.010	46.48

PARAMETRI IDRAULICI ponte PO006							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.013	0.00
0.24	0.99	5.47	0.18	30.00	22.56	0.013	1.08
0.48	2.60	8.14	0.32	30.00	24.80	0.013	4.16
0.72	4.65	9.27	0.50	30.00	26.74	0.013	10.04
0.96	6.83	9.92	0.69	30.00	28.19	0.013	18.22
1.20	9.02	10.40	0.87	30.00	29.30	0.013	28.06
1.44	11.21	10.88	1.03	30.00	30.15	0.013	39.12
1.68	13.40	11.36	1.18	30.00	30.84	0.013	51.17
1.92	15.59	11.84	1.32	30.00	31.41	0.013	64.06
2.16	17.78	12.32	1.44	30.00	31.89	0.013	77.67
2.40	19.97	21.94	0.91	30.00	29.53	0.013	64.16
TIPO DI MOTO DELLA CORRENTE	**1.72**	**9.80**	**10.65**	**0.92**	**30.00**	**29.59**	**b= 9.14**	**i_c = 0.013**

PARAMETRI IDRAULICI attraversamento AG014							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.010	0.00
0.25	0.58	2.92	0.20	30.00	22.92	0.010	0.59
0.50	1.31	3.84	0.34	30.00	25.08	0.010	1.92
0.75	2.17	4.51	0.48	30.00	26.56	0.010	4.00
1.00	3.05	5.01	0.61	30.00	27.62	0.010	6.57
1.25	3.93	5.51	0.71	30.00	28.36	0.010	9.41
1.50	4.81	6.01	0.80	30.00	28.91	0.010	12.44
1.75	5.69	6.51	0.87	30.00	29.33	0.010	15.60
2.00	6.57	7.01	0.94	30.00	29.68	0.010	18.88
2.25	7.45	7.51	0.99	30.00	29.96	0.010	22.23
2.50	8.33	8.01	1.04	30.00	30.20	0.010	25.65
2.75	9.21	8.51	1.08	30.00	30.40	0.010	29.13
2.95	9.91	12.41	0.80	30.00	28.90	0.010	25.59

PARAMETRI IDRAULICI attraversamento AG013							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.010	0.00
0.10	0.25	2.70	0.09	30.00	20.18	0.010	0.15
0.20	0.50	2.90	0.17	30.00	22.38	0.010	0.46
0.30	0.75	3.10	0.24	30.00	23.68	0.010	0.87
0.40	1.00	3.30	0.30	30.00	24.59	0.010	1.35
0.50	1.24	3.16	0.39	30.00	25.67	0.010	1.99
0.60	1.46	3.44	0.42	30.00	26.01	0.010	2.47
0.70	1.66	3.76	0.44	30.00	26.18	0.010	2.89
0.80	1.83	4.14	0.44	30.00	26.18	0.010	3.19
0.90	1.96	4.62	0.42	30.00	26.01	0.010	3.32
1.00	2.03	5.75	0.35	30.00	25.22	0.010	3.04

PARAMETRI IDRAULICI canaletta in accesso AG013							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.010	0.00
0.20	0.41	2.41	0.17	30.00	22.33	0.010	0.38
0.40	0.83	2.82	0.29	30.00	24.47	0.010	1.10
0.60	1.27	3.23	0.39	30.00	25.68	0.010	2.04
0.80	1.72	3.64	0.47	30.00	26.48	0.010	3.13
1.00	2.18	4.05	0.54	30.00	27.06	0.010	4.33
1.20	2.66	4.46	0.60	30.00	27.52	0.010	5.65
1.40	3.15	4.87	0.65	30.00	27.90	0.010	7.07
1.60	3.66	5.28	0.69	30.00	28.22	0.010	8.60
1.80	4.18	5.69	0.73	30.00	28.50	0.010	10.21
2.00	4.71	6.10	0.77	30.00	28.73	0.010	11.89

PARAMETRI IDRAULICI ponte PO011							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.010	0.00
0.20	1.62	8.90	0.18	30.00	22.58	0.010	1.56
0.40	3.24	9.70	0.33	30.00	24.99	0.010	4.68
0.60	4.91	11.00	0.45	30.00	26.23	0.010	8.60
0.80	6.63	11.80	0.56	30.00	27.25	0.010	13.54
1.00	8.35	12.60	0.66	30.00	28.01	0.010	19.04
1.20	10.07	13.40	0.75	30.00	28.61	0.010	24.97
1.40	11.79	14.20	0.83	30.00	29.08	0.010	31.25
1.60	13.51	15.00	0.90	30.00	29.48	0.010	37.80
1.80	15.23	15.80	0.96	30.00	29.82	0.010	44.58
2.00	16.95	16.04	1.06	30.00	30.28	0.010	52.76
2.20	18.35	18.52	0.99	30.00	29.95	0.010	54.71
2.40	19.09	24.46	0.78	30.00	28.79	0.010	48.55
TIPO DI MOTO DELLA CORRENTE	**3.12**	**17.40**	**16.60**	**1.05**	**30.00**	**30.24**	**b= 7.50**	**i_c = 0.024**

PARAMETRI IDRAULICI attraversamento AG021							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.016	0.00
0.10	0.15	1.77	0.08	30.00	19.88	0.016	0.11
0.20	0.29	1.99	0.15	30.00	21.76	0.016	0.30
0.30	0.42	2.23	0.19	30.00	22.71	0.016	0.52
0.40	0.54	2.51	0.22	30.00	23.22	0.016	0.74
0.50	0.63	2.85	0.22	30.00	23.33	0.016	0.87
0.60	0.68	3.65	0.19	30.00	22.67	0.016	0.84

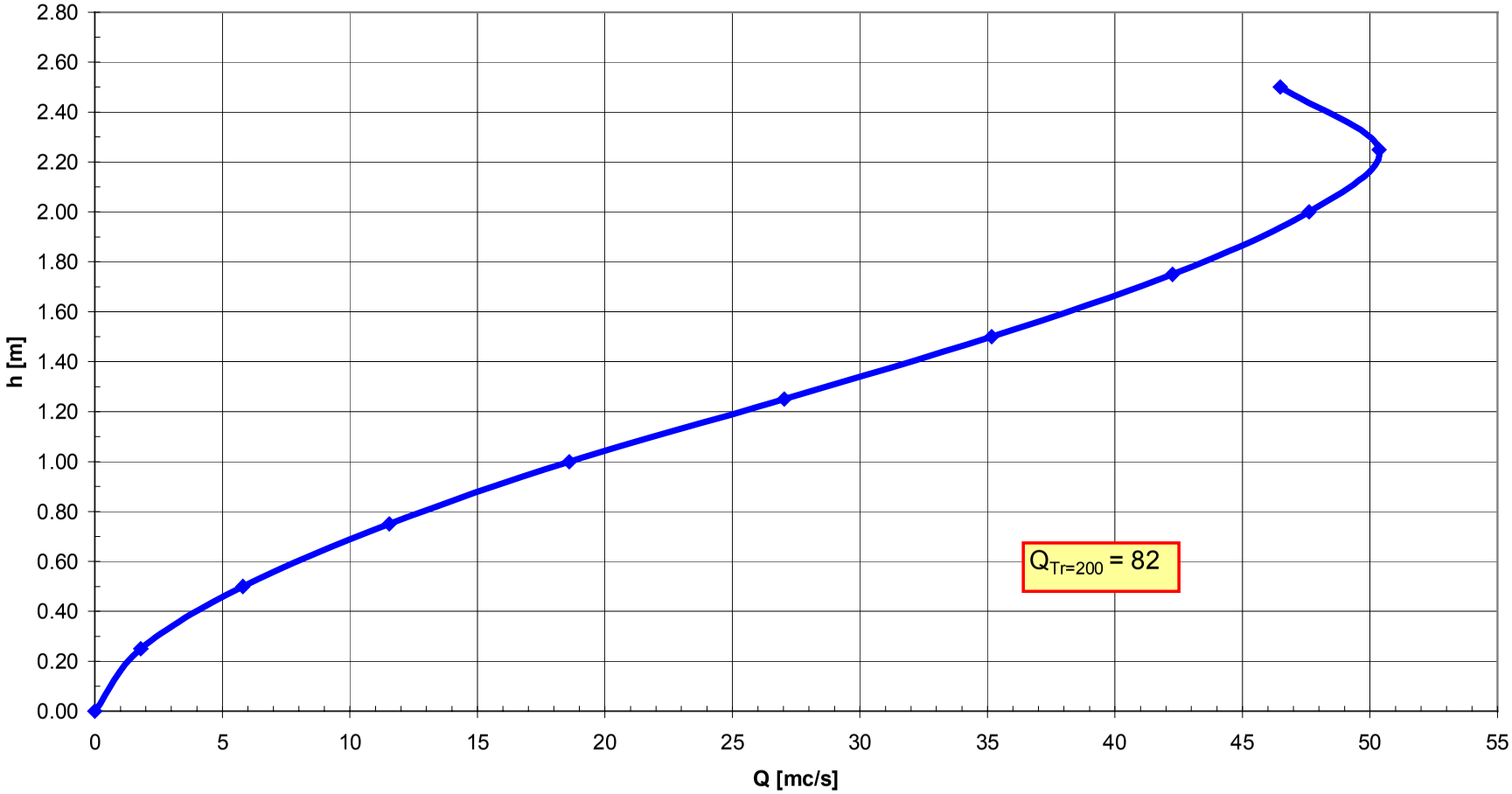
PARAMETRI IDRAULICI attraversamento AG022							
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.016	0.00
0.05	0.18	3.60	0.05	30.00	18.12	0.016	0.09
0.10	0.35	3.70	0.09	30.00	20.25	0.016	0.28
0.15	0.53	3.80	0.14	30.00	21.57	0.016	0.53
0.20	0.70	3.90	0.18	30.00	22.53	0.016	0.85
0.25	0.88	4.00	0.22	30.00	23.29	0.016	1.21
0.30	1.05	7.30	0.14	30.00	21.72	0.016	1.09

PARAMETRI IDRAULICI attraversamento AG024								
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]	
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.019	0.00	
0.20	0.90	4.90	0.18	30.00	22.62	0.019	1.20	
0.40	1.80	5.30	0.34	30.00	25.06	0.019	3.62	
0.60	2.70	5.70	0.47	30.00	26.49	0.019	6.78	
0.80	3.60	6.10	0.59	30.00	27.48	0.019	10.47	
1.00	4.50	6.50	0.69	30.00	28.22	0.019	14.56	
1.20	5.40	6.90	0.78	30.00	28.80	0.019	18.96	
1.40	6.30	7.30	0.86	30.00	29.27	0.019	23.61	
1.60	7.20	7.70	0.94	30.00	29.67	0.019	28.47	
1.80	8.10	8.10	1.00	30.00	30.00	0.019	33.50	
2.00	9.00	8.50	1.06	30.00	30.29	0.019	38.66	
2.20	9.90	8.90	1.11	30.00	30.54	0.019	43.95	
2.40	10.80	9.30	1.16	30.00	30.76	0.019	49.34	
2.60	11.70	9.70	1.21	30.00	30.95	0.019	54.82	
2.80	12.60	10.10	1.25	30.00	31.13	0.019	60.38	
3.00	13.50	10.50	1.29	30.00	31.28	0.019	66.01	
3.20	14.36	11.06	1.30	30.00	31.33	0.019	70.67	
3.40	15.13	11.68	1.30	30.00	31.32	0.019	74.35	
3.60	15.79	12.42	1.27	30.00	31.22	0.019	76.63	
3.80	16.31	13.36	1.22	30.00	31.01	0.019	77.04	
4.00	16.58	15.56	1.07	30.00	30.32	0.019	71.53	
TIPO DI MOTO DELLA CORRENTE	**0.94**	**10.95**	**9.40**	**1.16**	**30.00**	**30.77**	**b= 4.50**	**i_c = 0.022**

PARAMETRI IDRAULICI attraversamento AG025								
h [m]	Ω [m²]	P [m]	R_{idr} [m]	C	X	i_f	Q [m³/s]	
0.00	0.00	0.00	0.00	30.00	0.00	0.019	0.00	
0.20	0.90	4.90	0.18	30.00	22.62	0.019	1.20	
0.40	1.80	5.30	0.34	30.00	25.06	0.019	3.62	
0.60	2.70	5.70	0.47	30.00	26.49	0.019	6.78	
0.80	3.60	6.10	0.59	30.00	27.48	0.019	10.47	
1.00	4.50	6.50	0.69	30.00	28.22	0.019	14.56	
1.20	5.40	6.90	0.78	30.00	28.80	0.019	18.96	
1.40	6.30	7.30	0.86	30.00	29.27	0.019	23.61	
1.60	7.20	7.70	0.94	30.00	29.67	0.019	28.47	
1.80	8.10	8.10	1.00	30.00	30.00	0.019	33.50	
2.00	9.00	8.50	1.06	30.00	30.29	0.019	38.66	
2.20	9.89	8.90	1.11	30.00	30.53	0.019	43.88	
2.40	10.77	9.32	1.16	30.00	30.73	0.019	49.04	
2.60	11.62	9.74	1.19	30.00	30.90	0.019	54.05	
2.80	12.44	10.18	1.22	30.00	31.02	0.019	58.80	
3.00	13.22	10.64	1.24	30.00	31.11	0.019	63.18	
3.20	13.94	11.14	1.25	30.00	31.14	0.019	66.94	
3.40	14.59	11.70	1.25	30.00	31.12	0.019	69.90	
3.60	15.15	12.34	1.23	30.00	31.04	0.019	71.83	
3.80	15.59	13.16	1.18	30.00	30.86	0.019	72.18	
4.00	15.82	15.07	1.05	30.00	30.24	0.019	67.57	
TIPO DI MOTO DELLA CORRENTE	**0.94**	**10.95**	**9.40**	**1.16**	**30.00**	**30.77**	**b= 4.30**	**i_c = 0.023**

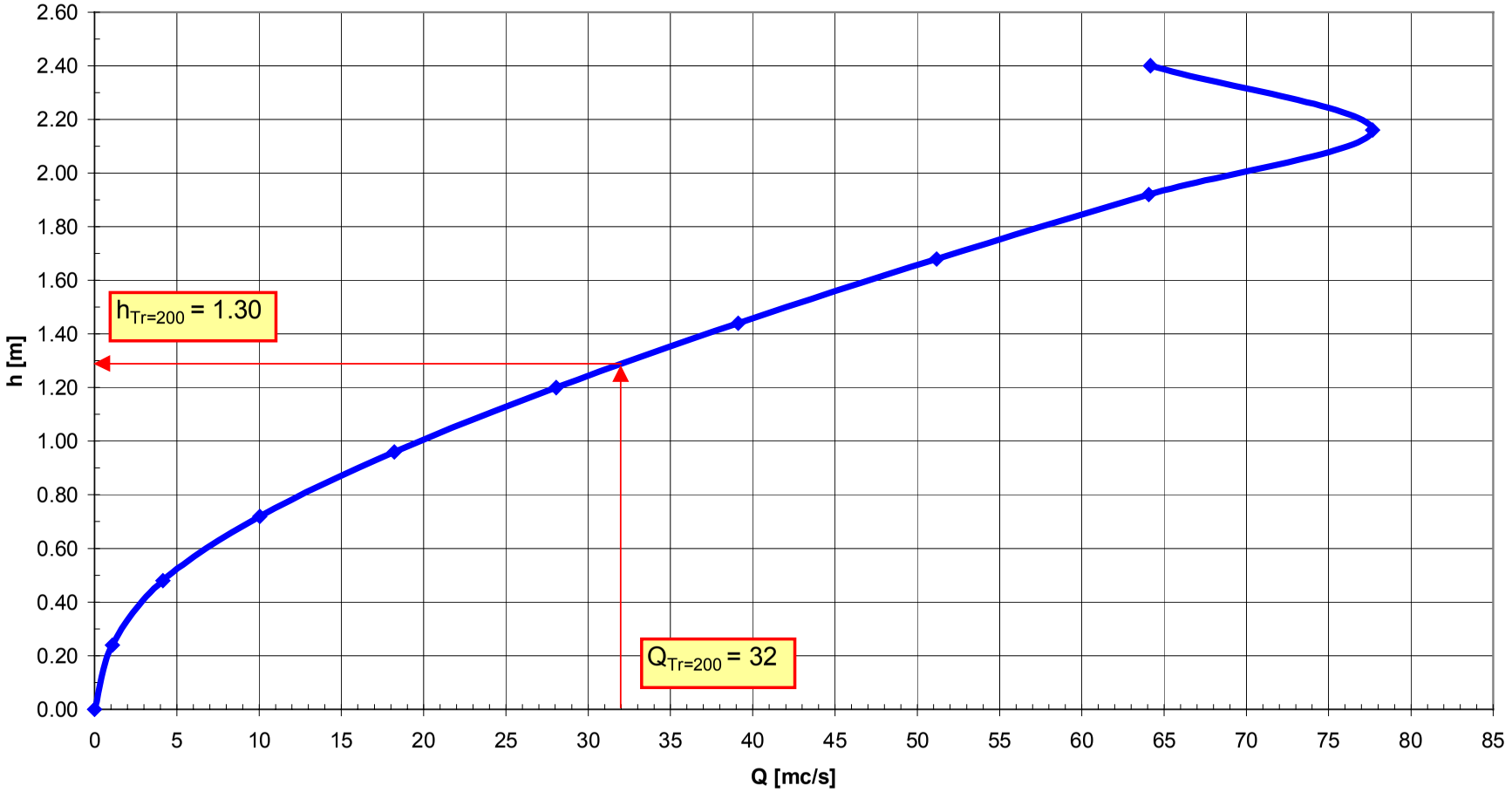
SCALA DELLE PORTATE PONTE PO003

R. Cervino



SCALA DELLE PORTATE PONTE PO006

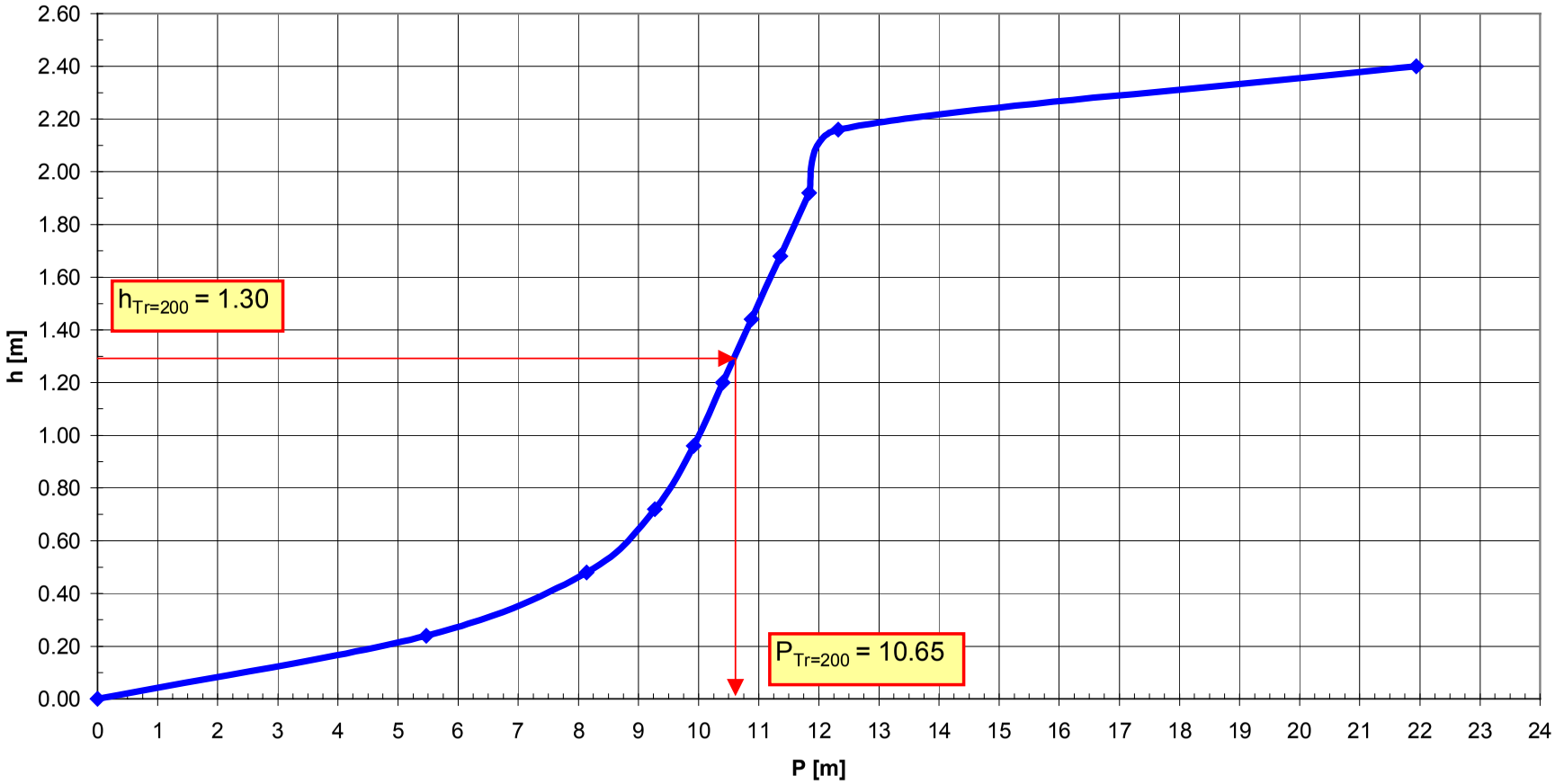
R. Verzenasco



PERIMETRO BAGNATO

PONTE PO006

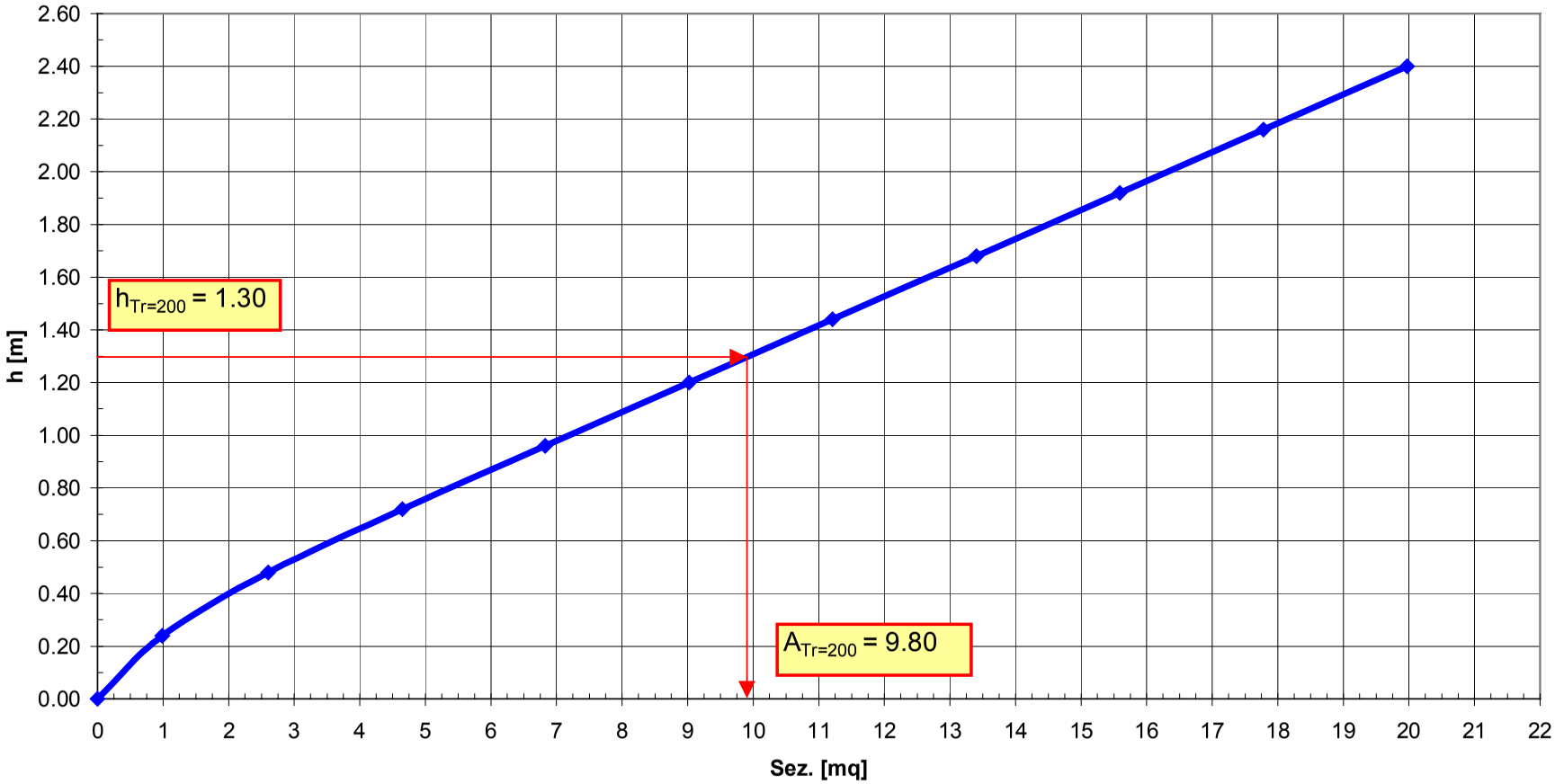
R. Verzenasco



AREA BAGNATA

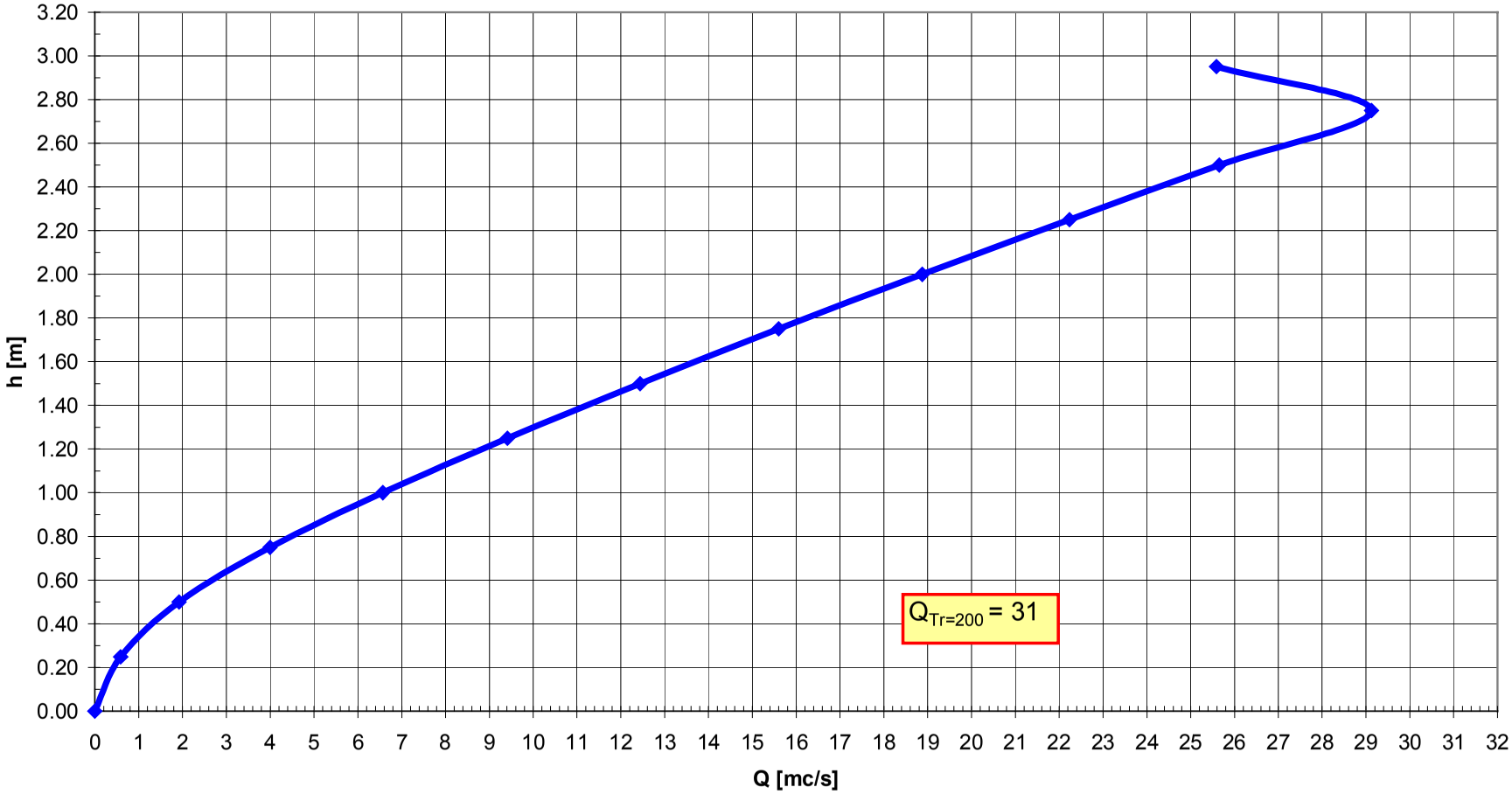
PONTE PO006

R. Verzenasco



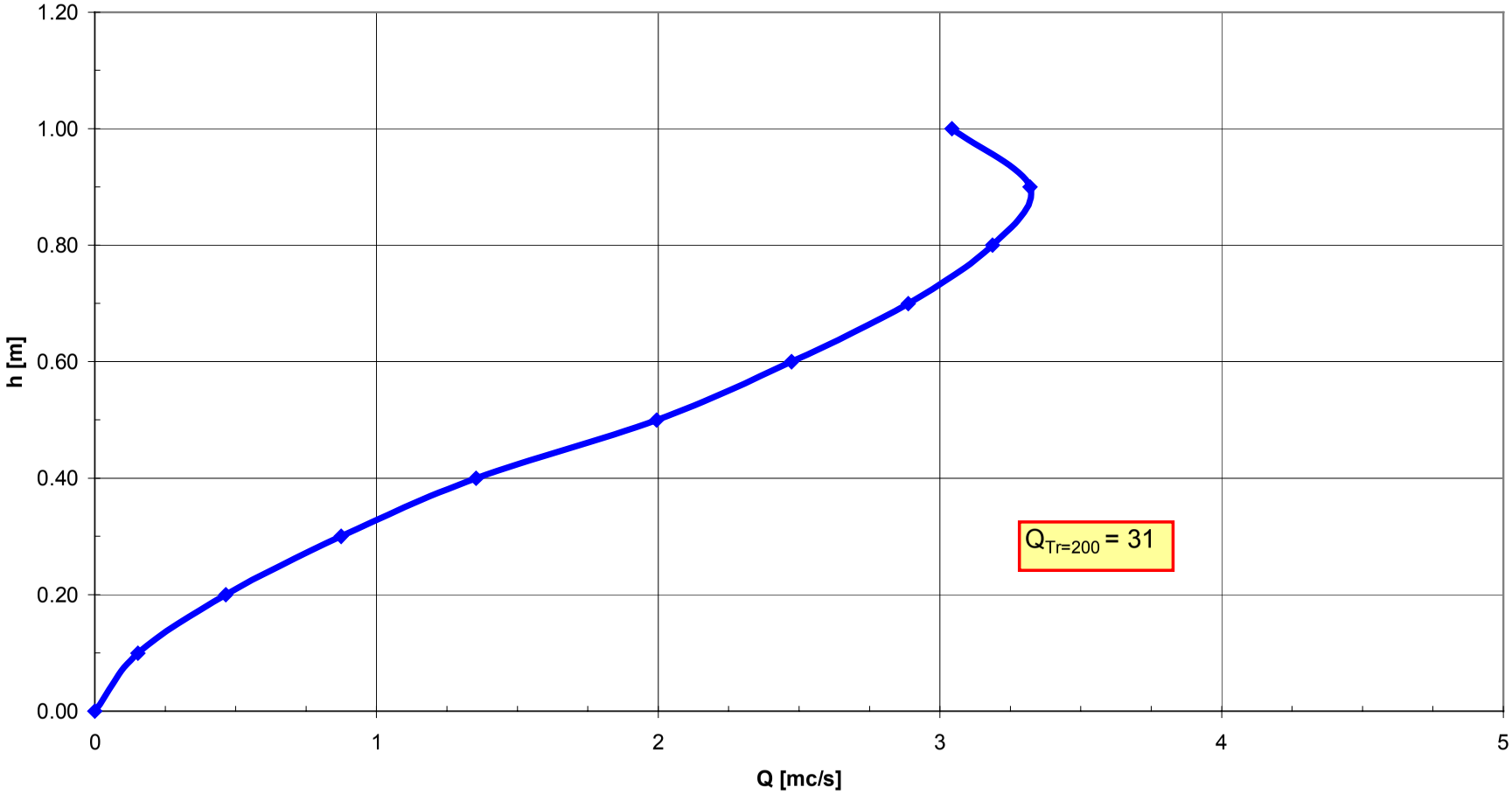
SCALA DELLE PORTATE ATTRAVERSAMENTO AG014

R. Valgrana



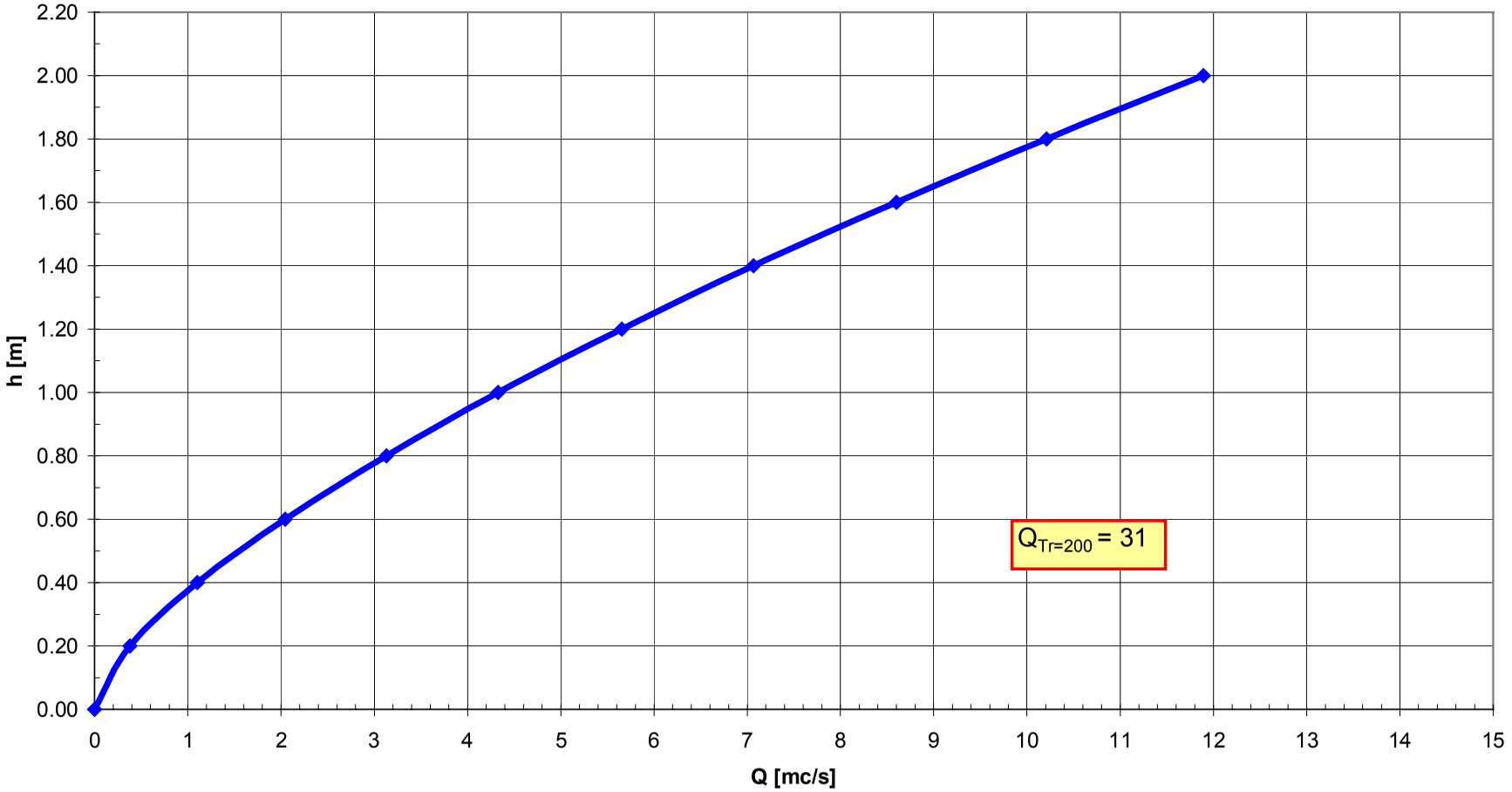
SCALA DELLE PORTATE ATTRAVERSAMENTO AG013

R. Valgrana



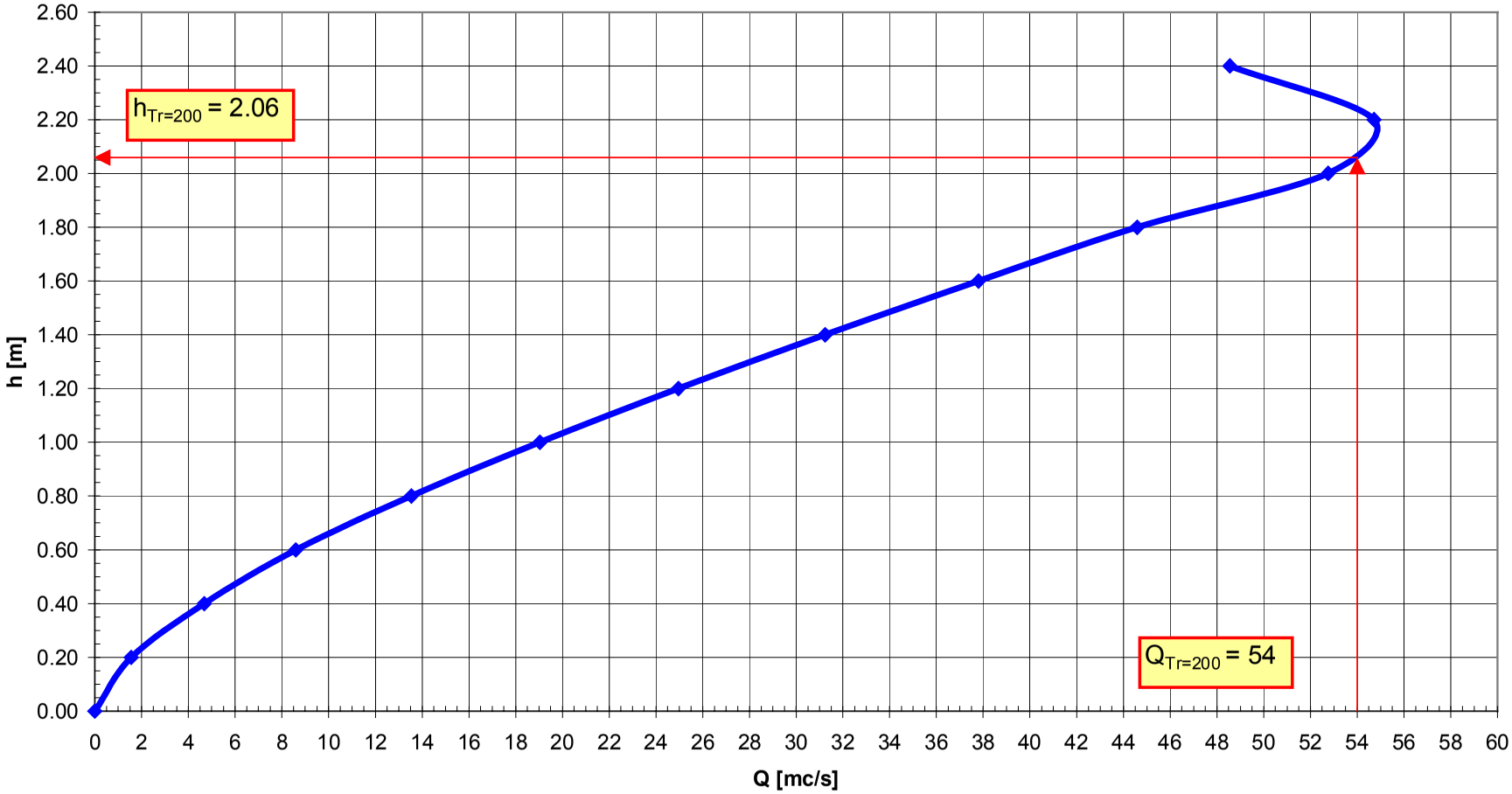
SCALA DELLE PORTATE CANALETTA DI SCOLO IN ACCESSO AG013

R. Valgrana



SCALA DELLE PORTATE PONTE PO011

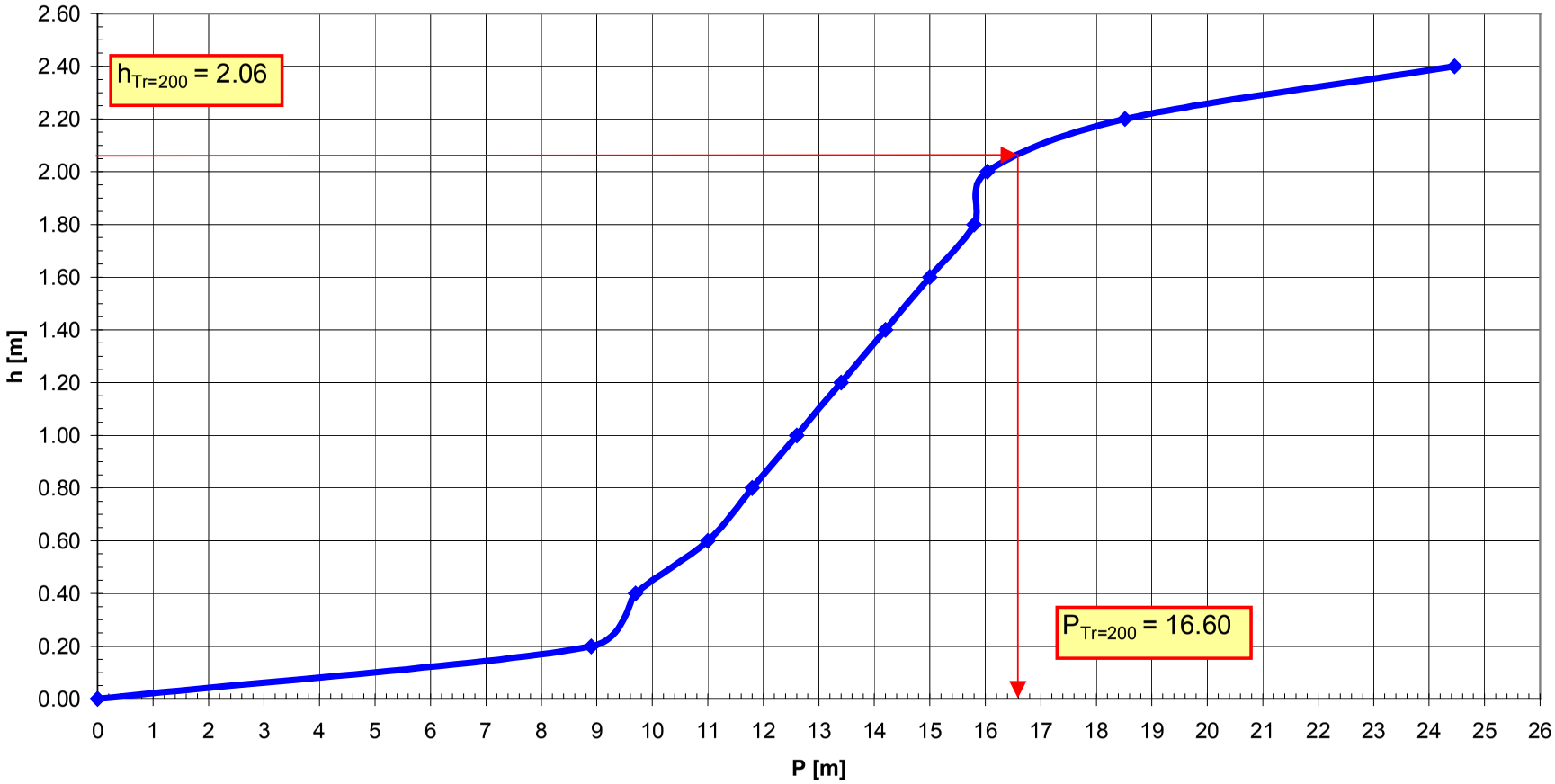
R. Bicogno



PERIMETRO BAGNATO

PONTE PO011

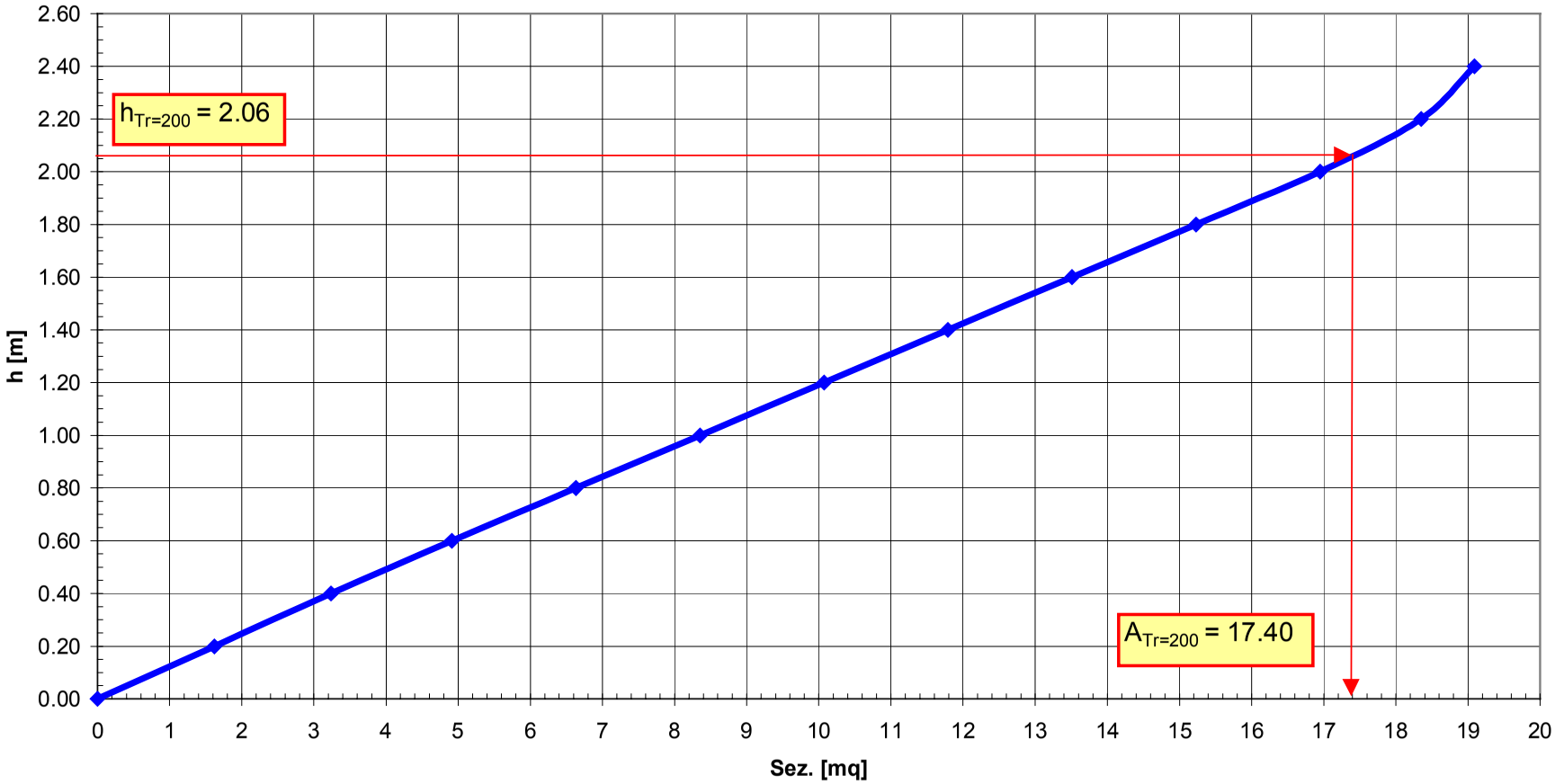
R. Bicogno



AREA BAGNATA

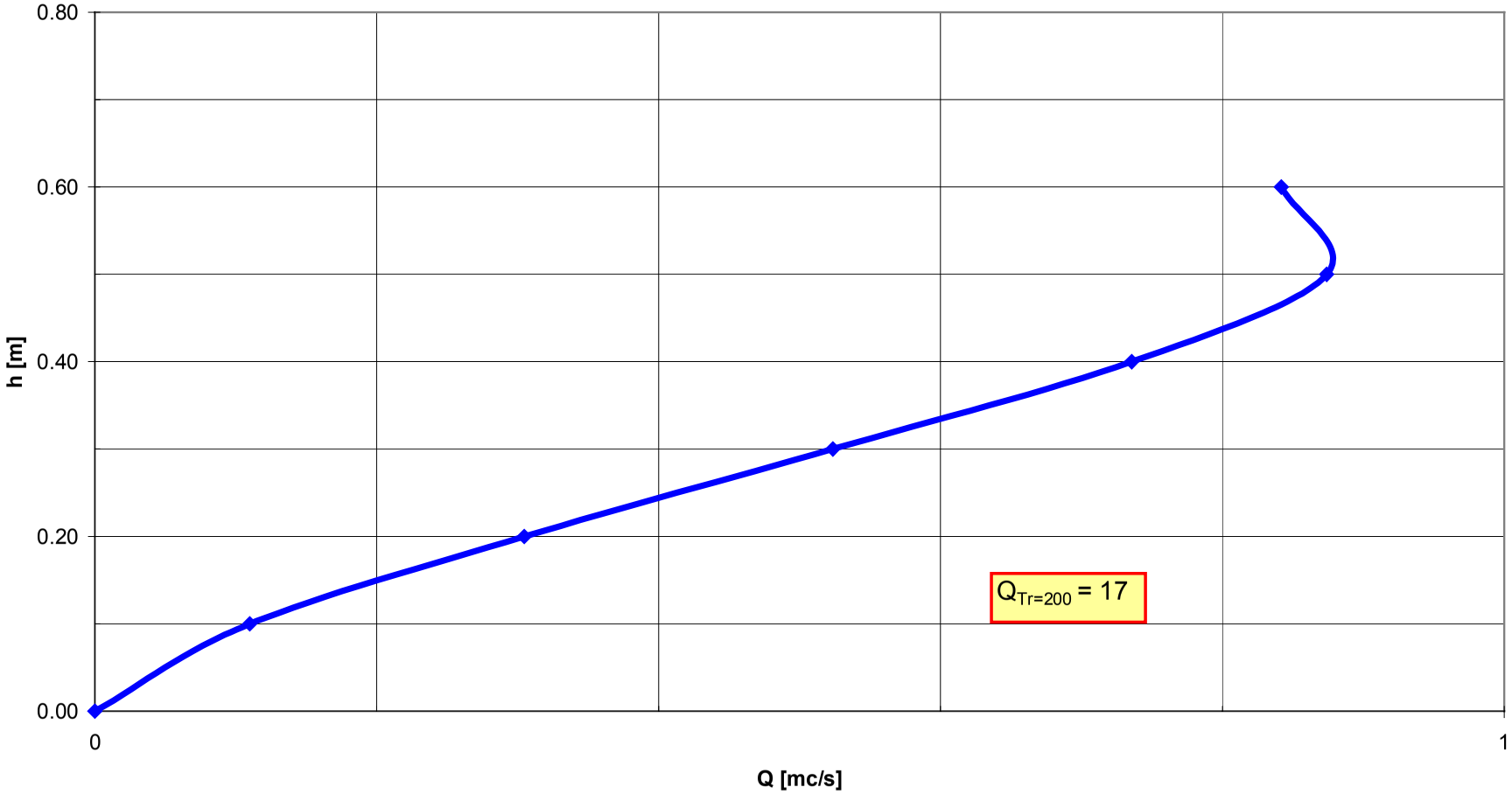
PONTE PO011

R. Bicogno



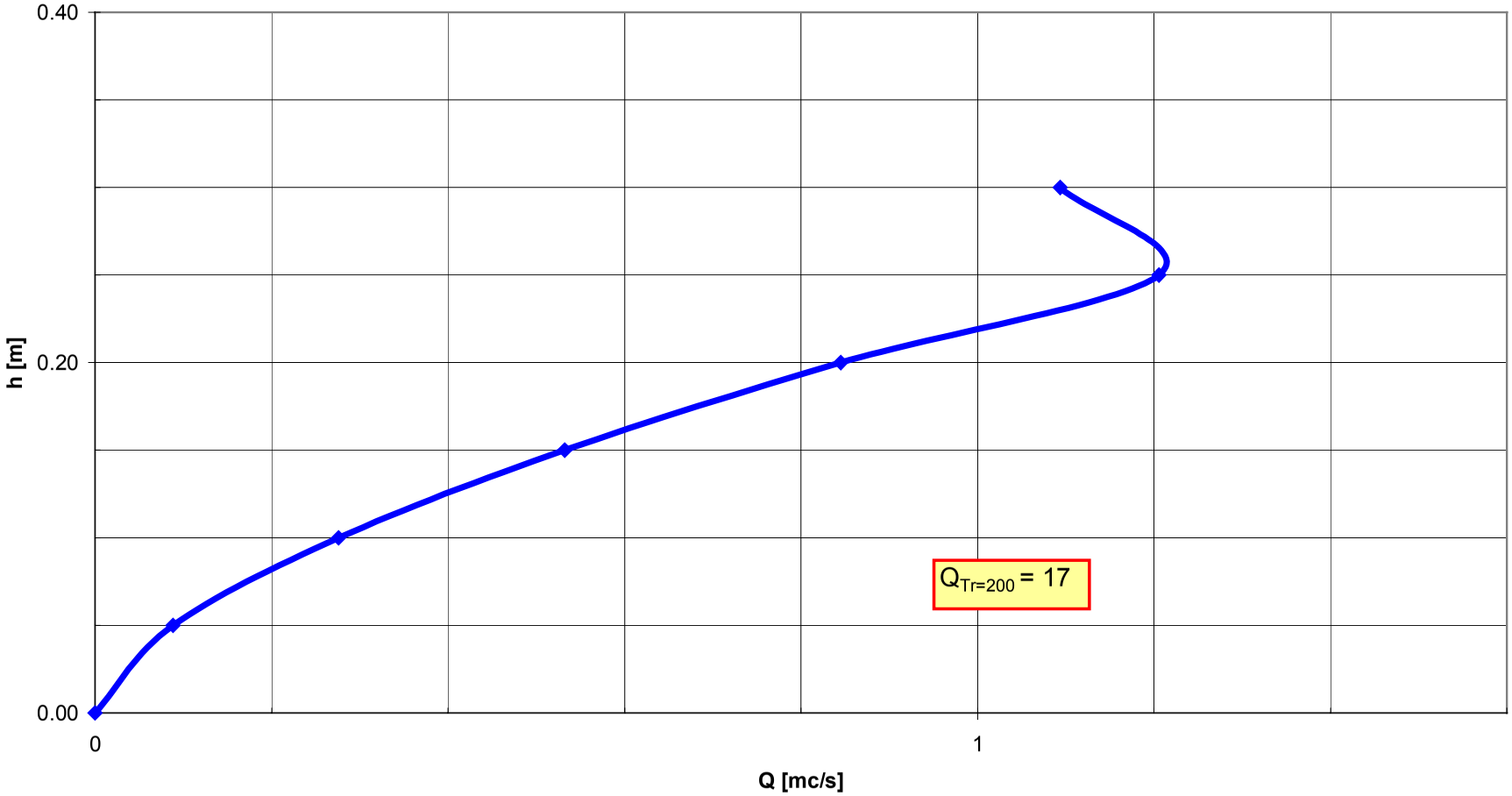
SCALA DELLE PORTATE ATTRAVERSAMENTO AG021

R. Boschella



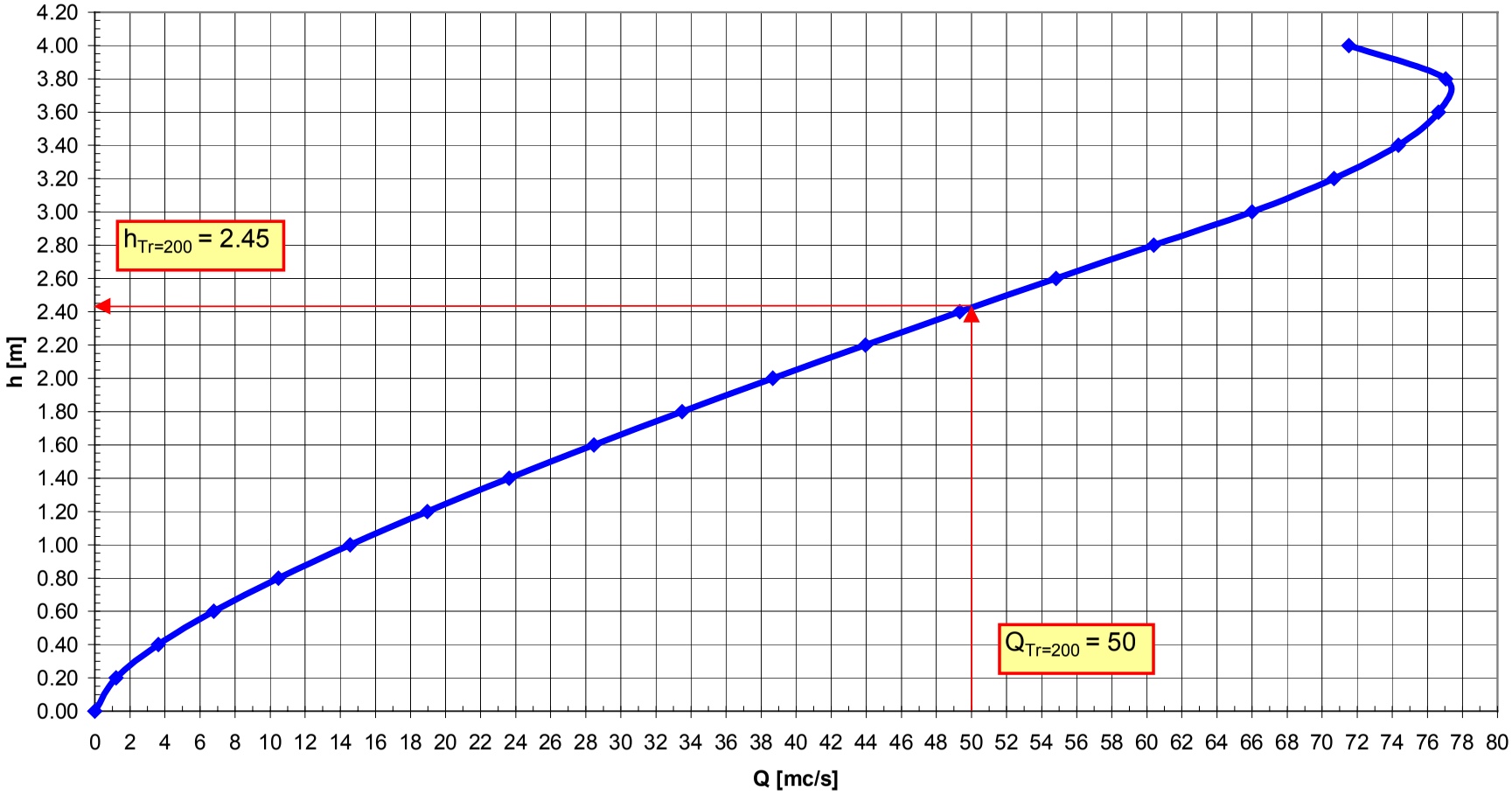
SCALA DELLE PORTATE ATTRAVERSAMENTO AG022

R. Boschella



SCALA DELLE PORTATE ATTRAVERSAMENTO AG024

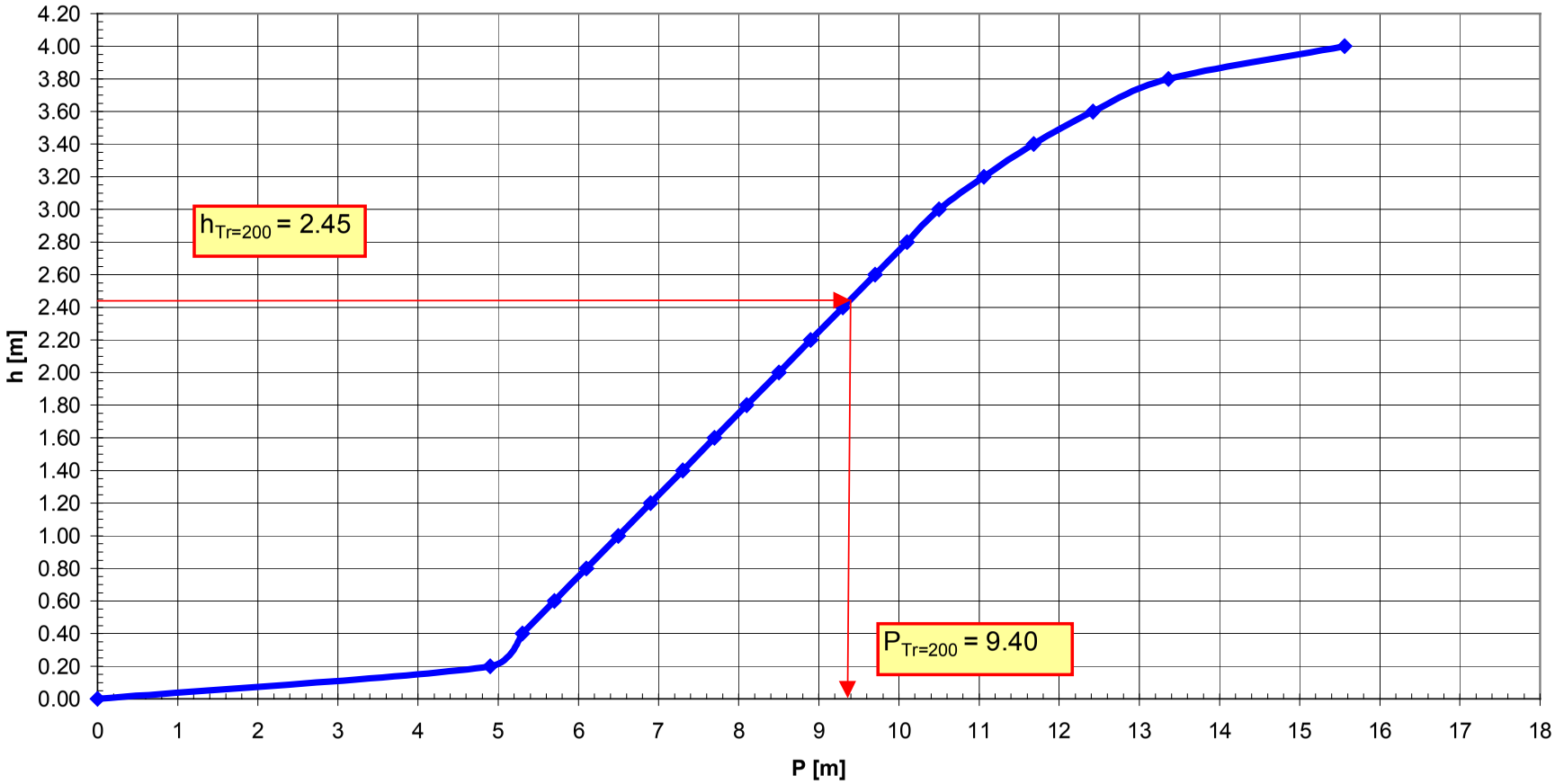
R. Caranzano



PERIMETRO BAGNATO

ATTRAVERSAMENTO AG024

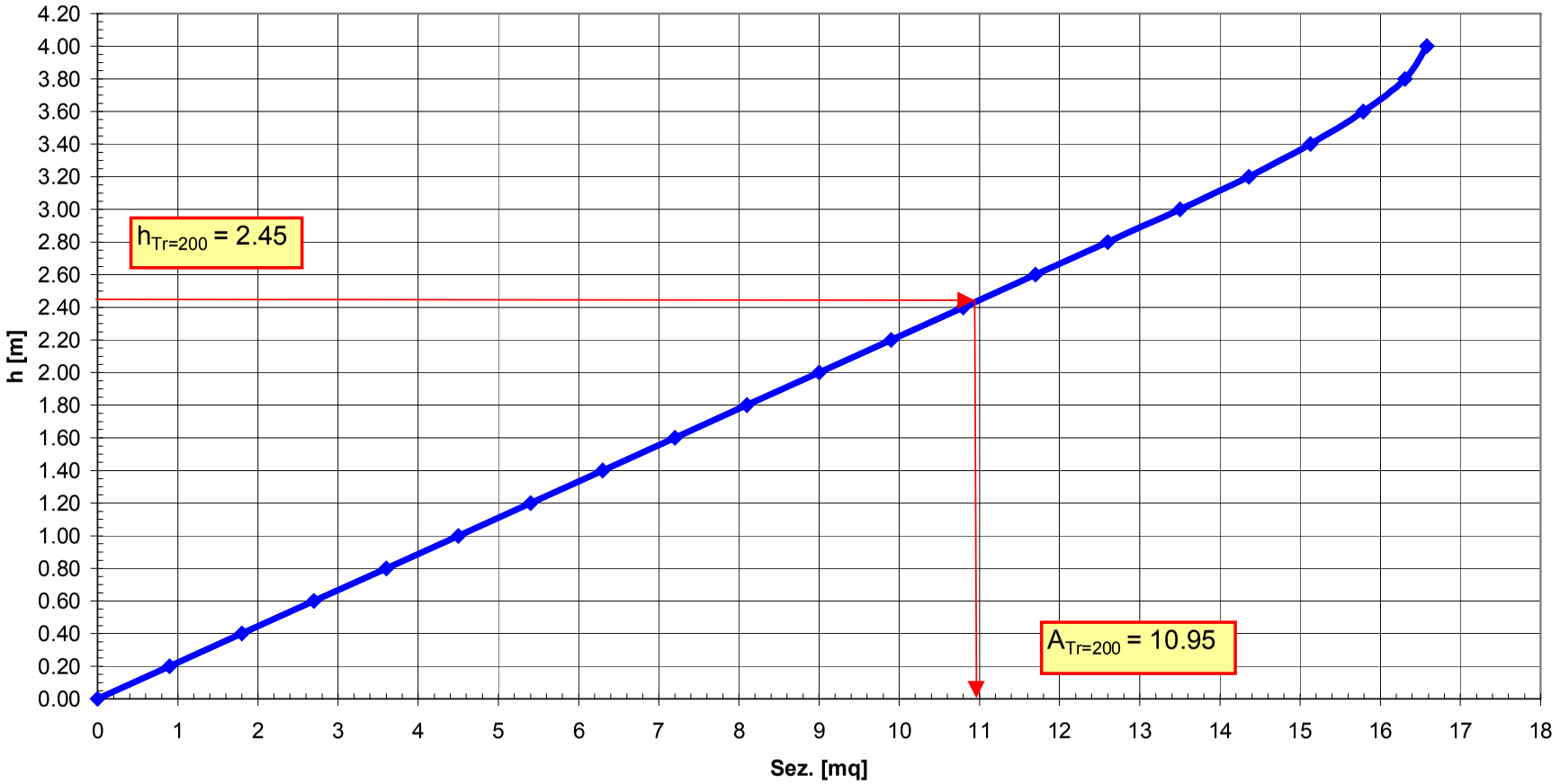
R. Caranzano



AREA BAGNATA

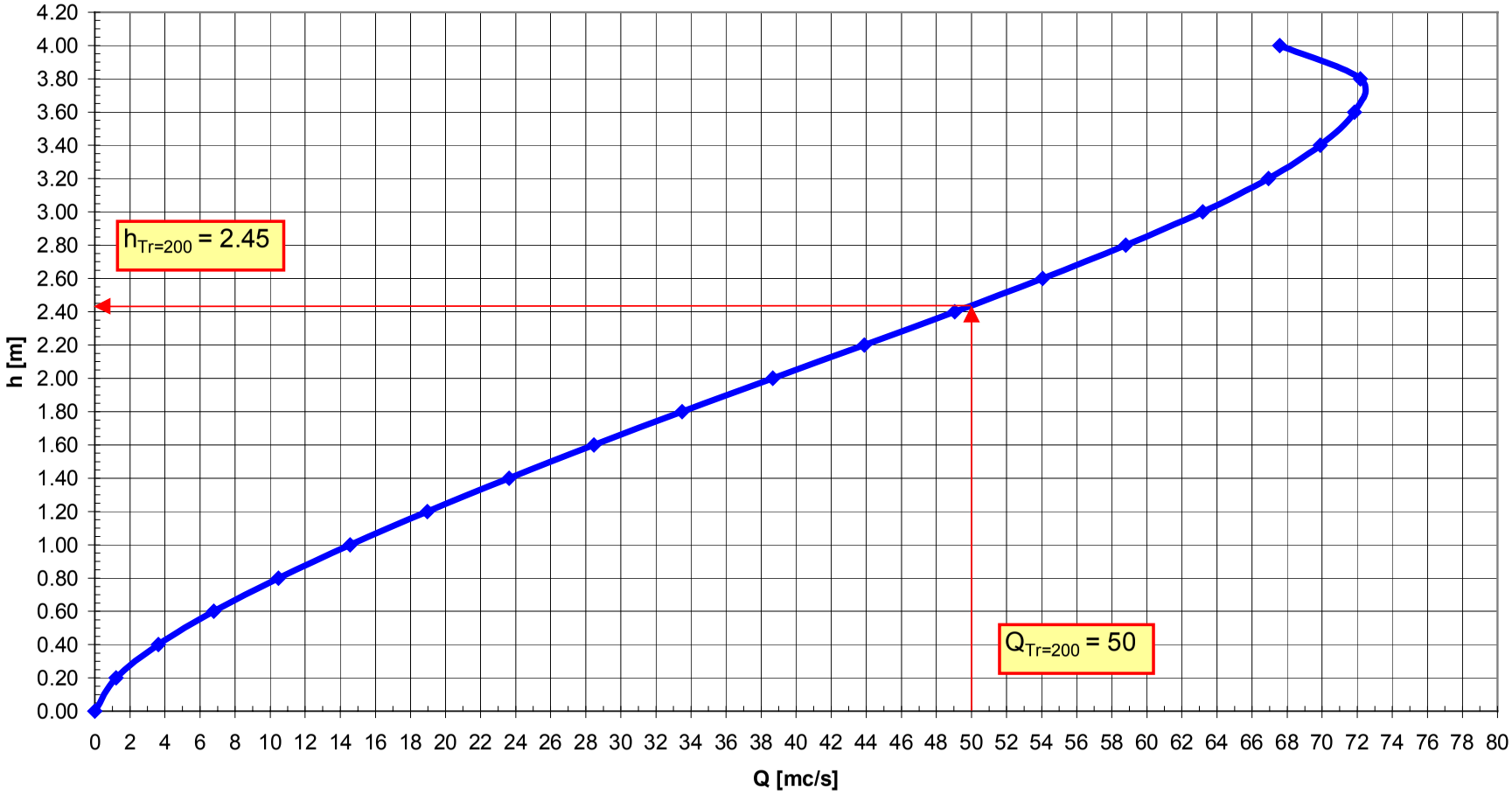
ATTRAVERSAMENTO AG024

R. Caranzano



SCALA DELLE PORTATE ATTRAVERSAMENTO AG025

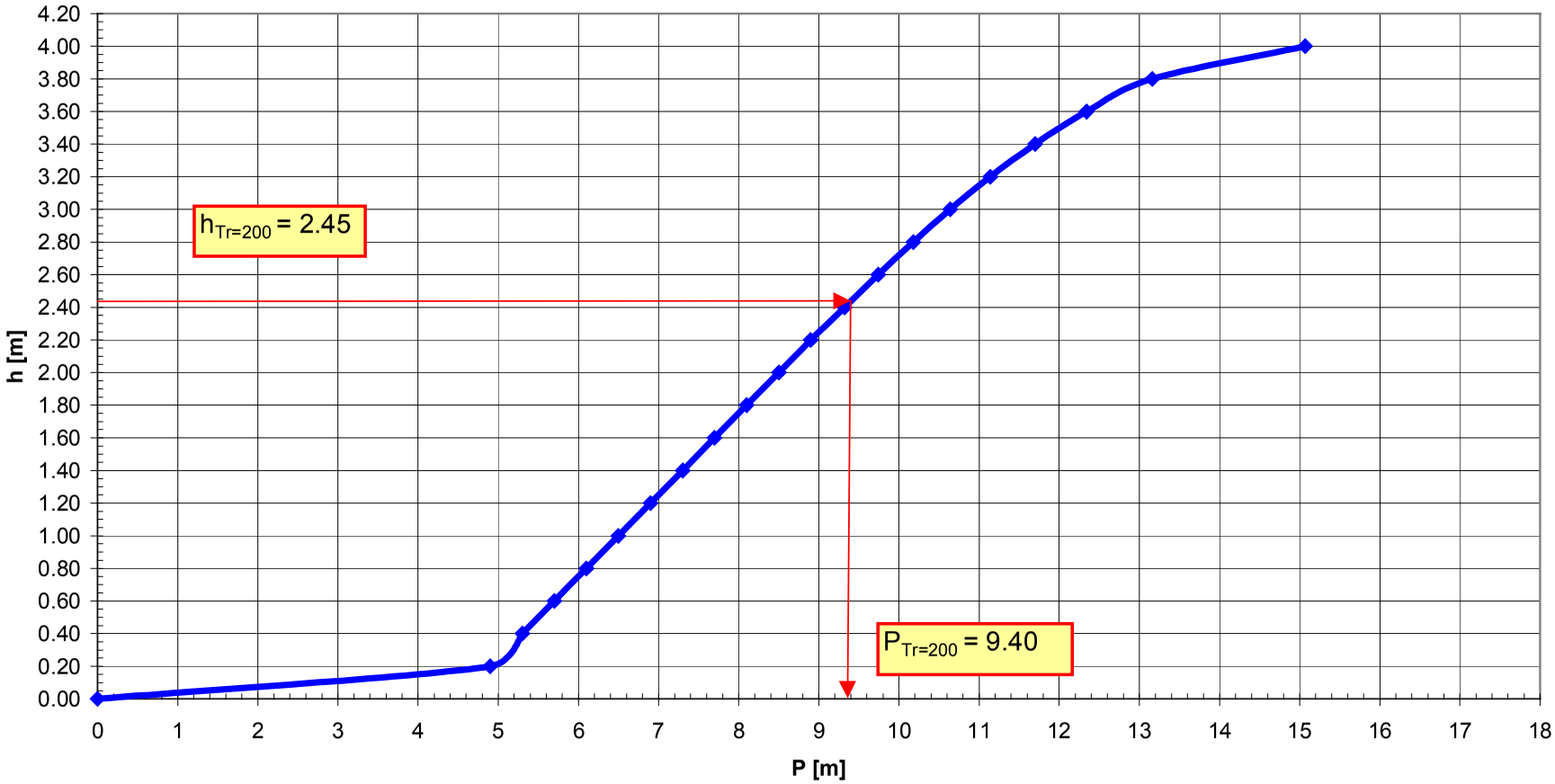
R. Caranzano



PERIMETRO BAGNATO

ATTRAVERSAMENTO AG025

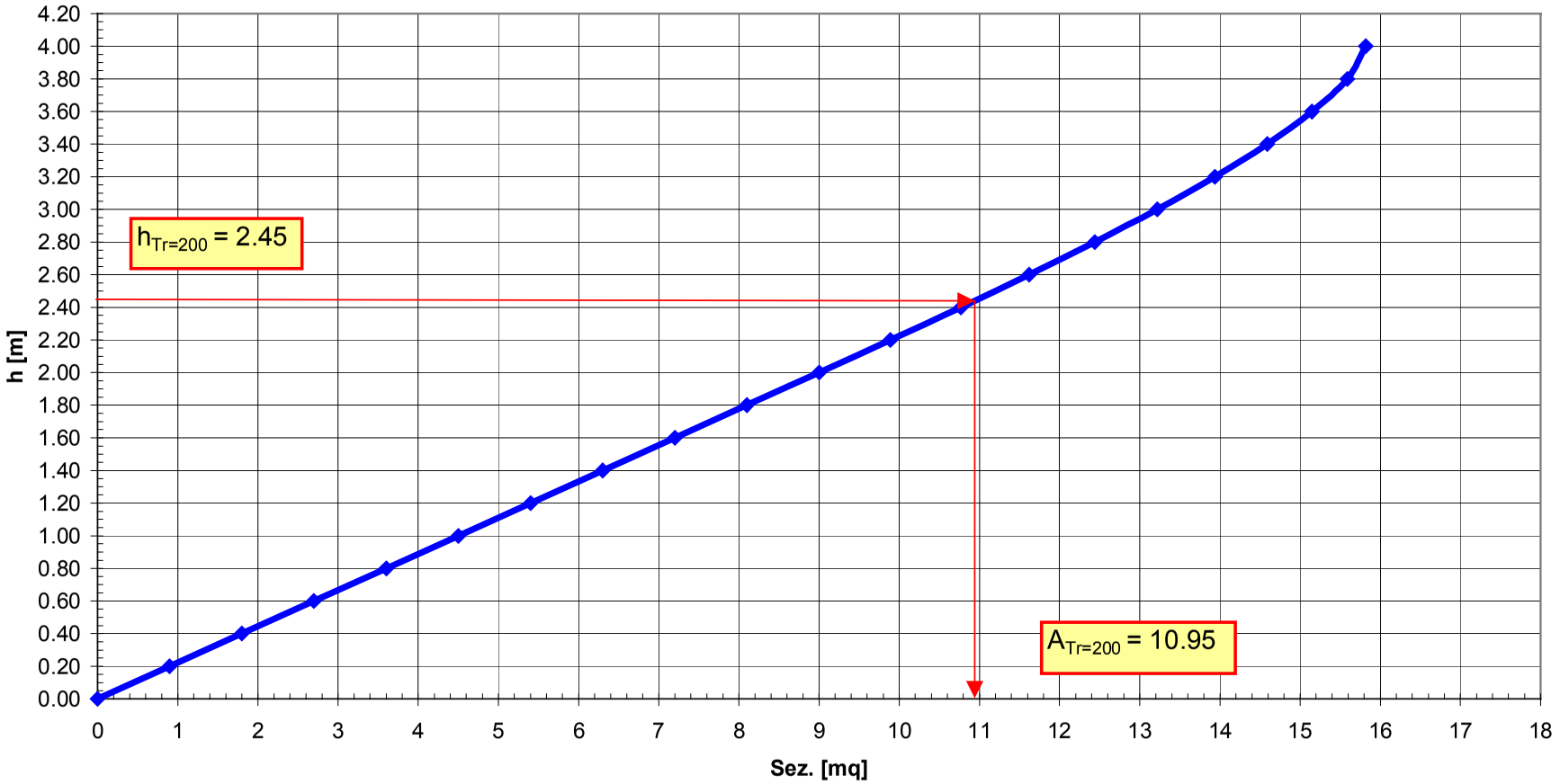
R. Caranzano



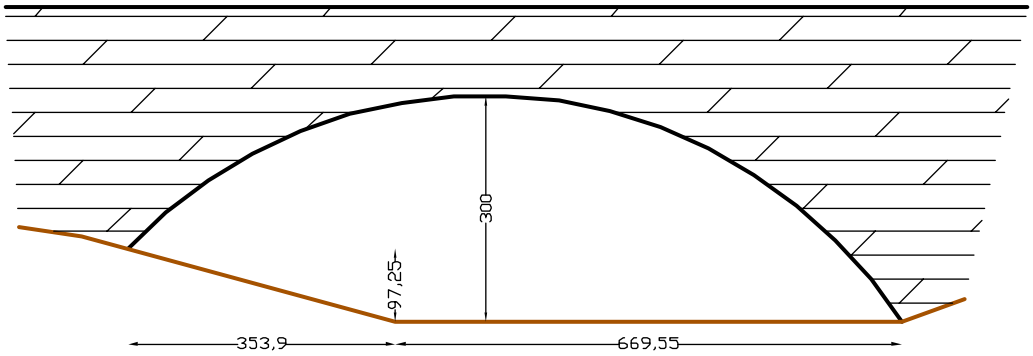
AREA BAGNATA

ATTRAVERSAMENTO AG025

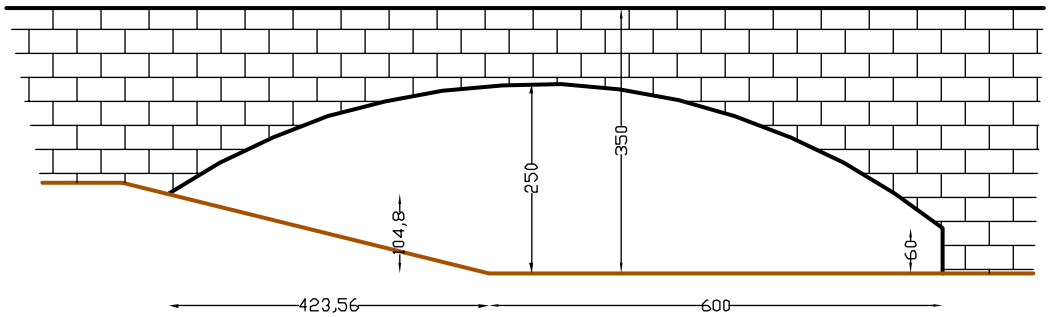
R. Caranzano



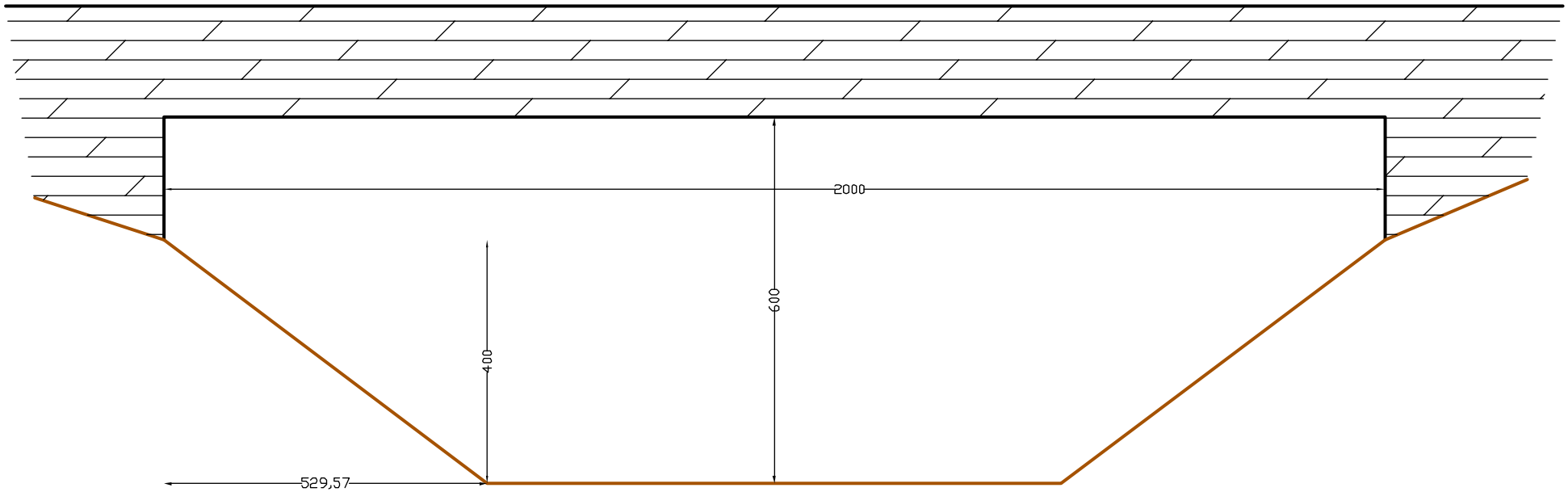
PO001 (Rio Cervino)



PO003 (Rio Cervino)



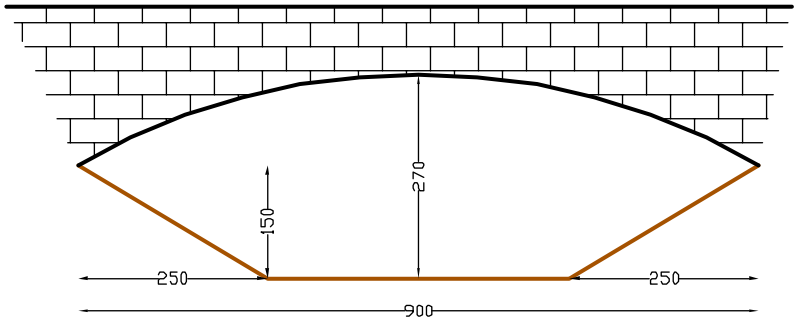
PO002 (Rio Cervino)



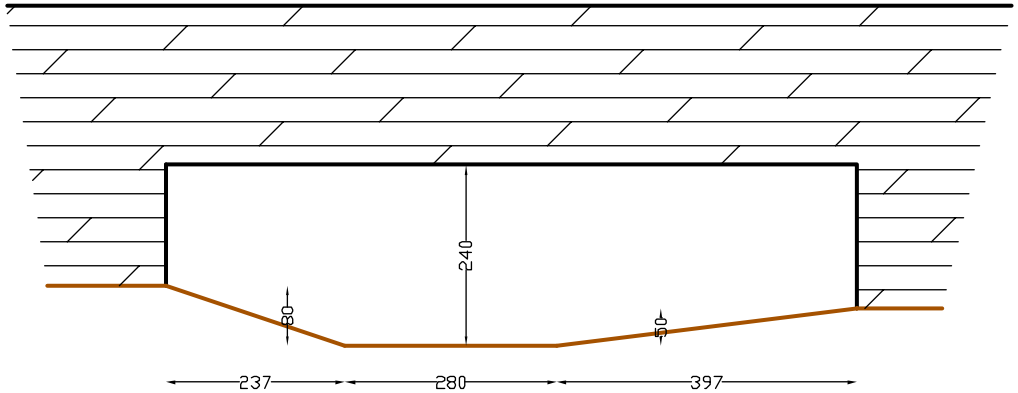
Progetto:	Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.	Argomento:	Sezioni di attraversamenti e ponti sulla rete idrografica minore - Comune di Cassine -
Committente:	Comune di Cassine	Scala:	1:100

Tav. A

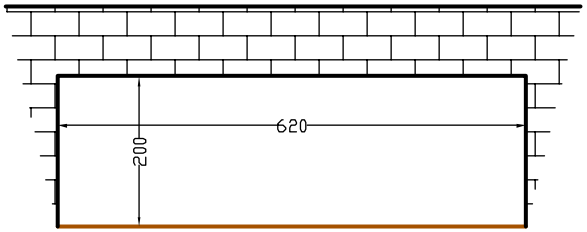
PO005 (Rio Verzenasco)



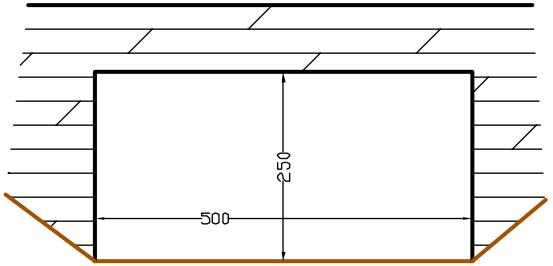
PO006 (Rio Verzenasco)



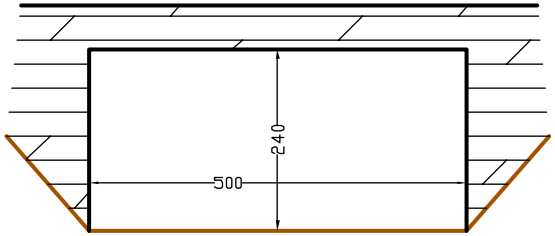
PO007 (Rio Verzenasco)



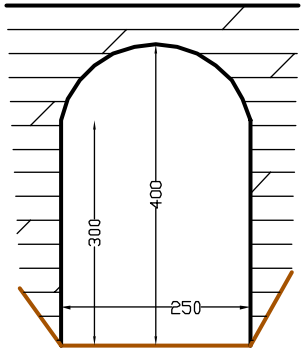
AG015 (Rio Verzenasco)



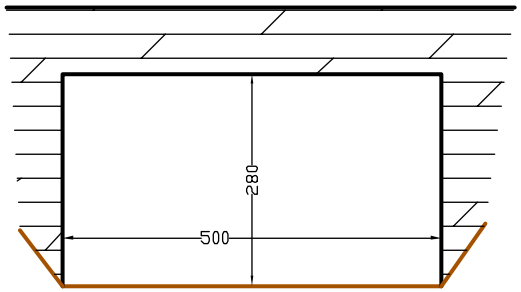
AG016 (Rio Verzenasco)



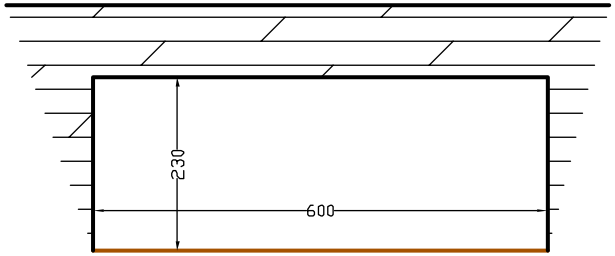
AG018 (Rio Verzenasco)



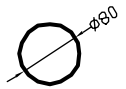
AG017 (Rio Verzenasco)



PO008 (Rio Verzenasco)



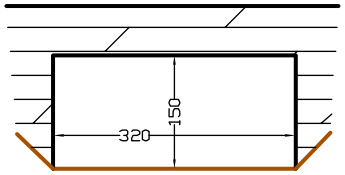
AG019 (Rio Verzenasco)



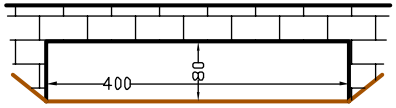
Progetto:	Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.	Argomento:	Sezioni di attraversamenti e ponti sulla rete idrografica minore - Comune di Cassine -
Committente:	Comune di Cassine	Scala:	1:100

Tav. B

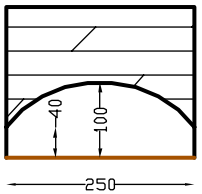
AG011 (Rio Valgrana)



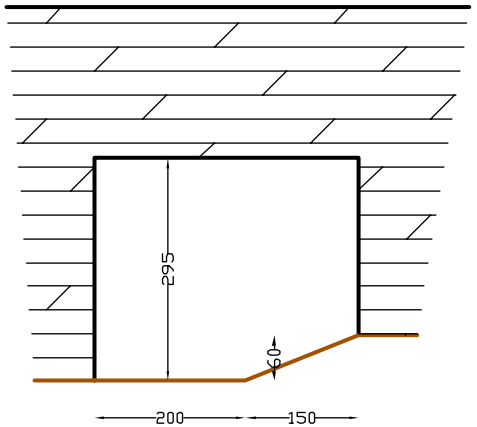
AG012 (Rio Valgrana)



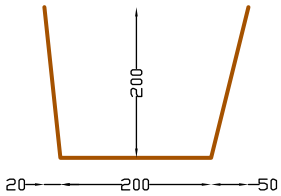
AG013 (Rio Valgrana)



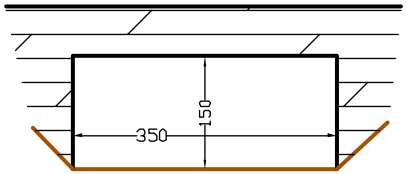
AG014 (Rio Valgrana)



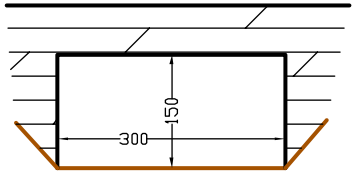
Canaletta di scolo a monte di AG013 (Rio Valgrana)



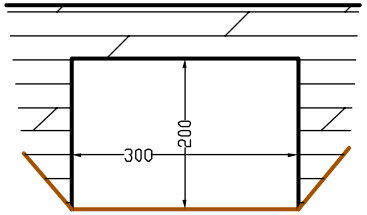
AG008 (Rio Valdanzano)



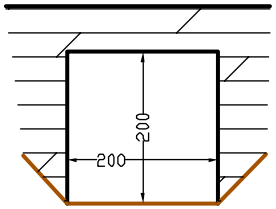
AG009 (Rio Valdanzano)



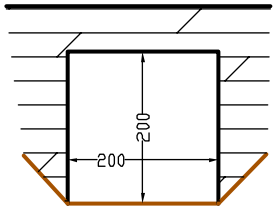
AG010 (Rio Valdanzano)



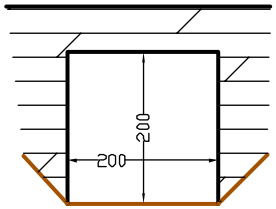
AG006 (Rio Bonvicino)



AG007 (Rio Bonvicino)



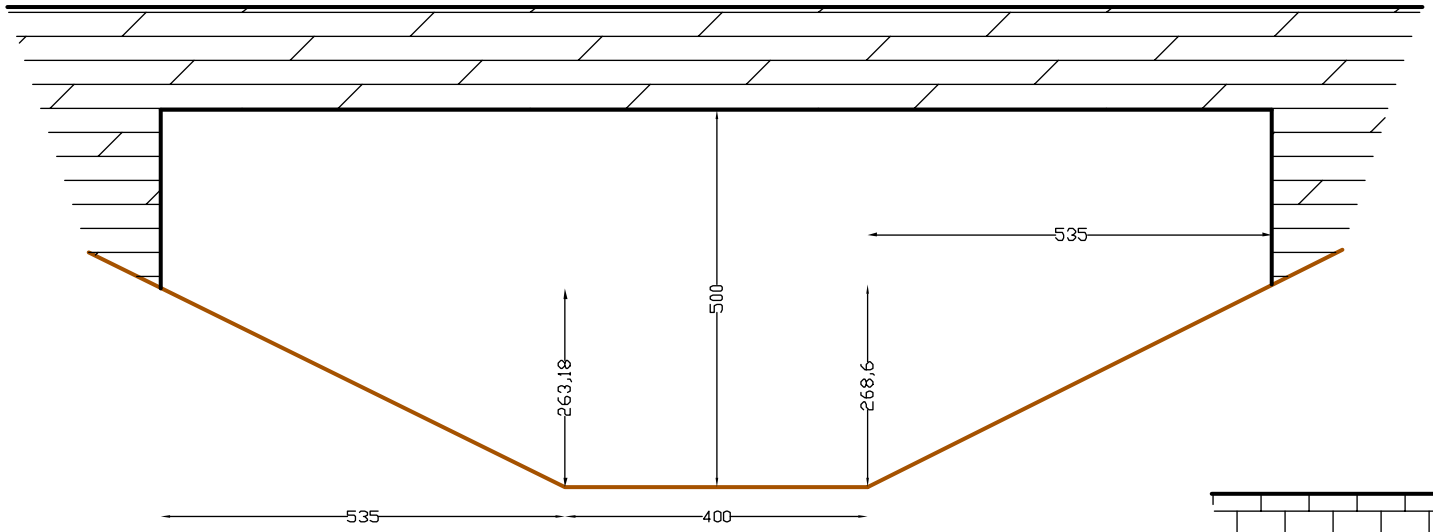
AG029 (Rio Bonvicino)



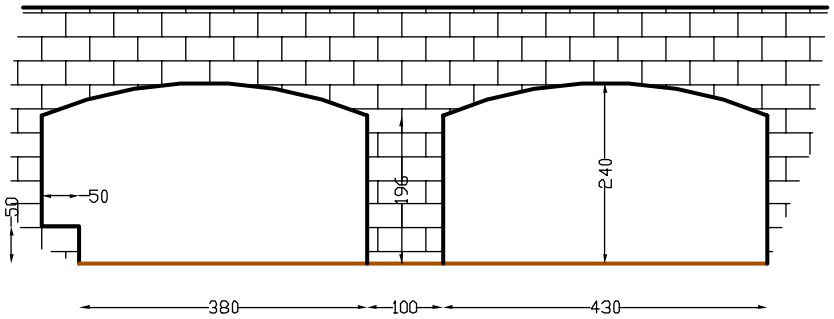
Progetto:	Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.	Argomento:	Sezioni di attraversamenti e ponti sulla rete idrografica minore - Comune di Cassine -
Committente:	Comune di Cassine	Scala:	1:100

Tav. C

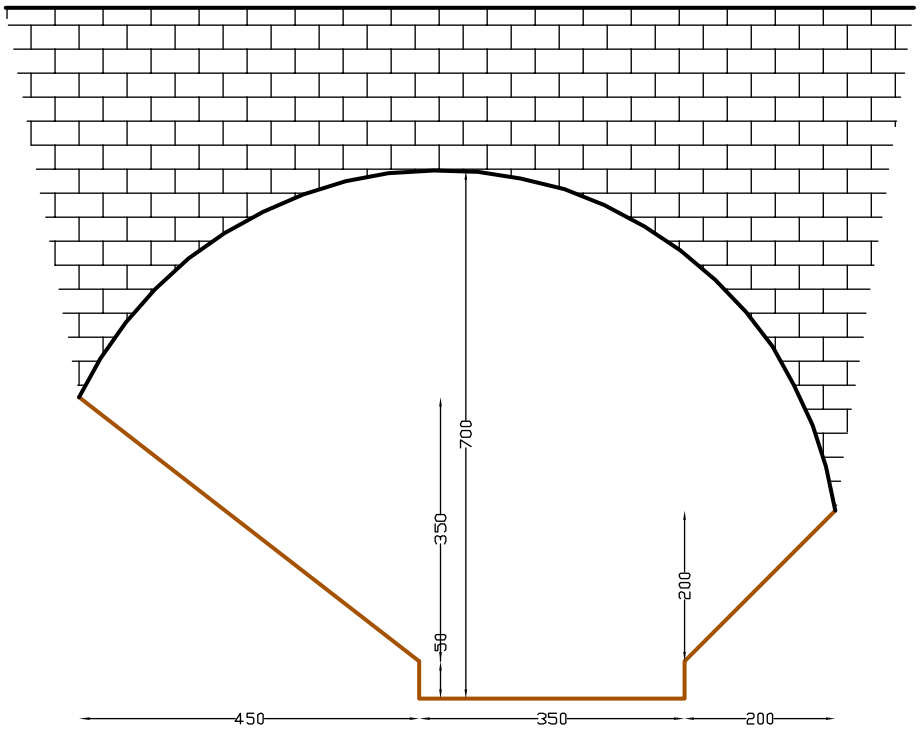
PO010 (Rio Bicogno)



PO011 (Rio Bicogno)



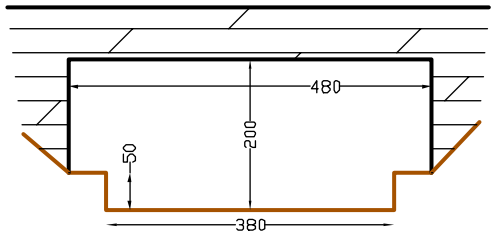
PO004 (Rio Bicogno)



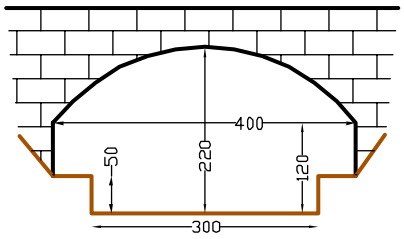
Progetto:	Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.	Argomento:	Sezioni di attraversamenti e ponti sulla rete idrografica minore - Comune di Cassine -
Committente:	Comune di Cassine	Scala:	1:100

Tav. D

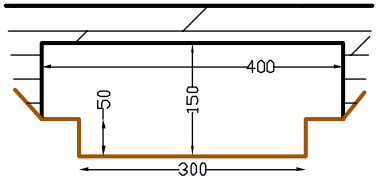
AG001 (Rio Bicogno)



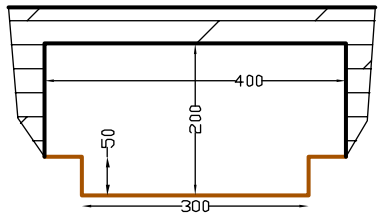
AG002 (Rio Bicogno)



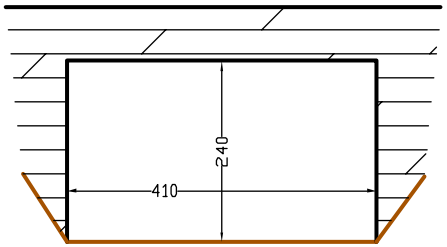
AG003 (Rio Bicogno)



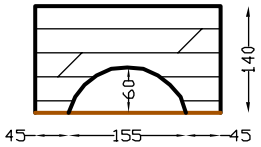
AG004 (Rio Bicogno)



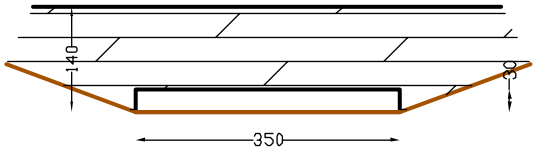
AG005 (Rio Bicogno)



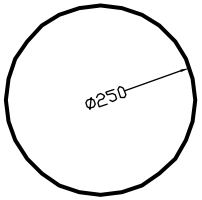
AG021 (Rio Boschella)



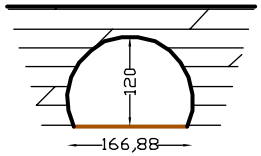
AG022 (Rio Boschella)



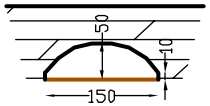
AG023 (Rio Boschella)



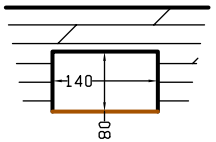
AG031 (Rio Arbicella)



AG032 (Rio Arbicella)



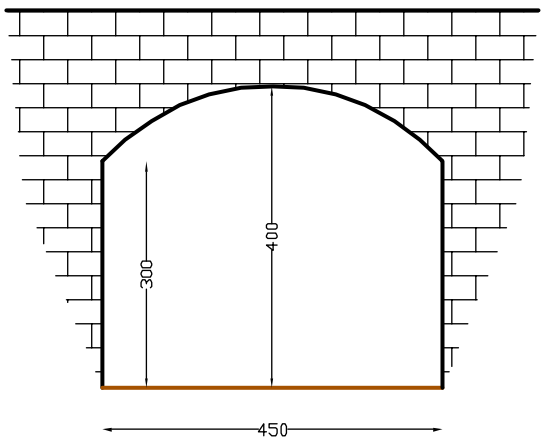
AG033 (Rio Arbicella)



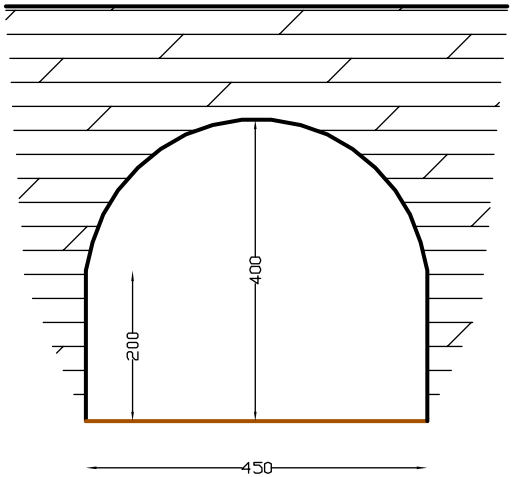
Progetto:	Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.	Argomento:	Sezioni di attraversamenti e ponti sulla rete idrografica minore - Comune di Cassine -
Committente:	Comune di Cassine	Scala:	1:100

Tav. E

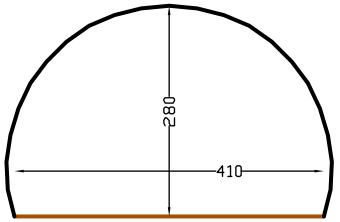
AG024 (Rio Caranzano)



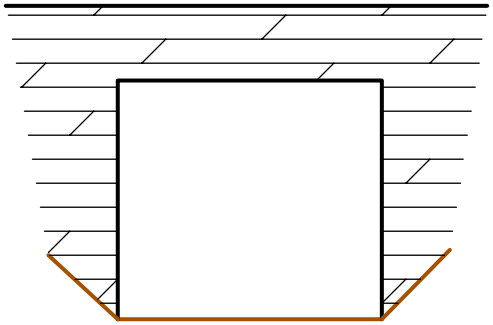
AG025 (Rio Caranzano)



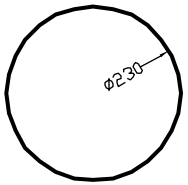
AG026 (Rio Caranzano)



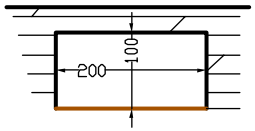
AG027 (Rio Caranzano)



AG028 (Rio Caranzano)



CA003 (Loc. Caranzano)



Progetto:	Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.	Argomento:	Sezioni di attraversamenti e ponti sulla rete idrografica minore - Comune di Cassine -
Committente:	Comune di Cassine	Scala:	1:100

Tav. F

6.7.) Risultati relativi alle verifiche idrauliche

L'analisi condotta lungo l'idrografia minore evidenzia delle situazioni di criticità.

Il ponte PO003 sul R. Cervino, l'attraversamento AG013 e la relativa canaletta di accesso sul R. Valgrana, gli attraversamenti AG021 e AG022, consentono il deflusso di una portata inferiore a quella corrispondente al T_R = 20 anni. L'attraversamento AG014 sul R. Valgrana consente il deflusso della piena avente tempo di ritorno inferiore a T_R = 100 anni.

Il ponte PO006 sul R. Verzenasco risulta sufficiente al passaggio della piena di progetto (T_R = 200 anni) mantenendo un franco minimo superiore a quanto prescritto dalle leggi vigenti ma la corrente presenta una condizione di moto in stato critico.

Il ponte PO011 sul R. Bicogno risulta sufficiente al deflusso della piena di progetto con un moto in corrente lenta ma senza il rispetto del franco minimo.

Per quanto riguarda gli attraversamenti AG024 e AG025 sul rio Caranzano, risulta dall'analisi che la superficie di deflusso è sufficiente al passaggio della piena di progetto, vengono rispettate le condizioni del franco minimo e il moto della corrente risulta lento.

Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti sull'idrografia minore:

	T_R = 200 anni							
	Q [m^3/s]	**$H_{idrometrica}$ [m]**	**P [m]**	**Ω [m^2]**	**b [m]**	**i_f**	**i_c**	**Tipo di moto**
Cervino ponte PO003	non è consentito il deflusso della piena T_R = 200 anni							
Verzenasco ponte PO006	32	1.3	10.65	9.80	9.14	0.013	0.013	critico
Valgrana attraversamento AG014	non è consentito il deflusso della piena T_R = 200 anni							
Valgrana attraversamento AG013	non è consentito il deflusso della piena T_R = 200 anni							
Valgrana canaletta in ingresso AG013	non è consentito il deflusso della piena T_R = 200 anni							
Bicogno ponte PO011	54	2.06	16.60	17.40	7.50	0.01	0.024	lento
Boschella attraversamento AG021	non è consentito il deflusso della piena T_R = 200 anni							
Boschella attraversamento AG022	non è consentito il deflusso della piena T_R = 200 anni							
Caranzano attraversamento AG024	50	2.45	9.40	10.95	4.50	0.019	0.022	lento
Caranzano attraversamento AG025	50	2.45	9.40	10.95	4.30	0.019	0.023	lento

Tab. 6.5: Parametri della valutazione idraulica

Nel caso dei ponti sui rii Verzenasco e Bicogno si consiglia di provvedere alla pulitura dell'alveo dai detriti di deposito che occupano parzialmente la sezione di deflusso regolare, nonché la manutenzione periodica delle sponde per evitare fenomeni di

ostruzione delle infrastrutture stesse. Occorre inoltre limitare la velocità della corrente in piena in prossimità del ponte PO006 per evitare fenomeni di erosione sul lato valle causati dal moto critico della corrente.

Per gli attraversamenti AG024 e AG025 sul R. Caranzano, viste le regolari condizioni di deflusso, si consiglia di mantenere la situazione attuale mediante regolare manutenzione.

6.8.) Tracciamento della Fascia B di naturalità per il fiume Bormida

In accordo con la Deliberazione del Comitato dell'Autorità di bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, n. 18/2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001, e gli "*INDIRIZZI PER L'ATTUAZIONE DEL P.A.I. NEL SETTORE URBANISTICO. CRITERI PER LA VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ E DEL RISCHIO LUNGO IL RETICOLO IDROGRAFICO"* si allega lo stralcio di C.T.R. 1:25000 con il tracciamento della Fascia B detta "*Naturalità*" dedotta dallo studio Sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità degli alvei fluviali" (giugno 1995).

In tale cartografia sono rappresentate le aree inondabili per piene con tempi di ritorno T_R = 100 e 200 anni in naturalità (qualora le due aree coincidano è visibile solo la delimitazione dell'area inondabile dalla piena con tempo di ritorno T_R = 200 anni) e l'ubicazione delle sezioni di calcolo utilizzate per la definizione del profilo di piena di riferimento.

La Fascia B, relativa a un tempo di ritorno T_R = 200 anni, viene tracciata tenendo conto delle quote idrometriche fornite dalla Deliberazione medesima; il tracciamento tiene conto della topografia del luogo e della presenza, a scala locale, di morfologie particolari come per esempio bruschi cambi di pendenza o rilevati non cartografabili alla scala di bacino utilizzata per la creazione dei valori idrometrici stessi.

I punti di rilievo delle quote idrometriche sono riportati in Tav. C e vengono riassunti nella tab. seguente:

Sez.	**Prog. (km)**	**T_R = 200 anni**	
		Quota idrom. (m s.l.m.)	**Q (m^3/s)**
027	138.535	129.02	
026	143.346	122.95	
025	146.022	121.27	
024	147.36	119.93	3020*
023	148.965	117.49	
022	150.57	115.90	
021	152.125	115.09	
020	153.68	113.00	
019	155.152	109.60	

* portata rilevata dall'Autorità di Bacino all'altezza di Cassine (Sez. 024).

Delle sezioni 026, 024, 022, 020 e 019 esistono anche i rilievi topografici effettuati dal Magistrato per il Po e denominati BORMI-72; in tale rilievo le sezioni erano denominate rispettivamente SEZ 14, 13, 12 e 11; attualmente si possiede il rilievo quotato delle SEZ. 026 (ex 14) e 024 (ex 13):

SEZ 026 (ex 14)	
Progressiva	**Quota**
0	118.66
6.9	118.56
12.9	119.88
16.9	118.7
53.9	118.46
74.9	117.01
121.78	117.5
130.12	116.61
140.16	111.7
150.16	111.85
160.16	112
170.16	112.24
180.16	112.52
191.14	112.87
195.22	115.06
205.02	116.24
280.6	117.2
289.6	116.81
355.9	118.29
422.5	117.92
487.2	117.56
549	117.43
613.5	117.96
652.6	118
661.1	118.01
687.08	117.91

SEZ 024 (ex 13)	
Progressiva	**Quota**
0	116.12
10.88	115.81
17.38	112.72
25.88	122.77
30.08	116.72
71.58	116.34
75.38	115.57
79.98	115.6
83.38	116.06
137.88	115.93
285.68	115.32
495.33	115.89
568.53	114.31
608.13	115.28
654.22	115.56
671.67	107.42
681.67	107.39
691.67	107.3
701.67	107.35
711.67	107.59
721.67	107.47
731.67	107.47
741.67	107.7
748.55	107.92
761.38	112.63
769.18	112.46
955.78	113.09
973.46	115.95
979.96	115
987.66	115.12
1015.86	115.36
1018.26	116.09

6.9.) Valutazione delle condizioni di affluenza dei rii demaniali nel F. Bormida

Nel settore S del territorio comunale, si individuano situazioni di criticità per quanto riguarda l'affluenza dei rii Boschella e Caranzano nel F. Bormida.

In prossimità dell'affluenza del rio Caranzano, in base ai dati ricavati dall'Autorità di Bacino, la quota idrometrica del Bormida in caso di piena T_R = 200 anni corrisponde a circa 124.5 m s.l.m. Tale quota coincide con quella ottenuta dalle verifiche idrauliche condotte sugli attraversamenti AG024 e AG025; in condizioni di piena di progetto, risulta pertanto probabile un aumento del tirante idrico calcolato in prossimità degli attraversamenti. L'aumento della quota idrometrica risulta comunque compatibile con il franco minimo calcolato in prossimità delle infrastruttura e con la geometria della canalizzazione.

Nelle stesse condizioni di piena, in prossimità della confluenza del R. Boschella si ricava un tirante idrico del F. Bormida pari a 123 m s.l.m. In questo il rio in questione risente, in termini di esondabilità, sia dell'effetto di insufficienza della luce di deflusso degli attraversamenti AG022 e AG021, sia dell'effetto diga causato dalla piena del Bormida.

Nel settore centrale e N del territorio comunale, vista anche la particolare morfologia degli alvei dell'idrografia secondaria, nonché dei dati idrometrici ricavati dall'Autorità di Bacino, non si riscontrano particolari problemi dovuti a scarsa affluenza dei rii in Bormida in caso di piena T_R = 200 anni.

7.) VERIFICHE DI COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA P.A.I.

7.1.) Processi gravitativi e condizioni generali di dissesto idrogeologico

Gli aspetti morfologici relativi alla franosità e alle condizioni generali di dissesto idrogeologico di versante, per le verifiche di compatibilità P.A.I., sono stati sviluppati attraverso analisi fotogeologica digitale (Voli Alluvione 2000 alla scala 1:15.000 circa) e rilievi sul terreno, per l'individuazione sia delle tipologie, che delle dinamiche in atto e della loro prevedibile evoluzione, secondo le metodologie indicate nella C.P.G.R. n. 7 LAP/96 e D.G.R. 45-6656 facendo riferimento a quanto disposto in letteratura secondo Varnes.

Le informazione relative ai processi di dissesto idrogeologico sono rappresentate in Tav. 2 "Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore", i risultati delle indagini geomorfologiche sono riportati nel seguito.

Le indagini hanno messo in evidenza un quadro dei dissesti maggiormente articolato sia di versante che di fondovalle come risulta dai paragrafi seguenti.

7.2.1.) Forme di degradazione dei versanti.

Le fenomenologie di dissesto legate all'azione della gravità rilevate nel territorio di Cassine sono riconducibili a:

- Frane di colamento con velocità di avanzamento da lenta nella fase preparatoria a modesta nella fase di collasso;
- Frane di colamento con velocità di avanzamento da lenta nella fase preparatoria a veloce nella fase di collasso;
- Frane con movimento di tipo scivolamento traslativo;
- Frane di tipo traslazionale planare lungo superfici di strato, velocità del movimento da lenta nella fase preparatoria a rapida nella fase di collasso;
- Frane di tipo composito con meccanismi prevalentemente di scivolamento evolventi a colamento;
- Frane da crollo;
- Frane per fluidificazione dei terreni di copertura;

La classificazione è stata sviluppata in accordo con la tabella seguente:

DA TABELLA 1 – FRANE (D.G.R. 45-6656 DEL 15.07.2002)

TIPO DI MOVIMENTO		DEFINIZIONE
CROLLO		La massa si muove prevalentemente nell'aria. Il fenomeno comprende la caduta libera, il movimento a salti e rimbalzi ed il rotolamento di frammenti di roccia o di terreno sciolto
RIBALTAMENTO		Movimento dovuto a forze che causano un momento ribaltante attorno ad un punto di rotazione situato al di sotto del baricentro della massa interessata. Qualora il fenomeno non sia franato può evolvere in un crollo o in uno scorrimento
SCIVOLAMENTO Il movimento comporta uno spostamento per taglio lungo una o più superfici, oppure entro un "livello" abbastanza sottile. Le superfici di scorrimento sono visibili o facilmente ricostruibili	Rotazionale	Movimento dovuto a forze che producono un momento di rotazione attorno ad un punto posto al di sopra del centro di gravità della massa. La superficie di rottura si presenta concava verso l'alto
	Traslativo	Il movimento si verifica in prevalenza lungo una superficie più o meno piana o debolmente ondulata, corrispondente spesso a discontinuità strutturali, quali faglie, giunti di fessurazione o di stratificazione, o passaggi fra strati di diversa composizione litologica, o contatto tra roccia in posto e detrito soprastante
COLAMENTO Movimenti di materiali fini ad alto indice di plasticità, con progressiva deformazione e rottura a differenti livelli di profondità	Lento	Fenomeni franosi caratterizzati da continue deformazioni e movimenti lenti che determinano tipiche ondulazioni della superficie topografica
	Veloce	Fenomeni franosi caratterizzati dallo spostamento rapido, generalmente incanalato, di materiale detritico-fangoso che si muove verso valle lungo direttrici determinate da impluvi preesistenti
SPROFONDAMENTO		Avvallamento del terreno superficiale provocato da cedimenti di livelli plastici sottostanti a formazioni rigide o dal crollo del tetto di una cavità sotterranea di origine naturale (dovuta principalmente a fenomeni di carsismo) od antropica
DGPV		Fenomeni con tipologie generalmente complesse, che possono interessare interi versanti per grandi estensioni e profondità, con meccanismi di deformazione che non necessitano di una superficie di taglio continua
SATURAZIONE E FLUIDIFICAZIONE DELLA COPERTURA DETRITICA SUPERFICIALE		Fenomeni ad azione istantanea che si sviluppano in concomitanza a precipitazioni intense, coinvolgendo per lo più limitate porzioni di terreni incoerenti della copertura superficiale
COMPOSITO		Il movimento risulta dalla combinazione di due o più di quelli descritti. In genere un tipo di movimento predomina, parzialmente o temporaneamente

I fenomeni franosi di maggiore estensione nel territorio di Cassine sono di tipo traslazionale planare. Si tratta di frane che si realizzano per traslazione di rocce e terreni lungo superfici di discontinuità inclinate (superfici di strato) secondo uno schema evolutivo che normalmente va da una fase iniziale preparatoria in cui la velocità del movimento è lenta, ad una fase finale di collasso con rapido scivolamento verso valle.

Questi dissesti sono frequenti sui versanti N dei rilievi aventi assetto a franapoggio (coincidenza dell'immersione del versante con quella degli strati).

Il settore S del territorio comunale è caratterizzato da dissesti di tipo traslazionale anche di grande dimensioni, il più esteso dei quali è la frana di Masino che rappresenta la riattivazione di un più ampio e antico evento franoso.

Il corpo della frana antica ha un'estensione areale di circa 68 ha, lunghezza max di poco superiore a 1000 m e larghezza max di circa 750 m.

Il corpo di accumulo del planare è caratterizzato da una morfologia irregolare con avvallamenti e ondulazioni, e risulta interessato nella porzione sudoccidentale e verso il piede da fenomeni gravitativi complessi con movimenti di tipo traslazionale associati a frane di colata.

L'attività gravitativa è testimoniata dalle deformazioni dei terreni di copertura, nonché dai cedimenti strutturali a carico delle abitazioni civili presso Reg. Masino Superiore (Masino del C.T.R.) e Masino di Sotto (C. Cagino del C.T.R)., contrassegnate da diverse lesioni più o meno evidenti sui muri perimetrali dei fabbricati.

In particolare gli edifici seriamente lesionati sono concentrati nel settore prossimo all'alveo del Rio Caranzano.

Quest'area è infatti caratterizzata da una continua attività gravitativa dovuta all'azione erosiva delle acque del rio che, in particolare durante importanti eventi idrometeorologici, riattivano il piede del versante con frane composite generalmente di tipo rotazionale evolventi a colata.

Altre due frane di tipo planare sono localizzate poco a W della precedente, presso Reg. Castellazzina e Reg. Valtignosa.

La prima (Reg. Castellazzina) presenta diffusi caratteri di quiescenza e si sviluppa a carico di un corpo di frana antico che si estende da quota 310 a 240 m s.l.m., per una lunghezza max di c.a. 450 m e larghezza max di c.a. 370 m.

La frana risulta riattivata da un evento gravitativo di tipo composito nel settore di testata, evidenziato da deformazioni delle coperture e della vegetazione e coinvolge gli edifici a monte che presentano cedimenti strutturali (fratture e lesioni).
La frana di Valtignosa presenta una lunghezza max di c.a. 570 m per 150 m di larghezza, e si sviluppa da quota 322 a 210 m s.l.m. Il corpo di paleofrana caratterizzato da diffusa quiescenza coinvolge alcune abitazioni che non presentano evidenti segni di riattivazione. Il settore superiore è riattivato da un frana planare con caratteri di quiescenza manifestata da alcune lesioni sui muri perimetrali degli edifici.

La frana cartografata poco a N di S. Andrea si sviluppa da quota 260 a 200 m s.l.m. per un'estensione areale di c.a. 7 ha, ed è ancora generata da meccanismi di scivolamento traslazionale.

Il corpo di frana presenta caratteri di quiescenza ad esclusione della porzione verso valle che è caratterizzata da attività recente, manifestata da lesioni e infossamenti del piano stradale e da cedimenti di alcune cascine. Nel settore di monte il dissesto è manifestato da vecchie lesioni visibili lungo i muri perimetrali del cimitero comunale, mentre nella porzione settentrionale da cedimenti strutturali di alcuni edifici di civile abitazione.

Il traslazionale planare attivo localizzato presso reg. Noceto si sviluppa da quota 272 m s.l.m. a c.a. 225 m s.l.m. (lungh. =350 m Largh. max=170 m) Il corpo di frana

lambisce alcuni edifici che tuttavia non risultano danneggiati. L'attività del fenomeno gravitativo è testimoniata da diffuse frane non cartografabili (in parte stabilizzate artificialmente con dreni), da evidenti deformazioni dei filari di vite e rigonfiamenti dei terreni di copertura.

L'area in dissesto coinvolgente l'abitato di Valgugliolio ha un'estensione significativa; si tratta di una coalescenza di processi gravitativi sia di tipo composito rototraslazionale con evoluzione in colata sia di tipo traslazionale planare.

Indizi dell'attività gravitativa sono registrati da deboli lesioni al manto stradale e da fratture e lesioni a carico di numerosi edifici abitativi. Il corpo di accumulo è caratterizzato nella porzione di valle da deformazioni dei terreni di copertura.

Infine un altro fenomeno gravitativo di tipo planare è localizzato poco a N dei precedenti lungo un versante collinare privo di insediamenti antropici. Il corpo di frana di estensione circa 300 m con larghezza max=275 m presenta caratteri di quiescenza ed è caratterizzato da deformazioni dei terreni di copertura e di alcuni filari di vite. Il limite superiore dell'area in dissesto verso monte è prossimo ad un edificio di civile abitazione.

Le frane di colata, che si esercitano sui terreni argilloso-marnosi poco coerenti, tendono ad essere mascherate sia dalla naturale evoluzione geomorfologica del paesaggio sia dall'attività agricola che attenuano le zone di accumulo e compensano le aree di distacco. Inoltre la dinamica degli eventi si sviluppa in tempi lunghi con movimenti lenti, spesso intervallati da lunghe fasi di quiete. Ciò è condizionato dall'acclività, dalla natura dei terreni e dal contesto idrogeologico della zona.

Le frane di colata sono localizzate nel settore meridionale del comune presso Viamara, C. Borella e in sinistra orografica del Rio Noceto.

Questo tipo di dissesto è abbastanza frequente anche come riattivazione di antichi fenomeni franosi di tipo planare (Masino, S. Andrea Valgugliolio). Altre piccole colate sono ubicate lungo i versanti collinari presso C. Caccia, Reg. Carreto - -S. Secondo.

Foto 1: Dissesto strutturale Loc. Valgugliolio

Frane di tipo composito presentano meccanismi di scivolamento roto-traslazionale evolvente a colata alla base del versante.

Nel meccanismo di tipo rotazionale si crea una superficie di scivolamento concava verso l'alto e si può formare una nicchia di distacco a monte della massa instabile dove le acque meteoriche possono ristagnare accelerando e ingrandendo il fenomeno. La componente traslazionale, solitamente controllata dall'andamento del substrato terziario, è evidenziata dalla planarietà del fenomeno che attenua la zona di rigonfiamento tipica del rotazionale.

L'evoluzione a colata è ben evidente alla base del versante ed è conseguente al drenaggio della parte superiore e alla concentrazione della acque meteoriche di versante.

Il meccanismo di rottura ed attivazione per frane di tali fenomenologie è piuttosto complesso e strettamente dipendente dalla tipologia prevalente che genera il reinnesto che può essere alternativamente lo scivolamento rotazionale o planare o addirittura l'azione combinata del primo sul secondo.

Il fattore principale predisponente il dissesto risulta certamente la presenza di un substrato compatto fortemente inclinato ammantato da ricche coperture incoerenti.

L'instabilità viene innescata dalle acque meteoriche di infiltrazione che, permeando attraverso il corpo di frana, raggiungono il substrato ottenendo il doppio effetto di ridurre la coesione del corpo instabile e lubrificare la superficie di scivolamento.

Le condizioni di riequilibrio si realizzano per effetto della rototraslazione della massa in frana fino alla compensazione dei momenti agenti e di quelli resistenti in rapporto alle differenti condizioni di saturazione in acqua del terreno.

A tale tipologia di dissesto risultano riconducibili le frane composite ubicate presso Masino Superiore e Inferiore, che rappresentano le riattivazioni della frana planare precedentemente descritta ed estesa a tutto il versante.

Altre frane di tipo composito a prevalente componente rotazionale sono perimetrale, sempre lungo il limite meridionale di Cassine, presso Reg. Castellazina, presso Reg. Noceto e a N di S. Andrea.

La frana quiescente di Castellazina ed è riattivata verso il piede da una piccola colata in terra in stato di quiescenza. I muri perimetrali degli edifici presentano evidenze di cedimento manifestate da lesioni e piccole crepe.

Le frane da crollo di detrito evolventi a colata si sviluppano a carico dei depositi alluvionali antichi soprastanti le sequenze marnoso - argillose mio plioceniche che affiorano localmente lungo le scarpate dei terrazzi fluviali relitti.

Si tratta generalmente di scoscendimenti di ciottoli ghiaie e sabbie lungo pareti ad elevata acclività. Il materiale grossolano cade liberamente rotolando durante il percorso, mentre la porzione più fine (sabbie e limi) produce l'evoluzione in colata.

La velocità di sviluppo del fenomeno varia da estremamente lenta a molto rapida in concomitanza di notevoli periodi piovosi.

La pericolosità di tali dissesti è connessa al potenziale scalzamento al piede degli edifici localizzati lungo il ciglio della scarpata, nonché al coinvolgimento delle abitazioni presenti al piede della stessa.

Dissesti di tipo antico e paleofrane nel territorio di Cassine sono riconducibili a due meccanismi principali: frane di tipo traslazionale, caratterizzate da locali riattivazioni (Masino Valtignosa Castellazzina) e frane di detrito con meccanismi di scivolamento rotazionale.

Queste ultime coinvolgono, nella zona collinare, le sequenze sedimentarie a comportamento più plastico in particolare i termini marnoso argillosi del Miocene sup.-Pliocene Medio Inf. e le alternanze argilloso ghiaiose villafranchiane che chiudono il ciclo deposizionale del Bacino Terziario Piemontese.

Tale tipologia di dissesto si sviluppa a carico dei terrazzi alluvionali dove l'erosione creata dai corsi d'acqua indebolisce la zona del piede, favorendo l'innesco del movimento.

Il meccanismo di rottura è quello tipico di un rotazionale con formazione nella parte superiore di una superficie di rottura concava verso l'alto. Il movimento generalmente si esaurisce lungo il fondovalle senza l'evoluzione in colata.

Questa tipo di dissesto è stato rilevato nel settore centro settentrionale del territorio cassinese, ad W di Villa Roletto, tra Valgrana e C. delle Donne e a N di Gavonata in particolare lungo il versante destro della Valle Cervino.

Le frane comprese tra Valgrana e C. delle Donne risultano riattivate da locali fenomeni gravitativi di tipo colata e gli edifici coinvolti presentano evidenze di cedimenti strutturali.

La frana localizzata lungo il limite N del comune, in destra orografica del Rio Cervino ha un estensione areale di c.a. 16 ha e presenta caratteri di quiescenza.

Presumibilmente si tratta di una coalescenza di più fenomeni che hanno interessato il versante in tempi successivi.

Sono stati riportati in carta con un simbolo specifico, i principali fenomeni di soliflussi e creep.

Inoltre sono state indicati con un soprassegno i settori di versante caratterizzati dalla coalescenza di piccoli fenomeni gravitativi, soliflussi e creep a carico delle coltri detritiche non definibili singolarmente.

I fenomeni dissestivi sono stati catalogati in schede allegate al presente rapporto.

L'AREA R.M.E. DEL CONCENTRICO

L'area a rischio molto elevato di cui alla perimetrazione RME/267/01 (zona 1) del concentrico di Cassine è morfologicamente identificabile con la scarpata morfologica che delimita l'antico terrazzo fluviale del F. Bormida, su cui sorge gran parte dell'abitato di Cassine, a quote comprese tra 120 e 185 m s.l.m.

La zona è caratterizzata da un rilievo tabulare a forma grossomodo triangolare, delimitato da versanti fortemente acclivi a tratti subverticali, con presenza di vallette secondarie variamente incise che penetrano nel rilievo specialmente nel versante meridionale e nord orientale tra la Chiesa di S. Francesco-Piazza della Ciocca e la Piazza del Municipio.

I versanti risultano piuttosto acclivi, specialmente nella fascia superiore, dove si sviluppano frane da crollo e fluidificazione delle coperture eluvio-colluviali e di riporto di natura antropica, che hanno minacciato già in passato edifici sia lungo il margine superiore che inferiore del terrazzo.

Tale fenomenologia di dissesto, e l'accentuata erosione di versante, osservata anche nella parte occidentale a ridosso di alcune vecchie costruzioni del centro storico, aveva già indotto in passato ad interventi locali di consolidamento della Chiesa di S. Francesco.

Durante l'evento alluvionale 2000 ed il recente evento del novembre 2002, la scarpata del terrazzo, è stata interessata da nuovi crolli e scivolamento delle coperture (ved. Foto 2-3).

PROGETTO DI SISTEMAZIONE AREA RME/267/01 PAI INTERESSANTE IL CONCENTRICO

1° LOTTO

PROGETTO PRELIMINARE

PLANIMETRIA DEGLI INTERVENTI

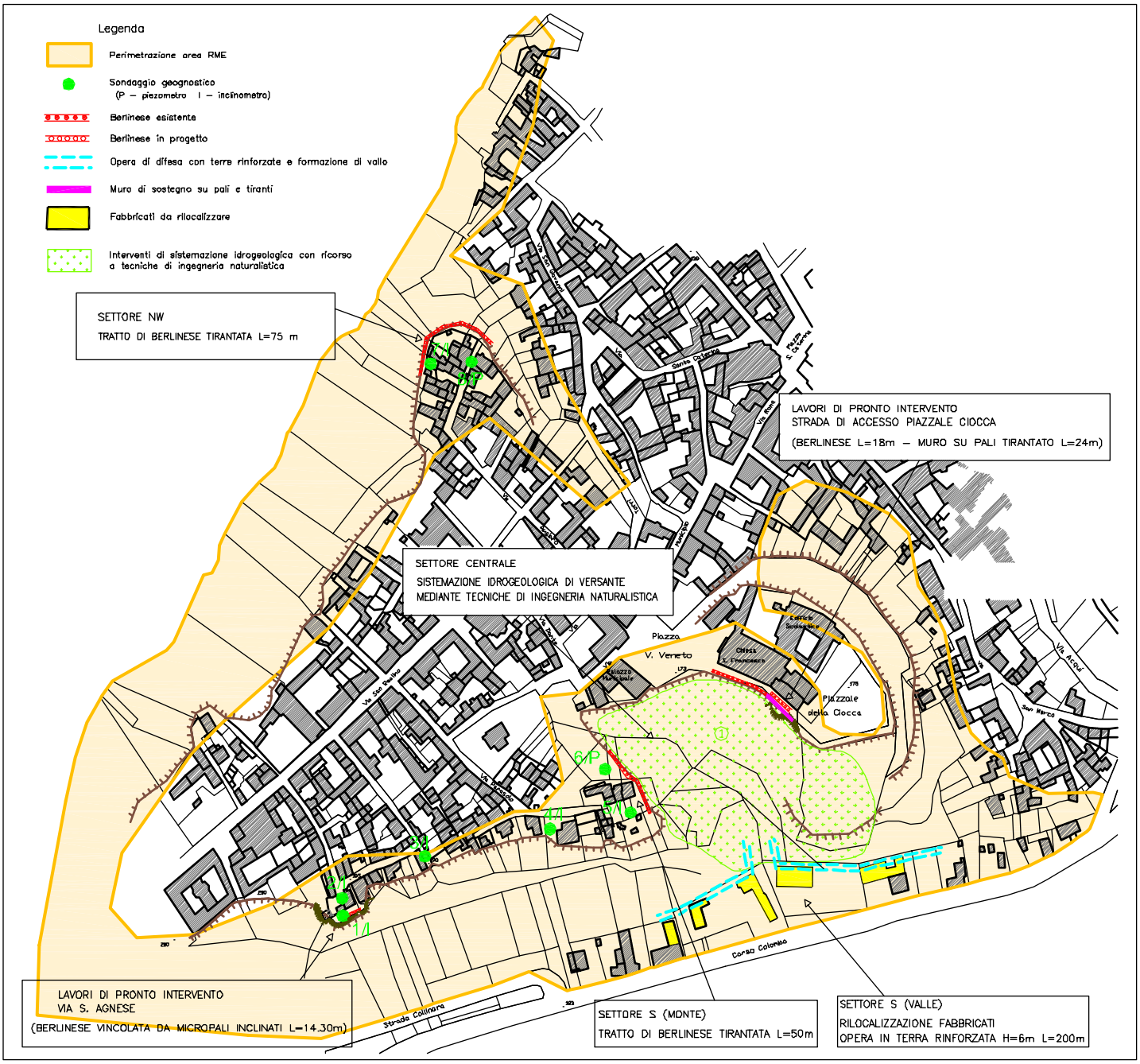


Foto 2-3) Evento Novembre 2002 Riattivazione dissesto presso Chiesa di S. Francesco

Foto 4 - Evento Novembre 2002 – Dissesto presso imbocco Strada Collinara

Si tratta di meccanismi che si sviluppano dopo alcuni giorni di precipitazione intense e tendono ad accentuarsi sia in frequenza che estensione con il sopraggiungere di soglie di precipitazione cumulata, funzione della natura dei materiali coinvolti, dell'acclività e dell'esposizione dei versanti.

Il dissesto si manifesta inizialmente come un cedimento del suolo che successivamente evolve in un tempo abbastanza breve (da poche ore a qualche giorno, in funzione delle precipitazioni, dimensioni, acclività, contesto geomorfologico e natura litotecnica dei terreni) in un colamento rapido spesso incanalato. La velocità nella fase parossistica è anche molto elevata (tra 2-9 m. sec. Govi ed alt. 1985), tale da rendere molto pericoloso il fenomeno per edificio e infrastrutture poste immediatamente a valle.

Dal punto di vista geologico, come risulta dalle indagini svolte, la zona è interessata da coperture continentali con presenza di prevalenti argille limoso-sabbiose nella parte superiore, e ghiaie, sabbie e ciottoli nella parte inferiore che sormontano sabbie medio-fini limose, talvolta argillose, localmente nella parte alta, sabbie grossolane e ghiaietti di ambiente litorale.

7.2.2.) Forme fluviali e torrentizie

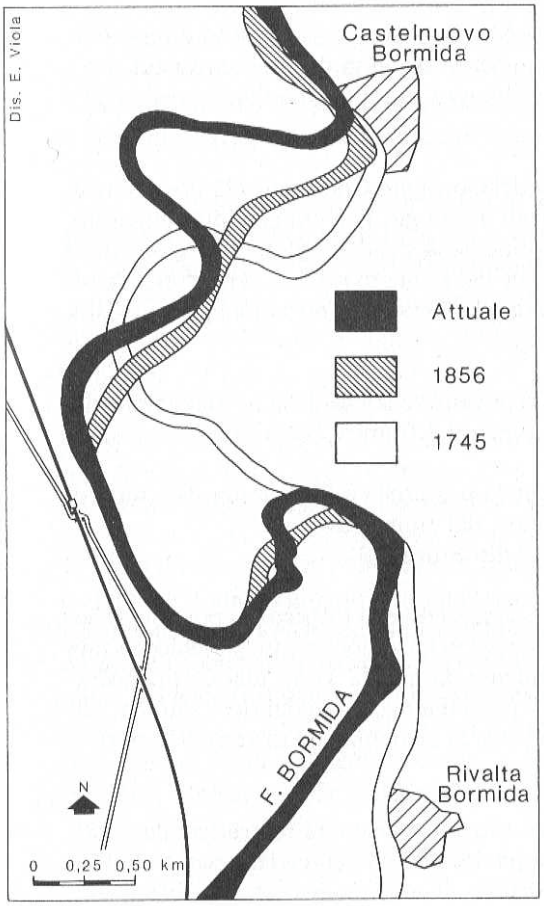
I processi fluviali che condizionano l'evoluzione morfologica del territorio cassinese sono principalmente legate alla storia evolutiva del Fiume Bormida e in minor misura al reticolo idrografico secondario.

Nell'area in esame il F. Bormida scorre in direzione media SSW-NNE su ampi meandri liberi entro i depositi post-glaciali della sua piana alluvionale.

I meandri si susseguono regolarmente lungo questo tratto di alveo e producono erosione laterale a spese della sponda esterna (sponda concava) di ogni curva, cui si contrappone un fenomeno di sedimentazione sulla sponda interna (riva convessa).

I tratti di massima erosione (e massima deposizione) in ogni ansa, risultano sfasati rispetto al tratto di massima curvatura. Questo fatto comporta, su tempi lunghi, spostamenti laterali dell'alveo, cambiamenti di forma delle anse e una loro generale migrazione verso valle.

In tale situazione si parla di "letto a fondo mobile" e il fiume tende a riprendere, con la sua erosione laterale una parte dei suoi precedenti depositi.



Nell'evoluzione dell'alveo fluviale le modificazioni dei meandri avvengono con facilità e sono manifestate, nel settore rilevato, dalle numerose tracce di paleoalvei ben distinguibili dall'analisi fotogeologica (Tav. 2).

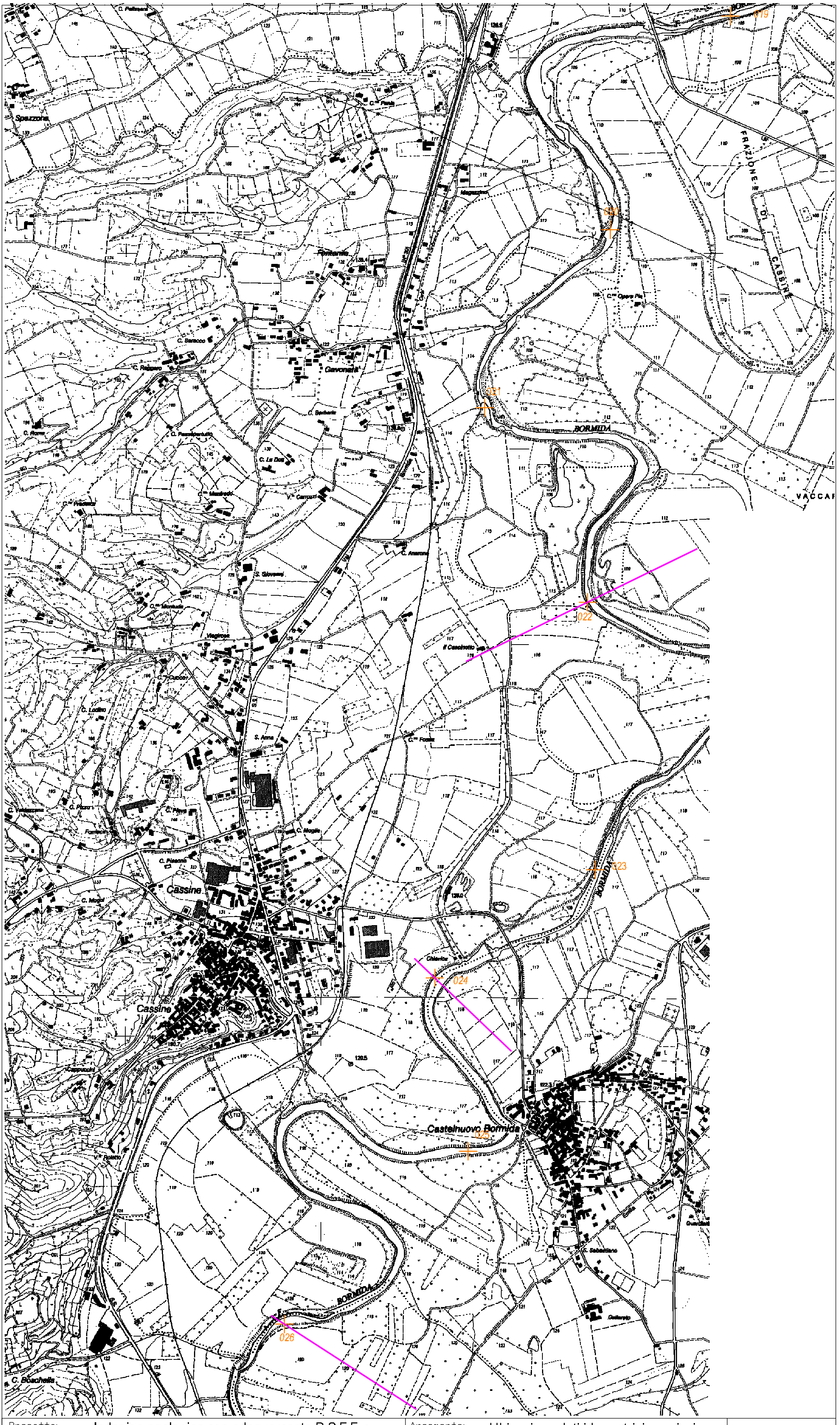
Una testimonianza più chiara ed evidente di tale evoluzione è rappresentato dal meandro abbandonato (Bormida Morta) localizzato nel settore nord orientale del territorio comunale, in prossimità di Sezzadio. In questo caso due anse omologhe vicine si accentuano, restringendo progressivamente il lobo interposto fino a toccarsi, tagliare il lobo stesso ed eliminare il meandro (salto del meandro). Il meandro morto diventa sede di un lago arcuato che, se gradatamente si interra, si trasforma in una palude.

In Tropeano (1989) è riportata l'evoluzione del corso d'acqua a partire dal 1745 ad oggi (vedi Fig.) desunta dai dati catastali, dove risulta evidente la migrazione ad W in prossimità del concentrico di Cassine.

Attualmente l'alveo di magra del Bormida risulta ribassato rispetto alla quota della pianura da 2 a 5 m e presenta una larghezza media di circa 40 - 50 m con massimi di circa 140 - 150 m. Lungo il letto fluviale sono presenti ghiaie e ciottoli con locali, piccole isole costituite da depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi.

Durante gli eventi di piena il F. Bormida, allarga il suo alveo invadendo buona parte della piana alluvionale.

Nel corso dell'alluvione del novembre 94, la fascia di piena è stata compresa tra 750 e 1900 m, con livelli elevati delle acque compresi tra 1.20 e 1.70 m, nonostante la



Progetto: Indagine geologica con adeguamento P.S.F.F. e verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica P.A.I.		Argomento: Ubicazione dati idrometrici e sezioni A.I.PO	Tav. G
Committente: Comune di Cassine		Scala: 1:15.000	

vasta superficie occupata. La piena si è mantenuta, in destra orografica, al limite della scarpata del terrazzo su cui sorgono i maggiori centri abitati; in sinistra le acque di piena sono state contenute sia dal rilevato ferroviario della linea Alessandria - Acqui, sia dalla morfologia pregressa.

Il meandro abbandonato in prossimità di Sezzadio è stato riattivato dalle acque, a testimonianza che proprio la morfologia relitta costituisce la via preferenziale al decorso delle acque (Eventi Alluvionali in Piemonte 1994-1996, Regione Piemonte).

In Tav. 2 è stato indicato inoltre, per il territorio comunale di Cassine, il limite dell'area inondata dal F. Bormida durante l'evento alluvionale del 94 come riportato nella carta in scala 1:10000 (*Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5-6/11/94l Fiume Bormida (Provincia di Cuneo Asti Alessandria)* del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Metereologico e Sismico della Regione Piemonte.

Lungo il F. Bormida e lungo la rete idrografica secondaria sono state cartografate le principali manifestazioni erosive di sponda e di fondo e perimetrate le aree esondabili secondo criterio geomorfologico, come previsto dalla C.P.G.R. n. 7 LAP/96, sulla base anche delle indicazioni derivanti dall'analisi storica e da alcune testimonianze verbali di persone residenti in loco.

Infine sono state evidenziate in carta le aree soggette ad attività estrattiva che influenzano la morfologia della piana alluvionale con la formazione di estese cavità, profonde generalmente da 3 a 5 m p.c. e con fondo allagato.

I dissesti lungo il reticolo sono stati suddivisi in accordo con la D.G.R. 45-6656 del 15.07.2002 in processi di tipo lineare e processi di tipo areale.

I processi di tipo lineare identificano aree a vari livelli di pericolosità dei processi non rappresentabili alla scala di riferimento, a causa delle condizioni morfologiche delle zone di studio e della scala del rilievo.

Sono stati individuati tre livelli di intensità dei processi:

Ee_L – pericolosità molto elevata
Eb_L – pericolosità elevata
Em_L – pericolosità media / moderata

I processi di tipo areale sono stati distinti nei seguenti tre livelli:

Ee_A – pericolosità molto elevata (aree inondabili da acque a elevata energia e tiranti ingenti h>40 cm, con presenza di rilevante presenza di erosione e deposito, divagazione dell'alveo, ecc. – aree ad elevata probabilità di inondazione Tr=20-50 anni);

Eb_A – pericolosità elevata (aree inondabili da acque con tiranti ingenti h>40 cm, con presenza di modesti fenomeni di erosione e deposito, – aree a moderata probabilità di inondazione Tr=100-200 anni);

Em_A – pericolosità media/moderata (aree inondabili esterne alle precedenti, individuate su evidenze morfologiche, aree inondabili da acque con bassa energia e/o tiranti modesti h<40 cm, – aree a bassa probabilità di inondazione Tr=200-500 anni).

7.3.) Verifica di compatibilità con le indicazioni cartografiche P.A.I.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po' con delib. n. 1 del 11/05/99 ha adottato il Progetto di Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) che propone una perimetrazione e una normativa di riferimento relativamente ai fenomeni di dissesto geologico presenti sul territorio di competenza, ivi compreso il Comune di Cassine.

L'elaborato cartografico del PAI, *Delimitazione delle aree in dissesto*, all. 4 dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici, scala 1:25.000, in particolare, Foglio 194 SEZ I – Cassine e Foglio 194 sez. IV – Nizza Monferrato, comprendente il Comune in esame, individua le seguenti tipologie di dissesto:

- **Frane** - Area di Frana attiva
  - Area di frana quiescente
- **Esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio**

- Area con pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata

Inoltre la cartografia PAI riporta i limiti dell'area interessata dalla delimitazione delle Fasce Fluviali, riportata in Tav. 2 della presente indagine.

Le aree in frana sono definite attive se in atto o verificatesi nell'arco degli ultimi 30 anni, anche in caso di riattivazione parziale del corpo di frana, e quiescenti se non presentano indizi di riattivazione negli ultimi 30 anni.

I dissesti morfologici di carattere torrentizio sono connessi essenzialmente all'azione delle acque di scorrimento superficiale comprendenti processi di ruscellamento diffuso lungo i versanti, e fenomeni di esondazione, erosione e deposizione lungo il reticolo idrografico principale.

Le aree in frana attiva individuate dal PAI sul territorio di Cassine sono localizzate presso Viamara e tra S. Andrea e Valguglioglio nel settore meridionale del comune.

Le frane localizzate tra Masino e Valtignosa, presso Valguglioglio e a N di C. Noceta nel settore meridionale e la frana lungo Rio Cervino lungo il limite settentrionale del comune. sono indicate quiescenti.

Il PAI indica inoltre tutta l'asta del Rio Valdanzana o Bicogno e del Rio Cervino come area a pericolosità molto elevata/elevata (non perimetrata) per esondazioni e dissesti morfologici a carattere torrentizio.

I rilievi geomorfologici eseguiti secondo la C.P.G.R. n. 7 LAP concordano come individuazione di massima con il PAI sia per quanto riguarda i dissesti su versante che lungo la rete idrografica.

L'indagine di P.R.G. sviluppata ad una scala di maggiore dettaglio (Tav. 2 *Carta Geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico minore* - scala 1:10.000), ha permesso una perimetrazione puntuale dei fenomeni dissestivi e l'identificazione di settori franosi non segnalati dal PAI che interessano arealmente il territorio di Cassine. Nel complesso si è osservato che il PAI riporta perimetrazioni che rientrano in aree prossimali alle zone in dissesto, riscontrate a scala di maggiore dettaglio (zona Masino - Castellazina - Valtignosa, S. Andrea Valguglioglio, Reg. Noceta e rio Cervino), ma ubicate spesso in ambiti locali che non presentano corrispondenze morfologiche con le effettive aree instabili.

Le perimetrazioni e il grado di attività dei dissesti gravitativi risentono chiaramente di una certa indeterminazione e approssimazione derivanti presumibilmente sia da difetti di trasposizione cartografica, sia da imprecisioni della documentazione analizzata.

Peraltro l'obiettivo del PAI non è quello di offrire un quadro esaustivo del problema dissesti, su un territorio così vasto come quello del Bacino del Po, ma piuttosto quello di fornire una sintesi delle informazioni di rischio idraulico ed idrogeologico a scala di bacino, rimandando le analisi più approfonditi a studi con scala di maggior dettaglio propria dei Piani Regolatori Generali.

8.) OPERE DI DIFESA IDRAULICA CENSITE – SISTEMA S.I.C.O.D.

Il rilevamento delle opere di difesa idrauliche e degli attraversamenti/ponti sul reticolo idrografico è stato effettuato in base a quanto richiesto dalla Regione Piemonte relativamente al sistema informativo del catasto di tali opere denominato S.I.C.O.D. (SISTEMA INFORMATIVO CATASTO OPERE DI DIFESA).

Il S.I.C.O.D. è un *database di Access* che raccoglie le informazioni geometriche e l'ubicazione delle opere rilevate all'interno del territorio comunale indagato. Tale catasto è accompagnato dalla redazione di una carta in scala 1:10000 denominata Tav. 5 "Carta delle opere di difesa idrauliche censite", dove viene riportata l'esatta ubicazione delle opere.

Ogni opera è accompagnata da un proprio codice di identificazione composta da 9/10 caratteri rappresentativi del cognome dell'operatore, del codice dell'opera rilevata e del numero progressivo di rilevamento.

Il rilevamento ha interessato il reticolo demaniale comprendente un tratto del F. Bormida, il R. Cervino, il R. Verzenasco, il rio Valgrana, i Rii Bonvicino. Valdanzano e Bicogno, il R. Boschella e il R. Caranzano.

8.1.) Fiume Bormida

Percorrendo il fiume da S verso N, la prima struttura idraulica censita, entro il comune, è rappresentata da una scogliera che interessa la sponda sinistra tra C. Lavaretta e Reg. Arbicella per una lunghezza totale di c.a. 2 km. L'opera, costituita da blocchi di cemento di forma cubica (lato $\cong$ 0.5 m), presenta un'altezza di c.a. 1.5 m e risulta localmente danneggiata dall'azione erosiva delle acque che ha causato la caduta di alcuni blocchi in alveo.

Lungo il fianco del meandro, in prossimità dell'abitato di Castelnuovo B.da, è localizzata in sponda destra una gabbionata di lunghezza di 100 m c.a. e in buone condizioni strutturali.

Nei pressi del depuratore è stato eretto un argine in terra che protegge l'area dall'esondazione del fiume. L'argine si appoggia a W al rilevato della ferrovia mentre a E termina contro il rilevato della strada di accesso alla chiavica sul F. Bormida da cui parte il Canale C. Alberto.

Circa 150 m a valle dell'imbocco del Canale Carlo Alberto il Bormida risulta interessato da una briglia a scivolo che ne innalza il livello idraulico. L'opera realizzata in cls, presenta una lunghezza di circa 60 m e altezza totale di c.a. 4 m. Connessa a tale struttura è presente in sponda sinistra una scogliera in blocchi di roccia (h = 2.5 m - lungh. = 20 m).

Il canale artificiale si sviluppa verso N, ad E della linea ferroviaria Alessandria-Acqui e circa parallelo ad essa e prosegue oltre limite settentrionale del comune. Presenta una sezione di c.a. 4 m ed è attraversato da numerosi ponti in mattoni costituiti da una campata unica ad arco di largh. $\cong$ 3 m ed h $\cong$ 2 m.

Proseguendo lungo il Fiume Bormida, si incontra c.a. 100 m a valle del canale il ponte della strada per Castelnuovo B.da. L'opera idraulica (lungh. = 70 m - h $\cong$ 9 m) è costituita da due spalle in mattoni e da n. 4 pile in mattoni e pietra, fondate in alveo, distanziate di c.a. 12 m. Il ponte si presenta in buone condizioni strutturali e non crea ostacolo al regolare deflusso delle acque.

Immediatamente a valle, in sponda destra è localizzata una scogliera in blocchi di cemento e sono visibili in alveo i resti di un vecchio attraversamento.

Nei pressi della discarica di inerti, localizzata a NE de il Cascinotto, è presente un'opera di difesa spondale lunga c.a. 500 m costituita da blocchi di roccia e calcestruzzo.

Infine a monte del ponte per Sezzadio è ubicata, in sponda sinistra una scogliera lunga c.a. 400m e di altezza pari a c.a. 2m.

8.2.) Rio Cervino

Le più importanti opere idrauliche rilevate in questo tratto del Rio Cervino sono rappresentate dal ponte della S.S. n. 30 della Val Bormida e dal ponte della linea ferroviaria.

Il primo presenta una struttura a travata in cemento con altezza pari a 6 m, campata unica e luce libera pari a 20 m; il ponte ferroviario, ad arco, è costituito da una campata unica in cemento avente luce libera pari a 11 m e altezza pari a 3 m.

Il rio Cervino, immediatamente a valle della ferrovia, attraversa il ponte della Strada Vecchia costituito da una struttura ad arco in mattoni. L'opera risulta essere in discrete condizioni strutturali e presenta una luce libera superiore ai 10 m e altezza pari a 2.5 m.

Si segnala poi una struttura in mattoni costruita per consentire il deflusso del Canale Carlo Alberto sotto il letto naturale del rio Cervino. Tale opera costituisce un salto di fondo avente altezza pari a 2 m. La dimensione nella direzione della corrente è pari a 25 m mentre la dimensione ad essa ortogonale è pari a 12 m circa.

8.3.) Rio Verzenasco

Lungo il corso del rio sono stati censiti diversi attraversamenti e ponti di minore importanza, soprattutto in prossimità del centro abitato di Gavonata. In particolare si evidenziano i ponti GHIRPO008, in prossimità di C. Raggero, e il ponte GHIRPO007 costituiti da una struttura travata a campata unica avente luce libera pari a 6 m e altezza dal fondo dell'alveo pari a circa 2.3 m.

All'interno del centro abitato di Gavonata è stato censito un muro in cls di difesa spondale, che funge anche da protezione per la strada comunale, avente lunghezza 50 m e altezza superiore a 2 m.

In corrispondenza della S.S. n. 30 si è censito un ponte in muratura e cls avente struttura ad arco, luce libera pari a 9 m e altezza dell'intradosso dal fondo dell'alveo pari a 2.7 m. Subito a valle si riscontra il ponte della ferrovia a struttura travata in cls avente luce libera pari a 9.4 m e altezza pari a 2.4 m.

Ancora verso valle è stata censita una briglia in massi avente altezza di circa 3.5 m al di sotto della quale scorre il canale Carlo Alberto.

8.4.) Rio Valgrana

Su questo corso d'acqua si segnalano numerose opere idrauliche di difesa spondale, a partire da W del centro abitato di Sant'Anna fino alla confluenza in Bormida.

In particolare si evidenzia un'arginatura sia in sponda sinistra che destra orografica costituita da rilevati inerbiti aventi altezza variabile tra 1 e 2 m.

In prossimità della S.S. n. 30, in sponda destra e a protezione della Statale, si evidenzia un'interruzione dell'argine che lascia il posto ad un muro di difesa spondale in cls lungo 400 m e alto 2 m. Lungo la Statale si evidenzia ulteriormente una canalizzazione

di scolo proveniente da N, la quale confluisce nel rio in una cassa d'espansione in cls che porta all'attraversamento sottostante la Statale. Una volta attraversata la S.S. n. 30 il rio torna ad essere arginato su entrambe le sponde fino alla confluenza in Bormida.

8.5.) Rii Bonvicino – Valdanzano – Bicogno

Il Rio Bicogno (o Bonvicino), a monte della confluenza con il Rio Valdanzano, è interessato da alcuni attraversamenti e piccoli ponti generalmente con luce sufficiente per lo smaltimento delle acque durante periodi ad elevata piovosità.

Immediatamente a valle della confluenza, presso C. Mogol, è presente un ponte in cemento e cls in discrete condizioni strutturali. L'opera ha luce in altezza di c.a. 2 m e larghezza di c.a. 3m sufficiente per il deflusso delle acque di piena.

Il rio in tutto il tratto compreso tra C. Mogol e la linea ferroviaria scorre incanalato entro una struttura in cemento di larghezza pari a circa 4 m e con muretti spondali di altezza pari a 80 cm. L'opera di regimazione contiene normalmente le acque di magra del rio, ma risulta sotto dimensionata rispetto all'alveo di piena naturale. Pertanto durante i più intensi eventi idrometeorologici il rio esonda facilmente allargandosi fino alle sponde naturali.

Nel tratto compreso tra C. Mogol e il concentrico il rio attraversa alcuni ponticelli, che permettono il passaggio ad abitazioni private, generalmente costruiti in cls e mattoni e in discrete condizioni strutturali. Le opere hanno luce in altezza di 2 m e larghezza pari a 4 m.

Più a valle il rio attraversa il ponte del concentrico caratterizzato da una struttura ad arco in muratura. L'opera idraulica ha un'altezza di 7 m e una luce libera di 10, sufficiente per lo smaltimento delle acque di piena anche durante gli eventi alluvionali.

Verso monte in sponda sinistra il rio scorre prossimale ad alcuni edifici che risultano allagabili durante gli eventi alluvionali. Verso valle sono presenti n. 2 passerelle in calcestruzzo ad uso pedonale ed infine il ponte della S.S. N. 30.

Tale opera risulta in buone condizioni strutturali e presenta un'altezza di circa 5 m e una luce libera di circa 14 m, sufficiente per lo smaltimento delle acque di piena durante gli eventi alluvionali.

Si evidenzia inoltre, a valle del ponte della ferrovia (costituito da due arcate in muratura), un salto di fondo in calcestruzzo e massi di altezza pari a 4 m che consente al canale Carlo Alberto di defluire sotto il letto del rio Bicogno.

8.6.) Rio Boschella

Nel tratto finale del rio Boschella è stato censito un argine inerbito di altezza variabile tra 1 e 3 m e di lunghezza pari a circa 700 m; l'argine si estende dallo stabilimento Edilcassine fino allo sbocco nel F. Bormida.

Nella zona interessata dall'arginatura sono stati censiti inoltre tre attraversamenti: quelli sulla S.S. n. 30 e sulla ferrovia risultano insufficienti allo smaltimento delle acque di piena mentre l'attraversamento-tubazione in cls a monte di Edilcassine presenta un diametro di 2.6 m sufficienti allo smaltimento delle acque in periodi di piena ordinaria.

8.7.) Rio Caranzano

Le prime opere idrauliche che si riscontrano a partire da valle sono due attraversamenti aventi luce pari a 4.5 m e altezza circa 4 m, sufficienti a smaltire le acque in caso di piena. Più a monte si riscontra un altro attraversamento anch'esso avente luce sufficientemente grande da consentire il passaggio della piena ordinaria.

Presso Caranzano il rio attraversa un ponte in mattoni e pietra avente altezza di c.a. 3.15 m e luce libera 3.5 m. Nonostante la struttura sia di vecchia costruzione risulta in discrete condizioni di stabilità e garantisce un regolare deflusso delle acque anche durante periodi eccezionalmente piovosi.

Immediatamente a valle del ponte, in sinistra orografica, è presente un muro di difesa spondale (lungh. $\cong$ 8 m e altezza $\cong$ 2 m, l'opera non è stata cartografata in quanto inferiore a 10 m) eretto a protezione della sede viaria, mentre in destra si osserva la confluenza del rio proveniente dall'abitato di Caranzano.

Tale rio, parzialmente cementato e intubato, scorre in condotta sotterranea al di sotto del paese e in tempi passati, a causa della totale occlusione della luce dei tubi per la presenza di materiale vegetale, ha provocato l'allagamento della piazza e della chiesa.

Infine, in prossimità di Borgo Caneva, si riscontra la presenza di un attraversamento-tubazione in acciaio e cls avente diametro pari a 2.3 m ed in discrete condizioni strutturali.

9.) IDROGEOLOGIA

Il territorio comunale di Cassine analizzato nel presente lavoro è stato suddiviso nei seguenti complessi idrogeologici e precisamente:

1) Coltri detritiche ed eluvio colluviali.
   La distribuzione di questi depositi è discontinua, la conducibilità idraulica è compresa nell'intervallo 10^{-7} - 10^{-4} m/s.
2) Alluvioni attuali dell'alveo attivo del F. Bormida costituiti da prevalenti ghiaie e ciottoli anche pluridecimetrici, a cui può essere attribuita $K = 10^{-2} - 10^{-1}$ m/s
3) Alluvioni postglaciali e del Fluviale Recente costituite da orizzonti sabbioso-argillosi inglobanti ciottoli pluridecimetrici, e da sabbie ghiaiose con ciottoli .
   La conducibilità idraulica è valutabile per i depositi più fini K=10^{-7} -- 10^{-6} m/s, per i depositi maggiormente grossolani $K = 10^{-4} - 10^{-2}$ m/s
4) Alluvioni sabbioso-limose-argillose del Fluviale Medio, mediamente alterate, scarsamente permeabili K=10^{-9} -- 10^{-7} m/s
5) Depositi alluvionali antichi prevalentemente ghiaioso sabbiosi argillosi fortemente alterati, connessi a cicli di deposizione pleistocenici k = 10^{-8}-- 10^{-5} m/s.
6) Depositi marini pliocenici costituiti da sabbie medio-fini mediamente permeabili K=10^{-7} 10^{-5} m/s.
7) Depositi pliocenici marnoso argillosi e argilloso marnosi con valori di conducibilità idraulica molto bassi K=10^{-10} -- 10^{-9} m/s
8) Depositi di messiniani, costituiti da peliti, sabbie fini variamente addensate, microconglomerati in matrice arenacea pelitica scarsamente permeabili K=10^{-9} -- 10^{-6} m/
9) Complessi miocenici a bassissima permeabilità costituiti da depositi di ambiente lagunare, di piattaforma esterna e di piana sottomarina, comprendenti argille, argille marnose, marne, peliti e siltiti alternate anche a livelli di arenarie fini K=10^{-10} -- 10^{-8} m/s. Presenza di lenti di gessi microcristallini e di calcari cariati interessati da permeabilità secondaria
10) Depositi serravalliani semipermeabili di piattaforma interna costituiti da arenarie da fini a medio grossolane e localmente da arenarie conglomeratiche K=10^{-8} -- 10^{-7} m/s

In ottemperanza alla Circolare n. 7/LAP per quanto riguarda lo studio piezometrico della prima falda è stato effettuato in data 01-02/03/2000 un rilievo con particolare riferimento al settore di piana alluvionale del F. Bormida.

I dati sono stati elaborati e rappresentati nella Carta Geoidrologica mediante isopieze aventi equidistanza di 1 m, con indicazione dei pozzi di osservazione.

I pozzi censiti sono descritti nella tabella seguente con indicazione delle coordinate di posizionamento topografico Gauss Boaga, livello statico, profondità, diametro, tipologia di utilizzo e costruzione.

Le direzioni di deflusso della falda e l'andamento delle isopieze indicano i settori caratterizzati da comportamento drenante o alimentante del F. Bormida nei confronti del corpo alluvionale. Tale comportamento subisce locali variazioni stagionali indotte dal livello idrometrico e dalle escursioni piezometriche annuali della falda, valutate sulla base di precedenti rilevazioni in 2-3 m.

La soggiacenza della falda risulta mediamente compresa tra -3 e -6 m p.c. con valori massimi di 8-12 m nei settori maggiormente elevati.

POZZO N.	GAUSS BOAGA E	GAUSS BOAGA N	SOGG. (m p.c.)	QUOTA (m s.l.m.)	PIEZ. ASS. (m s.l.m.)	DIAM. (m)	PROF. (m)	UTILIZZO	TIPO POZZO
1	1462541	4956636	Asciutto	126	-	1.5	8.50	Domestico	Cemento
2	1462230	4956907	Asciutto	140	-	2	19	Domestico	Cemento
3	1463357	4957493	3.06	118	114.94	2	3.30	Domestico	Cemento
4	1463596	4957807	5.8	116	110.2	2	12	Domestico	Pietra
5	1462945	4954894	8.15	120	111.85	1.5	8.25	Domestico	Mattoni
6	1462804	4956485	Asciutto	125	-	1.5	3	-	Mattoni
7	1462385	4952201	12.80	129	116.2	1.5	12.20	Domestico	Cemento
8	1462622	4952332	9.45	127	117.55	0.3	15	Domestico	Tubo Fe
9	1462956	4951751	8.20	125	116.8	1.5	10.5	Domestico	Cemento
10	1462289	4953827	6.2	120	113.8	0.3	7.5	Irriguo	Tubo Fe
11	1463153	4955712	6.65	122	115.35	0.3	11.20	Domestico	Tubo Fe
12	1463116	4955108	3.40	120	116.6	1	6	Domestico	Mattoni
13	1462405	4954814	Asciutto	117	113	2.5	6	Ex idropot.	Cemento
14	1462947	4956595	6.02	123	117	0.300		Ex idropot.	Tubo Fe
15	1462970	4956521	-	123	-	0.300		Idropotabile	Tubo Fe
16	1462679	4956930	4.70	126	121.3		4	Domestico	Cemento
17	1462626	4956812	5.40	130	124.6			Domestico	Cemento
18	1462565	4956303	5.70	130	124.3			Domestico	
19	1462536	4956225	-	127.5				Domestico	
20	1462684	4955881	5.5	127	121.5			Domestico	
21	1462777	4955945	4.5	128	123.5			Domestico	
22	1462060	4953546	6	120	114			Idropotabile	Tubo Inox
23	1464847	4957884	6.7	112	105.3	0.250	15	Industriale	Tubo Fe
24	1464767	4957904	6.7	112	105.3	0.300	28	Industriale	Tubo Fe
25	1462939	4956577	L.D.	123	-	0.300	30	Idropotabile	Tubo Fe
26 ([3])	1462078	4953543	6	120	114	0.300	14.5	Idropotabile	Tubo Inox

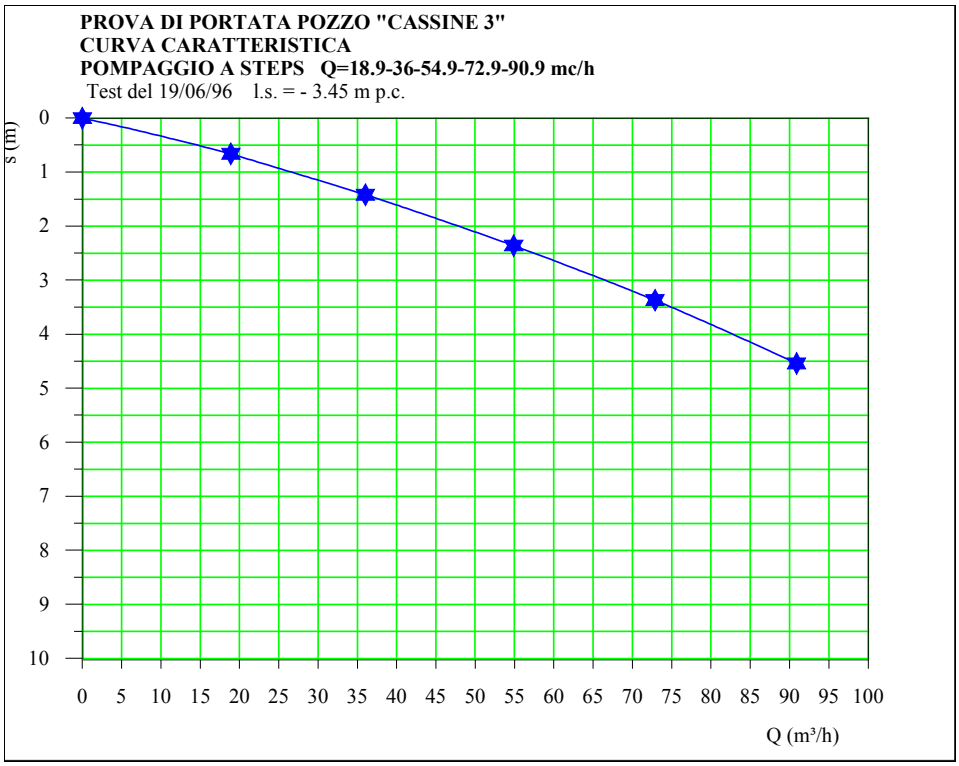
Tab. 9.1: Rilevazioni piezometriche data 1-2/03/2000

In cartografia sono stati distinti i pozzi idropotabili utilizzati all'Acquedotto Comunale denominari Cassine 2 e Cassine 3.

I pozzi della profondità di circa 30 m sono ubicati a N dell'abitato di Cassine intorno a quota 123 m s.l.m. ed intercettano l'acquifero del fluviale recente costituito da livelli di ghiaie e ciottoli con sabbie a profondità comprese tra 10 - 20 m. Si tratta di un acquifero semiconfinato con soggiacenza statica –3.45 m p.c. (1996).

Le indagini e di test di portata di lunga durata effettuati sul pozzo "Cassine 3", di cui si allega la curva caratteristica, hanno consentito di determinare i seguenti parametri idrogeologici dell'acquifero:

[3] Perforazione anno 2002 - Ril. 31/05/2002



Trasmissività	$T = 0.0002977$	m^2 / s
Conducibilità idraulica	$K = 7.4 \cdot 10^{-4}$	m / s

Coefficiente di immagazzinamento S = 0.00196

Ai sensi dei disposti del DL 152/99 (D.P.R. 236/88) sono state perimetrate le fasce di tutela dei pozzi sulla base del criterio geometrico con raggio 200 m rispetto al punto di captazione.

Tale area ed i vincoli ad essa associati potranno essere ridefiniti in base a disposti di competenza regionale o provinciale (art. 4-5-6-7-9 D.P.R. 236/88 - L.R. n. 22 del 30.04.96 art. 12, D.G.R. n. 102-45194 del 26.04.95) relativi all'istituzione di fasce di rispetto secondo criterio temporale in rapporto alla vulnerabilità dell'acquifero o di aree di interesse sovracomunale da riservare al soddisfacimento di esigenze idropotabili.

10.) CARATTERIZZAZIONE LITOTECNICA

La caratterizzazione litotecnica (vedi Tav. 6), tiene conto dei risultati di precedenti prove in situ e di laboratorio, prove speditive con Pocket Penetrometer e determinazioni con il martello di Schmidt. Il campo di valori rilevato, per applicazioni a livello locale dovrà essere verificato con il supporto di specifiche indagini e prove in sito ai sensi del D.M. 14-01-08.

Il territorio di Cassine, esaminato nel presente lavoro comprende i seguenti complessi omogenei per caratteristiche geotecniche-geomeccaniche:

1) Coperture eluvio colluviali prevalentemente limoso argillose soffici e poco consistenti :φ_u = 0, C_u = 10 - 50 kPa, γ = 17-18 KN/m³.

2) Coperture alluvionali costituiti da prevalenti ghiaie e ciottoli e subordinate ghiaie sabbiose sciolte: C' = 0 KPa, φ' = 28-35° γ = 16-18 KN/m³.

3) Depositi alluvionali costituiti da una copertura sabbioso - limosa, sabbioso - argillosa e da sottostanti sabbie ghiaiose. Ai terreni fini possono essere attribuiti i seguenti parametri: in condizioni non drenate:φ_u = 0, C_u = 10 - 50 kPa, γ = 17-18 KN/m³; in condizioni drenate φ' = 25-30,°C' = 0, , γ = 18 KN/m³. Ai terreni granulari possono essere attribuiti: φ' = 28-35,°C' = 0, , γ = 16 – 18 KN/m³.

4) Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da terreni sabbioso - limoso - argillosi con aumento della frazione sabbioso - ghiaiosa nella parte inferiore. Ai terreni fini possono essere attribuiti i seguenti parametri: in condizioni non drenate:φ_u = 0, C_u = 20 – 80 KPa γ = 18 KN/m³); in condizioni drenate φ' = 26 - 30°, C' = 0 KPA, , γ = 17 - 18KN/m³. Ai terreni granulari possono essere attribuiti: φ' = 28-35,°C' = 0 KPa, , γ = 16 - 18KN/m³.

5) Depositi alluvionali costituiti prevalentemente da sabbie limoso - argillose. In condizioni non drenate:φ_u = 0, C_u = 40 - 100 γ = 17 - 18 KN/m³; in condizioni drenate φ' = 25 - 28°, C' = 0 KPa, γ = 18 – 19 KN/m.

6) Depositi alluvionali antichi prevalentemente ghiaiosi in matrice limoso argillosa C' = 20-80 KPa, φ' = 26-32°, γ = 18-19 KN/m³.

7) Substrati terziari costituiti prevalentemente da sabbie a stratificazione incrociata e localmente da lenti di calcareniti:φ' = 28-35,°C' = 20 - 80 KPa, γ = 19 – 20 KN/m³.

8) Substrati terziari costituiti prevalentemente da marne argillose e argille marnose plioceniche: zona alterata φ_u = 0, C_u = 50 -100 kPa γ = 18 - 19 KN/m³; zona inalterata φ_u = 0, C_u = 100 – 200 kPa γ = 18 - 19 KN/m³.

9) Substrati costituiti da peliti, sabbie molto addensate, arenarie fini, localmente microconglomerati con matrice arenaceo – pelitica.
In funzione della natura litologica, grado di alterazione, consistenza o addensamento possono essere distinti:

- Depositi prevalentemente coesivi
Zona alterata: φ_u = 0, C_u = 50- 100 kPa , γ = 18 - 19 KN/m³.
Zona inalterata: φ_u = 0, C_u = 100 - 200 kPa , γ = 19 - 20 KN/m³.

- Depositi prevalentemente granulari:
in relazione alla granulometria e addensamento e grado di diagenesi:
φ = 25-35°, C= 0-50 KPa, γ = 19-21 KN/m³

10) Substrati miocenici marnoso-argillosi e pelitici con locali livelli arenacei, lenti gessose e di calcari cariati.
- Depositi prevalentemente coesivi
Porzione alterata, in funzione del grado di alterazione: φ_u = 0, C_u = 20 - 100 KPa , γ = 18 - 20 KN/m³.
Porzione inalterata: φ_u = 0, C_u = 100 - 150 KPa , γ = 18 - 20 KN/m³.
- Depositi prevalentemente granulari:
in funzione del grado di massività, diagenesi e cementazione: C= 20-100 KPa, φ = 20-30°, γ = 18-20 KN/m³.

11) Substrati costituiti da arenarie da fini a medio grossolane localmente arenarie conglomeratiche più o meno cementate. In funzione del grado di alterazione e cementazione C= 100-200 KPa, φ = 25-35°, γ = 20-22 KN/m³.

11.) PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E IDONEITÀ ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA

L'elaborato di sintesi dello studio è costituito dalla TAV. 7 dove è stata sviluppata una zonazione in funzione di parametri di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica del territorio.

Questo elaborato rappresenta la sintesi delle informazioni geologiche acquisite sul territorio mediante rilievi sul terreno, fotointerpretazione analisi dei dati storici relativi agli eventi alluvionali e alle modificazioni antropiche, conformemente a quanto disposto dalla Circolare del Presidente della Giunta Regionale n. 7 LAP del 6 maggio 1996.

I limiti della pericolosità geomorfologica e l'idoneità urbanistica potranno essere ridefiniti a livello locale sulla base di specifici studi geologici particolareggiati, con il supporto di indagini geognostiche, verifiche e monitoraggi delle condizioni di stabilità e/o studi idrologici-idraulici.

Eventuali ridefinizioni di questi elementi devono avvenire unicamente tramite varianti urbanistiche generali, oppure tramite apposizione di vincoli di inedificabilità a mezzo di ordinanza sindacale in caso di sviluppo di nuovi dissesti.

In funzione delle caratteristiche fisico-geologiche e dei parametri indicati dalla normativa vigente il territorio è stato suddiviso in 4 classi di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica e precisamente:

CLASSE I

Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche: gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 14-01-08.

CLASSE II

Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l'adozione ed il rispetto di accorgimenti tecnici, derivanti da indagini geognostiche, studi geologici e geotecnici, da eseguire nelle aree di intervento, in fase di progetto esecutivo, in ottemperanza al D.M. 14-01-08.

CLASSE III (INDIFFERENZIATA)

Porzioni di territorio non edificate o con presenza di edifici isolati, per le quali gli elementi di pericolosità geologica possono consentire a seguito di studi geomorfologci, idrologico idraulici l'identificazione di situazioni locali meno pericolose da normare specificatamente in relazione a significative esigenze di sviluppo urbanistico o di opere pubbliche.

Sino a ulteriori indagini di dettaglio, da sviluppare nell'Ambito di varianti future dello strumento urbanistico, in classe III indifferenziata valgono tutte le limitazioni previste per la classe IIIa

CLASSE III A

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, fortemente acclivi, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia).

CLASSE III B)

Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.

In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico quali, a titolo di esempio, interventi di manutenzione straordinaria, risanamento conservativo, ecc.; per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili varrà quanto previsto dall'Art. 31 della L.R. 56/77.

Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità.

Per una corretta interpretazione della zonazione è opportuno riprendere le definizioni di rischio geologico e di pericolosità (C.P.G.R. n. 7/LAP/96):

1.1 Concetto di rischio geologico (da GOVI M. in Banca dati Geologica pp. 17-18).

"Secondo la più recente letteratura internazionale (Tung & Mays 1981, U.S. Geol. Survey 1982, Projet Duti 1983, Cancelli 1983, Haymes 1984, Varnes 1984, Hartlen & Viberg 1988, Einstein 1988), il rischio geologico è definito dalla probabilità che un determinato evento naturale si verifichi, incidendo sull'ambiente fisico in modo tale da recare danno all'uomo ed alle sue attività.

La valutazione in termini probabilistici dell'instabilità potenziale, indipendentemente dalla presenza antropica, definisce invece il grado di pericolosità di una certa area in funzione della tipologia, della quantità e della frequenza dei processi che vi si possono innescare.

La pericolosità, dunque, si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socio - economico da valutarsi in relazione all'indice di valore attribuibile a ciascuna unità territoriale. Tale misura di valore socio - economico integra i parametri indicatori dei processi naturali nella determinazione dei diversi livelli di rischio."

In sintesi il rischio deriva dalla seguente equazione:

$$R = H \times (V \times E)$$

intendendo per:
H (PERICOLOSITA') la possibilità probabilistica che in una zona possa verificarsi un certo evento dannoso di una data intensità all'interno di un determinato intervallo di tempo, in considerazioni di caratteristiche fisiche predisponenti.
Il grado di pericolosità è, conseguentemente determinabile in funzione della natura e dell'intensità che può raggiungere un possibile evento.
V (VUNERABILITA') l'attitudine di un determinato insieme antropico o naturale (popolazione, contesto urbano, attività economiche, ambiente naturale) a sopportare gli effetti di un evento calamitoso in relazione alla sua intensità.
E (VALORE ESPOSTO) riguarda l'elemento che deve sopportare l'evento ad es. numero di presenze umane, valore socio-economico connesso all'attività antropica (aree residenziali, impianti produttivi, sevizi, ecc.) o legato alla presenza di risorse naturali (sistemi acquiferi, suoli, coperture vegetali, coperture agricole, ecc.) utilizzate o utilizzabili dall'uomo che risultano esposte ad un determinato evento calamitoso.

La pericolosità (H) diventa pertanto un elemento caratterizzante del territorio, che l'uomo deve conoscere e in rapporto alla quale deve confrontarsi in modo sinergetico.

A condizioni di pericolosità intrinseche di natura geomorfologica, che prescindono da valutazioni di tipo probabilistico (recepite dalla L.R. 56/77 art. 13 e 30), si aggiunge una pericolosità geomorfologica indotta dall'uomo sul territorio.

L'uomo, la cui presenza costituisce un evento recente in relazione alla configurazione fisico-geologica del territorio, ha inciso in modo determinante su tutti i sistemi geomorfologici tanto che è diventato uno dei principali agenti geomorfici in grado di modificare il rilievo e l'idrografia, in modo spesso più incisivo, diffuso e rapido di quanto lo siano i fenomeni naturali.

Queste considerazioni contenute nella più recente letteratura internazionale (F.A.O., U.S. Geological Survey, U.N.E.S.C.O., J. Tricart e A. Cailleux) trovano riscontro anche nel territorio in esame.

12.) PRESCRIZIONI OPERATIVE PER GLI INTERVENTI PREVISTI DAL P.R.G. NELLE VARIE PARTI DEL TERRITORIO IN RAPPORTO ALLE CLASSI D'IDONEITA' D'USO E ALLE CONDIZIONI DI DISSESTO.

Per l'applicazione delle prescrizioni in oggetto, viene fatto riferimento agli elaborati di indagine geomorfologica con particolare riferimento agli elaborati: Tav. 2 "Carta geomorfologica dei dissesti, della dinamica fluviale e del reticolo idrografico" e Tav. 7 "Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica".

Le presenti norme vengono suddivise in:

12.1 Norme per gli interventi nell'ambito delle varie classi di pericolosità geomorfologica
12.2 Limitazioni d'uso derivanti dalle condizioni di dissesto
12.3 Norme per la tutela idrogeologica
12.4 Norme per le fasce fluviali
12.5 Norme per l'area a rischio idrogeologico molto elevato
12.6 Individuazione tipologica degli interventi di minimizzazione della pericolosità delle classi IIIb individuate in Tav. 7

12.1.) Norme per gli interventi nell'ambito delle varie classi di pericolosità geomorfologica

ART. 1 – GENERALITÀ.

Gli interventi edilizi ricadenti nelle varie classi di pericolosità sono soggetti alle seguenti norme di carattere geologico che, integrando quelle urbanistiche di piano, sono finalizzate a definire i vari livelli di indagine esecutiva ai sensi della C.P.G.R. n. 7/LAP e D.M. 14-01-08 e gli interventi di riassetto idrogeologico occorrenti per la minimizzazione di pericolosità e la successiva fruizione urbanistica del territorio.

ART. 2 – INTERVENTI EDILIZI RICADENTI IN CLASSE I

La Classe I non pone prescrizioni di carattere geologico; sono ammessi tutti gli interventi edilizi previsti dalle norme urbanistiche, nel rispetto del D.M. 14-01-08.

ART. 3 – INTERVENTI EDILIZI RICADENTI IN CLASSE II

La realizzazione degli interventi edilizi è subordinata all'effettuazione di accurate indagini in ottemperanza al D.M. 14-01-08.

Tali indagini dovranno caratterizzare adeguatamente l'area di intervento in rapporto alle opere in progetto.

La relazione geologico-geotecnica a corredo delle indagini e la relazione idrologico-idraulica, ove richiesta, dovranno illustrare le metodologie adottate, i risultati ottenuti e la loro affidabilità, indicare eventuali interventi di sistemazione idrogeologica locale, tipologie e caratteristiche fondazionali, verificare la compatibilità dei cedimenti, definire le condizioni di stabilità a breve ed a lungo termine, ed indicare eventuali prescrizioni (monitoraggi, manutenzioni),o limitazioni cui dovrà sottostare il progetto.

La realizzazione degli interventi edilizi ricadenti in settori dove la pericolosità deriva dall'acclività e /o da scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione, le indagini ai sensi del D.M. 14-01-08 dovranno essere mirate alla caratterizzazione di dettaglio del terreno di fondazione (natura delle coperture e del substrato e loro parametri geotecnici – geomeccanici) in rapporto alle condizioni di stabilità nelle varie fasi di intervento (scavo, costruzione, sistemazione finale).

La verifica delle condizioni di stabilità deve essere estesa sia alle coperture che al substrato roccioso laddove le condizioni geostrutturali lo richiedano (versanti a franapoggio, intensa fratturazione, scadenti caratteristiche geomeccaniche, ecc.).

Per gli interventi di scavo e nuova costruzione ricadenti in ambiti prossimali a porzioni già edificate o parzialmente edificate, dovranno essere verificate altresì i possibili effetti derivanti dalla realizzazione delle nuove opere in rapporto al contesto edilizio esistente. Laddove le indagini evidenzino possibili interferenze negative con l'esistente, ovvero le nuove opere in progetto (scavi) possano generare condizioni di instabilità di versante occorrerà predisporre relative opere di sostegno e/o svolgere attività di consolidamento a difesa dell'esistente prima di realizzare le nuove opere.

La realizzazione degli interventi edilizi ricadenti in aree dove la pericolosità deriva da scarso drenaggio e/o scadenti caratteristiche geotecniche o falda acquifera sub-affiorante, dovrà essere subordinata a indagini ai sensi del D.M. 14-01-08 mirate alla caratterizzazione di dettaglio del terreno di fondazione, natura delle coperture e del substrato e loro parametri geotecnici – geomeccanici, in rapporto alle condizioni di falda idrica (piezometria, soggiacenza) nelle varie fasi di intervento (scavo, costruzione, sistemazione finale).

Nella valutazione della capacità portante del terreno di fondazione e relativi cedimenti occorrerà tenere presente il livello di falda idrica e le sue possibili escursioni.
Qualora gli scavi dovessero interferire con il livello di falda occorrerà predisporre adeguate opere di drenaggio per assicurare una corretta esecuzione dei lavori.

Non sono ammessi piani interrati sottofalda; la realizzazione di vani tecnici in parziale sottofalda (con piano inferiore nell'ambito della fascia di escursione della falda) può essere ammessa solo subordinatamente alla realizzazione di interventi strutturali di protezione attiva e passiva (impermeabilizzazioni, pozzetti di drenaggio con annesso impianto di smaltimento acque).

ART. 4 INTERVENTI EDILIZI RICADENTI IN CLASSE III

La Classe III comprende settori prevalentemente inedificati o con presenza di isolati edifici (non differenziati cartograficamente) dove per le condizioni di elevata pericolosità geomorfologica, ai sensi della C.P.G.R. n. 7/LAP, sono necessari ulteriori studi di dettaglio mirati (con il supporto di indagini geognostiche, geotecniche, monitoraggi, ecc.) per individuare situazioni locali a minore pericolosità potenzialmente riconducibili alla Classe II.

In assenza di ridefinizione a scala di maggiore dettaglio (1:5.000 – 1:2.000) che può essere rinviata a future revisioni del piano o varianti strutturali, a livello normativo per la Classe III valgono le considerazioni di cui alla Classe IIIa.

ART. 5 INTERVENTI EDILIZI RICADENTI IN CLASSE IIIA

Non sono ammesse nuove edificazioni residenziali e/o produttive; per gli edifici esistenti, ad esclusione di quelli ricadenti in aree di dissesto attivo o quiescente (art.9 N.d.A. P.A.I.), sono ammessi ampliamenti funzionali e ristrutturazione (a,b,c,d, Art. 13 L.R. 56/77 s.m.i.)

Tali interventi sono condizionati all'esecuzione di studi di *compatibilità geomorfologica* comprensivi di indagini geologiche e geotecniche mirate a definire localmente le condizioni di pericolosità e di rischio e prescrivere gli accorgimenti tecnici atti alla loro mitigazione, validati dall'Amministrazione Comunale.

In assenza di interventi di minimimizzazione della pericolosità non sono, altresì, consentiti cambi di destinazione d'uso che implichino un aumento del carico antropico (nuove unità abitative). Nel caso di modesti interventi è ammesso il cambio di destinazione d'uso solo a seguito di indagini puntuali che individuino adeguate opere di riassetto, accorgimenti tecnici o interventi manutentivi da attivare per la riduzione del rischio.

In riferimento alle attività agricole, ad esclusione delle aree ricadenti in ambiti esondabili o in fascia di rispetto di corsi d'acqua, e di quelle ricadenti in ambiti di dissesti attivi l.s. o di processi distruttivi torrentizi o di conoide, o interessati da dissesto incipiente, è ammessa la realizzazione di nuove costruzioni che riguardino in senso stretto edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale.

Tali edifici dovranno risultare non diversamente localizzabili con minore pericolosità nell'ambito dell'azienda agricola, e la loro fattibilità verificata ed accertata da opportune indagini geologiche, idrogeologiche, geognostiche dirette di dettaglio in ottemperanza al D.M. 14-01-08.

La progettazione dovrà prevedere accorgimenti tecnici specifici finalizzati alla riduzione e alla mitigazione del rischio e dei fattori di pericolosità.

La concessione o autorizzazione edilizia potrà essere rilasciata solo a seguito dell'avvenuta realizzazione e collaudo delle suddette opere di minimizzazione della pericolosità.

Per le abitazioni isolate, ad esclusione degli edifici ricadenti in aree di dissesto attivo o incipiente, è consentita la manutenzione dell'esistente e, qualora fattibile dal punto di vista tecnico, la realizzazione di eventuali ampliamenti funzionali e di ristrutturazione. In questi casi le ristrutturazioni e gli ampliamenti verranno condizionati all'esecuzione di studi di compatibilità geomorfologica comprensivi di indagini geologiche e geotecniche mirate a definire localmente le condizioni di pericolosità e di rischio ed a prescrivere gli accorgimenti tecnici atti alla loro mitigazione.

La realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali, non altrimenti localizzabili , e la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, non altrimenti localizzabili, saranno consentiti previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto già indicato all'art.31 della L.R. 56/77.

ART. 6 INTERVENTI EDILIZI RICADENTI IN CLASSE IIIB

La Classe III b identifica porzioni di territorio edificate ed aree intercluse interessate da condizioni di elevata pericolosità, dove gli interventi di sistemazione dell'edificato esistente devono essere affrontati mediante opere di riassetto territoriale.

In assenza di tali interventi sono ammesse solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico; non sono ammesse nuove edificazioni residenziali e/o produttive; per gli edifici esistenti, ad esclusione di quelli ricadenti in aree di dissesto attivo o incipiente, è ammessa la realizzazione di ampliamenti funzionali e ristrutturazione.

Tali interventi sono condizionati all'esecuzione di indagini geologiche e geotecniche mirate a definire localmente le condizioni di pericolosità e di rischio e prescrivere gli accorgimenti tecnici atti alla loro mitigazione.

I cambi di destinazione d'uso che implichino un aumento di carico antropico (nuove unità abitative), sono ammessi solo a seguito della realizzazione di opere e/o accorgimenti tecnici e interventi manutentivi tali da consentire la minimizzazione della pericolosità, sulla scorta di adeguate indagini.

Il cambio di destinazione d'uso viene accordato a seguito delle realizzazione e verifica di tali opere.

La progettazione dovrà prevedere accorgimenti tecnici specifici finalizzati alla riduzione e alla mitigazione del rischio e dei fattori di pericolosità.

La concessione o autorizzazione edilizia potrà essere rilasciata solo a seguito dell'avvenuta realizzazione e collaudo delle suddette opere.

In assenza o parziale realizzazione delle opere infrastrutturali di mitigazione della pericolosità, ad esclusione delle aree ricadenti in perimetrazioni di dissesto a pericolosità

molto elevata (Fa, Ee), sono consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico, intendendo per aumento del carico antropico la realizzazione di nuove unità abitative (a, b, c, d, L.R. 56/77 s.m.i.).

Sono pertanto ammessi gli adeguamenti che consentano un più razionale utilizzo degli edifici esistenti, gli adeguamenti igienico funzionali.

L'attuazione delle previsioni urbanistiche riguardanti nuove opere o nuove costruzioni potrà essere avviata solo a seguito del completamento degli interventi necessari alla minimizzazione della pericolosità dell'area.

Nel caso in cui gli studi di compatibilità geomorfologica e le indagini ai sensi del D.M. 14-01-08 individuino unicamente la necessità di interventi manutentivi, per quanto riguarda la realizzazione di opere esterne al lotto da edificare e, altresì, risultino determinanti ai fini della stabilità e minimizzazione della pericolosità interventi strettamente connessi alla nuova costruzione (fondazioni profonde, corpi di sostegno la cui realizzazione sia legata alla formazione degli scavi di imposta degli edifici, ecc.), la concessione o autorizzazione edilizia potrà essere contestuale a quella delle opere infrastrutturali.

In ogni caso l'agibilità / abitabilità sarà condizionata alla totale realizzazione e collaudo delle opere di mitigazione della pericolosità ed alla stipula di atto di impegno al mantenimento della funzionalità delle opere di sistemazione idrogeologica (fossi di scolo, drenaggi, sistemazioni di ingegneria naturalistica, ecc.).

Nel caso di dissesti a carattere locale interessanti porzioni di fabbricati e, laddove gli studi di compatibilità geomorfologica e le indagini ai sensi del D.M. 14-01-08 individuino la necessità di demolizione e ricostruzione con la realizzazione di fondazioni indirette e/o adeguate opere di sostegno (muro su pali e tiranti) ove non praticabile la rilocalizzazione è possibile la demolizione e la ricostruzione in loco.

Nelle aree esondabili le verifiche idrauliche dovranno essere estese ad ambiti circostanti sufficientemente ampi per valutare anche gli effetti derivanti dalla realizzazione delle nuove opere sull'edificato esistente, in ogni caso l'agibilità / abitabilità sarà condizionata alla totale realizzazione e collaudo delle opere di mitigazione della pericolosità ed alla stipula di atto di impegno al mantenimento dell'officiosità delle opere di sistemazione idrogeologica (fossi di scolo, drenaggi, sistemazioni di ingegneria naturalistica, ecc.).

Le opere per la mitigazione del rischio (progettazione, realizzazione e collaudo) potranno essere gestite direttamente dall'Amministrazione Comunale o da altri soggetti pubblici o privati.

All'Amministrazione Comunale spetterà responsabilmente verificare che le stesse abbiano raggiunto gli obiettivi previsti di minimizzazione del rischio ai fini della fruibilità urbanistica delle aree interessate.

12.2.) Limitazioni d'uso derivanti dalle attuali condizioni di dissesto idraulico e idrogeologico

Le aree interessate da fenomeni di dissesto sono classificate come segue, conformemente all'art.9 N.d.A. P.A.I.:

frane:

Fa, aree interessate da frane attive - (pericolosità molto elevata),
Fq, aree interessate da frane quiescenti - (pericolosità elevata),
Fs, aree interessate da frane stabilizzate - (pericolosità media o moderata),

esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei corsi d'acqua:

Ee, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità molto elevata,
Eb, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità elevata,
Em, aree coinvolgibili dai fenomeni con pericolosità media o moderata,

ART. 7 FRANE – INTERVENTI AMMESSI

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle **aree Fa** sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria degli edifici, così come definiti alla lettera a) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche o di interesse pubblico e gli interventi di consolidamento e restauro conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- le opere di bonifica, di sistemazione e di monitoraggio dei movimenti franosi;
- le opere di regimazione delle acque superficiali e sotterranee;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.

Nelle **aree Fq**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 2, sono consentiti:

- gli interventi di manutenzione straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo, così come definiti alle lettere b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- gli interventi di ampliamento e ristrutturazione di edifici esistenti, nonché di nuova costruzione, purché consentiti dallo strumento urbanistico adeguato al presente Piano ai sensi e per gli effetti dell'art. 18, fatto salvo quanto disposto dalle linee successive;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue e l'ampliamento di quelli esistenti, previo studio di compatibilità dell'opera con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente; sono comunque escluse la realizzazione di

nuovi impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22. E' consentito l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi dello stesso D.Lgs. 22/1997 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 del D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Nelle **aree Fs** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

ART. 8 ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO LUNGO LE ASTE DEI CORSI D'ACQUA – INTERVENTI AMMESSI

Fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 ter del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, nelle **aree Ee** sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b) e c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e di risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
- i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 m dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue;
- l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla

durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo.

Nelle **aree Eb**, oltre agli interventi di cui al precedente comma 5, sono consentiti:

- gli interventi di ristrutturazione edilizia, così come definiti alla lettera d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume;
- gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamento igienico-funzionale;
- la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue;
- il completamento degli esistenti impianti di smaltimento e recupero dei rifiuti a tecnologia complessa, quand'esso risultasse indispensabile per il raggiungimento dell'autonomia degli ambiti territoriali ottimali così come individuati dalla pianificazione regionale e provinciale; i relativi interventi di completamento sono subordinati a uno studio di compatibilità con il presente Piano validato dall'Autorità di bacino, anche sulla base di quanto previsto all'art. 19 bis.

Nelle **aree Em** compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti, tenuto anche conto delle indicazioni dei programmi di previsione e prevenzione ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225. Gli interventi ammissibili devono in ogni caso essere soggetti ad uno studio di compatibilità con le condizioni del dissesto validato dall'Autorità competente.

Tutti gli interventi consentiti, di cui ai precedenti commi, sono subordinati ad una verifica tecnica, condotta anche in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 14-01-08, volta a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio esistente, sia per quanto riguarda possibili aggravamenti delle condizioni di instabilità presenti, sia in relazione alla sicurezza dell'intervento stesso. Tale verifica deve essere allegata al progetto dell'intervento, redatta e firmata da un tecnico abilitato.

12.3.) Norma per la tutela idrogeologica

ART. 9 FASCE DI RISPETTO DEI RII

Nelle aree poste lungo l'intero reticolo idrografico, già perimetrate in classe IIIa in Tav.7, ricadenti in condizioni di elevata pericolosità areale e/o lineare, e comunque per una fascia non inferiore a 10 m. (R.D. 523/04), è vietato ogni nuovo intervento edilizio.

Per gli edifici esistenti sono consentiti esclusivamente: manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro e risanamento conservativo, gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità senza aumento di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento di carico antropico.

ART. 10 LIMITI ALLE PORTATE SCARICATE DALLE RETI DI DRENAGGIO ARTIFICIALI

Nella realizzazione dei nuovi interventi di urbanizzazione e di infrastrutturazione deve essere limitato lo sviluppo delle aree impermeabili e dovranno essere definite opportune aree atte a favorire l'infiltrazione e l'invaso temporaneo diffuso delle precipitazioni meteoriche.

ART. 11 INTERVENTI DI MANUTENZIONE IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

Gli interventi di manutenzione del territorio fluviale e delle opere devono tutelare le caratte ristiche naturali dell'alveo, salvaguardare e ricostituire la varietà e la molteplicità delle biocenosi riparie autoctone e la qualità ambientale e paesaggistica del territorio, tenendo conto anche delle risultanze della Carta della natura di cui all'art. 3, comma 3, della L. 16 dicembre 1991, n. 394: "Legge quadro sulle aree protette". Gli interventi devono essere effettuati in maniera tale da non compromettere le funzioni biologiche del corso d'acqua e degli ecosistemi ripariali, fatto salvo il rispetto delle esigenze di officiosità idraulica.

Gli interventi di manutenzione idraulica che comportano l'asportazione di materiale litoide dagli alvei devono essere conformi alla "Direttiva in materia di attività estrattive nelle aree fluviali del bacino del fiume Po" approvata con D.P.C.M. 24 luglio 1998.

ART. 12 OPERE DI ATTRAVERSAMENTO

Le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture a rete interessanti il reticolo idrografico non oggetto di delimitazione delle fasce fluviali nel P.S.F.F. e nel P.A.I., devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di bacino.

La copertura dei corsi d'acqua principali e del reticolato minore, mediante tubi o scatolari anche di ampia sezione non è ammessa in nessun caso.

Le opere di attraversamento stradale dei corsi d'acqua dovranno essere realizzate mediante ponti, in maniera tale che la larghezza della sezione di deflusso non vada in modo alcuno a ridurre la larghezza dell'alveo "a rive piene" misurata a monte dell'opera; questo indipendentemente dalle risultanze della verifiche delle portate.

Non sono ammesse occlusioni, anche parziali, dei corsi d'acqua incluse le zone di testata tramite riporti vari.

Nel caso di corsi d'acqua arginati e di opere idrauliche deve essere garantita la percorribilità, possibilmente veicolare delle sponde a fini ispettivi e manutentivi.

ART. 13 COMPATIBILITA' DELLE ATTIVITA' ESTRATTIVE

Le attività estrattive al di fuori del demanio sono individuate nell'ambito dei piani di settore o di equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali i quali devono garantire la compatibilità delle stesse con le finalità del P.A.I.

Nelle more di approvazione dei Piani di settore o degli equivalenti documenti di programmazione redatti ai sensi delle leggi regionali, i progetti delle attività di cava devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulico-geologica-ambientale.

12.4.) Norme per le Fasce Fluviali

Le fasce del F. Bormida derivanti dal Piano Stralcio Fasce Fluviali dell'Autorità di Bacino del F. Po sono riportate in Tav. 2 e Tav. 7 e classificate nel modo seguente:

Fascia di deflusso della piena (Fascia A), costituita dalla porzione di alveo che é sede prevalente del deflusso della corrente per la piena di riferimento, come definita nell'Allegato 3 del Piano Stralcio fasce Fluviali, ovvero che é costituita dall'insieme delle forme fluviali riattivabili durante gli stati di piena.

Fascia di esondazione (Fascia B), esterna alla precedente, costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento come definita nell'Allegato 3 del Piano Stralcio Fasce Fluviali, Il limite di tale fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena di riferimento ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o

programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento). Il Piano indica con apposito segno grafico, denominato "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C", le opere idrauliche programmate per la difesa del territorio. Allorché dette opere saranno realizzate, i confini della Fascia B si intenderanno definiti in conformità al tracciato dell'opera idraulica eseguita e la delibera del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po di presa d'atto del collaudo dell'opera varrà come variante automatica del P.S.F.F. per il tracciato di cui si tratta.

Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C), costituita dalla porzione di territorio esterna alla precedente (Fascia B), che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quella di riferimento, come definita nell'Allegato 3.

ART. 14 FASCIA DI DEFLUSSO DELLA PIENA (FASCIA A)

Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.

Nella Fascia A sono vietate:

- le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;
- l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti ivi incluse le discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private, il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali o di rifiuti di qualsiasi genere;
- le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree per una ampiezza di 10 m dal ciglio della sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione alle sponde e riduzione di velocità della corrente.

Sono per contro consentiti:

- i cambi colturali;
- gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
- i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m^3 annui;
- la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
- i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco e da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
- il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia.

Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

ART. 15 FASCIA DI ESONDAZIONE (FASCIA B)

Nella Fascia B il Piano persegue l'obiettivo di mantenere e migliorare le condizioni di funzionalità idraulica ai fini principali dell'invaso e della laminazione delle piene, unitamente alla conservazione e al miglioramento delle caratteristiche naturali e ambientali.

Nella Fascia B sono vietati:

- gli interventi che comportino una riduzione apprezzabile o una parzializzazione della capacità di invaso, salvo che questi interventi prevedano un pari aumento delle capacità di invaso in area idraulicamente equivalente;
- l'installazione di impianti di smaltimento dei rifiuti ivi incluse le discariche di qualsiasi tipo sia pubbliche che private, il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali o di rifiuti di qualsiasi genere;
- in presenza di argini, interventi e strutture che tendano a orientare la corrente verso il rilevato, e scavi o abbassamenti del piano di campagna che possano compromettere la stabilità delle fondazioni dell'argine.

Sono per contro consentiti:

- gli interventi svolti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
- gli interventi di sistemazione idraulica quali argini o casse di espansione e ogni altra misura idraulica atta ad incidere sulle dinamiche fluviali, solo se compatibili con l'assetto di progetto dell'alveo derivante dalla delimitazione della fascia;
- i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattive autorizzate ed agli impianti di trattamento del materiale estratto in loco da realizzare secondo le modalità prescritte dai dispositivi autorizzativi.

Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

ART. 16 AREA DI INONDAZIONE PER PIENA CATASTROFICA (FASCIA C)

Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni e delle Provincie, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.

I Programmi di previsione e prevenzione e i Piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio, investono anche i territori individuati come Fascia A e Fascia B.

In relazione all'art. 13 della L. 24 febbraio 1992, n. 225, é affidato alle Provincie sulla base delle competenze ad esse attribuite dagli artt. 14 e 15 della L. 8 giugno 1990, n. 142, di assicurare lo svolgimento dei compiti relativi alla rilevazione, alla raccolta e alla elaborazione dei dati interessanti la protezione civile, nonché alla realizzazione dei Programmi di previsione e prevenzione sopra menzionati. Gli Organi tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e delle Regioni si pongono come struttura di servizio nell'ambito delle proprie competenze, a favore delle Provincie interessate per le finalità ora menzionate. Le Regioni e le Provincie, nell'ambito delle rispettive competenze, curano ogni opportuno raccordo con i Comuni interessati per territorio per la stesura dei piani comunali di protezione civile, con riferimento all'art. 15 della L. 24 febbraio 1992, n. 225.

Compete alle Regioni e agli Enti locali, attraverso gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti nella Fascia C.

Nei territori della Fascia C, delimitati con segno grafico indicato come "limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C" nelle tavole grafiche, il Comune competente può applicare, in sede di adeguamento degli strumenti urbanistici, anche sulla base degli indirizzi emanati dalle Regioni ai sensi del precedente art. 4, comma 3, in tutto o in parte gli articoli di norma relativi alla Fascia B in via transitoria fino alla avvenuta realizzazione delle opere programmate.

ART. 17 INTERVENTI DI MANUTENZIONE IDRAULICA

Nell'ambito delle finalità di cui al comma precedente, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, anche su proposta delle Amministrazioni competenti, delibera Programmi triennali di intervento ai sensi degli artt. 21 e segg., L. 18 maggio 1989, n. 183.

Gli interventi di manutenzione idraulica possono prevedere l'asportazione di materiale litoide dagli alvei, in accordo con quanto disposto all'art. 97, lettera m) del R.D. 25 luglio 1904, n. 523, se finalizzata esclusivamente alla conservazione della sezione utile di deflusso, al mantenimento della officiosità delle opere e delle infrastrutture, nonché alla tutela dell'equilibrio geostatico e geomorfologico dei terreni interessati e alla tutela e al recupero ambientale.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po aggiorna le direttive tecniche concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni di progettazione degli interventi di manutenzione e di formulazione dei programmi triennali. Nell'ambito della direttiva sono definite in particolare le specifiche di progettazione degli interventi di manutenzione che comportino asportazione di materiali inerti dall'alveo e i criteri di inserimento degli stessi nei programmi triennali.

ART. 18 INTERVENTI DI REGIMAZIONE E DI DIFESA IDRAULICA

1. Il complesso delle opere di regimazione e di difesa idraulica per i corsi d'acqua é definito dal piano stralcio di settore denominato "Piano stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del Po" (in seguito P.A.I.). Fatto salvo quanto previsto dal Piano Stralcio approvato ai sensi dell'art. 4, comma 5 della L. 21 gennaio 1995, n. 22 "Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione" e fino all'approvazione del P.A.I. citato, la realizzazione di ulteriori nuove opere di regimazione e di difesa é consentita soltanto in casi di necessità, urgenza e indifferibilità.
2. Nel caso in cui gli interventi di sistemazione dell'alveo prevedano, unitamente o meno alla realizzazione di opere, l'asportazione di materiali inerti dall'alveo inciso o di piena, il progetto deve contenere anche la quantificazione dei volumi di materiale da estrarre. Qualora gli interventi non siano a carattere locale ma estesi a un tratto di dimensioni significative e comportino l'asportazione di quantità rilevanti di materiali inerti, il progetto di intervento deve valutare le condizioni di assetto morfologico, idraulico, naturalistico e paesaggistico dell'intero tronco interessato, con particolare riferimento al bilancio del trasporto solido interessante il tronco stesso.

ART. 19 INTERVENTI DI RINATURAZIONE

1. Nelle Fasce A e B e in particolare nella porzione non attiva dell'alveo inciso sono favoriti gli interventi finalizzati al mantenimento ed ampliamento delle aree di esondazione, la riattivazione o la ricostruzione di ambienti umidi, il ripristino e l'ampliamento delle aree a vegetazione spontanea.
2. Gli interventi devono assicurare la compatibilità con l'assetto delle opere idrauliche di difesa, la riqualificazione e la protezione degli ecosistemi relittuali, degli habitat esistenti e delle aree a naturalità elevata e la ridotta incidenza sul bilancio del trasporto solido del tronco fluviale interessato; qualora preveda l'asportazione di materiali inerti dall'alveo inciso o di piena, il progetto deve contenere la quantificazione dei volumi di materiale da estrarre.

3. Nell'ambito delle finalità di cui al comma precedente, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, anche su proposta delle Amministrazioni competenti, delibera Programmi triennali di intervento ai sensi dell'art. 21 e segg., della L. 18 maggio 1989, n. 183.
4. L'Autorità di Bacino del Fiume Po approva una direttiva tecnica concernente i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni per gli interventi di rinaturazione e del loro monitoraggio e di formulazione dei Programmi triennali.
5. Al fine di valutare gli effetti e l'efficacia degli interventi programmati, l'Autorità di Bacino del Fiume Po predispone il monitoraggio degli interventi di rinaturazione effettuati nell'ambito territoriale del P.S.F.F. di cui all'art. 2.
6. Il monitoraggio potrà avere ad oggetto anche il controllo di singole fasi operative agli effetti della valutazione delle interazioni delle azioni programmate con il sistema fluviale interessato, anche per un eventuale adeguamento e miglioramento del Programma sulla base dei risultati progressivamente acquisiti e valutati.

ART. 20 INTERVENTI NELL'AGRICOLTURA E PER LA GESTIONE FORESTALE

1. Le zone ad utilizzo agricolo e forestale all'interno delle Fasce A e B sono qualificate come zone sensibili dal punto di vista ambientale ai sensi delle vigenti disposizioni dell'U.E., e possono essere soggette alle priorità di finanziamento previste a favore delle aziende agricole insediate in aree protette da programmi regionali attuativi di normative ed iniziative comunitarie, nazionali e regionali, finalizzati a ridurre l'impatto ambientale delle tecnologie agricole e a migliorare le caratteristiche delle aree coltivate.
2. Le aree comprese nelle Fasce A e B possono essere considerate prioritarie per le misure di intervento volte a ridurre la quantità di fertilizzanti, fitofarmaci e altri presidi chimici; a favorire l'utilizzazione forestale, con indirizzo a bosco, dei seminativi ritirati dalla coltivazione ed a migliorare le caratteristiche naturali delle aree coltivate.
3. Nell'ambito delle finalità di cui ai commi precedenti, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, anche in riferimento ai programmi triennali, e su eventuale proposta delle Amministrazioni competenti, emana criteri ed indirizzi per programmare le azioni che possono avere l'obiettivo di ridurre o annullare la lavorazione del suolo in determinati territori interessati dal P.S.F.F., la riduzione o l'esclusione di determinati interventi irrigui, la riconversione dei seminativi in prati permanenti o pascoli, la conservazione degli elementi del paesaggio agrario, la cura dei terreni agricoli e forestali abbandonati. Per l'attuazione di singoli interventi programmati, l'Autorità di Bacino del Fiume Po può deliberare convenzioni di attuazione ai sensi di quanto previsto all'art. 10.

ART. 21 INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DI INFRASTRUTTURE PUBBLICHE O DI INTERESSE PUBBLICO

1. All'interno della Fascia A e B é consentita la realizzazione di nuove opere pubbliche in competenza degli organi statali, regionali o degli altri enti territoriali e quelle di interesse pubblico a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali che possono aver luogo nelle fasce, costituendo significativo ostacolo al deflusso, e non limitino in modo significativo la capacità di invaso. I progetti devono essere corredati da uno studio che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni. Gli interventi e gli studi sono sottoposti all'Autorità Idraulica competente ai fini dell'espressione di parere di compatibilità rispetto al Piano di Bacino o ai suoi stralci.

L'Autorità di Bacino del Fiume Po emana ed aggiorna direttive tecniche concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni sulla base dei quali predisporre gli studi di compatibilità e individuare gli interventi a maggiore criticità in termini di impatto sull'assetto delle rete idrografica da sottoporre a specifico parere dell'Autorità di Bacino stessa.

Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino del Fiume Po (deliberazione del Comitato Istituzionale n. 9 del 10.05.95: PS45, Norme di attuazione - 7.9.2.4. "Norme per gli attraversamenti interferenti con la rete idrografica").

ART. 22 INTERVENTI URBANISTICI E INDIRIZZI ALLA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

1. I territori delle Fasce A e B individuati dal P.S.F.F., sono soggetti ai seguenti speciali vincoli e alle limitazioni che seguono per le ragioni di difesa del suolo e di tutela idrogeologica perseguite dal Piano stesso:

a) le aree non edificate ed esterne al perimetro del centro edificato dei comuni, così come definito dalla successiva lett. c), sono destinate a vincolo speciale di tutela idrogeologica ai sensi dell'art. 5, comma 2, lett. a) della L. 17 agosto 1942, n. 1150;
b) alle aree esterne ai centri edificati, di cui ai commi precedenti, si applicano le norme delle Fasce A e B, di cui ai successivi commi 3 e 4;
c) per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che al momento dell'approvazione del P.S.F.F. siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

2. All'interno dei centri edificati, così come definiti dal precedente comma 1 lettera c), si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti; qualora all'interno dei centri edificati ricadano aree comprese nelle Fasce A e/o B, l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

3. Nei territori della Fascia A sono esclusivamente consentite le opere relative a interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti all'art. 31, lettere a), b), c) della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume e con interventi volti a mitigare la vulnerabilità dell'edificio.

4. Nei territori della Fascia B, sono inoltre esclusivamente consentite:

a) opere di nuova edificazione, di ampliamento e di ristrutturazione edilizia, comportanti anche aumento di superficie o volume, interessanti edifici per attività agricole e residenze rurali connesse alla conduzione aziendale, purché le superfici abitabili siano realizzate a quote compatibili con la piena di riferimento;
b) interventi di ristrutturazione edilizia interessanti edifici residenziali, comportanti anche sopraelevazione degli edifici con aumento di superficie o volume, non superiori a quelli potenzialmente allagabili, con contestuale dismissione d'uso di queste ultime;
c) interventi di adeguamento igienico-funzionale degli edifici esistenti, ove necessario, per il rispetto della legislazione in vigore anche in materia di sicurezza del lavoro connessi ad esigenze delle attività e degli usi in atto.

5. La realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, che possano limitare la capacità di invaso delle fasce fluviali, é soggetta ai procedimenti di cui al comma 1 del precedente art. 15.

ART. 23 PROCEDURE A FAVORE DELLA RILOCALIZZAZIONE DEGLI EDIFICI IN AREE A RISCHIO

I Comuni, anche riuniti in consorzio, in sede di formazione dei rispettivi P.R.G. o dei Piani particolareggiati e degli altri strumenti urbanistici attuativi, anche mediante l'adozione di apposite varianti agli stessi, possono individuare comprensori di aree destinate all'edilizia residenziale, alle attività produttive e all'edificazione rurale, nei quali favorire il trasferimento degli insediamenti siti nei territori delle Fasce A e B. Negli

strumenti di pianificazione esecutiva comunale tali operazioni di trasferimento sono dichiarate di pubblica utilità. I trasferimenti possono essere operati con convenzioni che assicurino le aree e i diritti edificatori già spettanti ai proprietari. I valori dei terreni espropriati ai fini della rilocalizzazione sono calcolati sulla base delle vigenti leggi in materia di espropriazione per pubblica utilità. Le aree relitte devono essere trasferite al demanio pubblico libere da immobili.

ART. 24 COMPATIBILITÀ DELLE ATTIVITÀ ESTRATTIVE

1. Fatto salvo quanto previsto dalle leggi regionali per la tutela del territorio, nei territori delle Fasce A e B le attività estrattive sono ammesse se individuate nell'ambito dei Piani di settore. Restano comunque escluse dalla possibilità di attività estrattive le aree del demanio fluviale.
2. I Piani di settore devono garantire che gli interventi estrattivi rispondano alle prescrizioni e ai criteri di compatibilità fissati nel P.S.F.F. In particolare deve essere assicurata l'assenza di interazioni negative con l'assetto delle opere idrauliche di difesa e con il regime delle falde freatiche presenti. I Piani di settore devono inoltre verificare la compatibilità delle programmate attività estrattive sotto il profilo della convenienza di interesse pubblico comparata con riferimento ad altre possibili aree di minore impatto ambientale. I medesimi Piani devono definire le modalità di ripristino delle aree estrattive e di manutenzione e gestione delle stesse a conclusione dell'attività. I Piani di settore delle attività estrattive, vigenti alla data di approvazione del P.S.F.F. devono essere adeguati alle norme del Piano medesimo.
3. Gli interventi estrattivi non possono portare a modificazioni indotte direttamente o indirettamente sulla morfologia dell'alveo attivo, devono mantenere o migliorare le condizioni idrauliche e ambientali della fascia fluviale.
4. I piani di settore devono essere corredati da uno studio di compatibilità idraulico-ambientale, relativamente alle previsioni ricadenti nelle Fasce A e B, e comunicati all'atto dell'adozione all'Autorità di Bacino del Fiume Po e all'Autorità idraulica competente.
5. In mancanza degli strumenti di pianificazione di settore e in via transitoria, per un periodo massimo di due anni dall'approvazione del P.S.F.F., é consentito procedere a eventuali ampliamenti delle attività estrattive esistenti, per garantire la continuità del soddisfacimento dei fabbisogni a livello locale, previa verifica della coerenza dei progetti con le finalità del P.S.F.F.
6. Nei territori delle Fasce A, B e C sono consentiti spostamenti degli impianti di trattamento dei materiali di coltivazione, nell'ambito dell'area autorizzata all'esercizio dell'attività di cava, limitatamente al periodo di coltivazione della cava stessa.
7. Ai fini delle esigenze di attuazione e aggiornamento del P.S.F.F., le Regioni attuano e mantengono aggiornato un catasto delle attività estrattive ricadenti nelle fasce fluviali con funzioni di monitoraggio e controllo. Per le cave ubicate all'interno delle fasce fluviali il monitoraggio deve segnalare eventuali interazioni sulla dinamica dell'alveo, specifici fenomeni eventualmente connessi al manifestarsi di piene che abbiano interessato l'area di cava e le interazioni sulle componenti ambientali.

12.5.) Norme per l'Area a rischio idrogeologico molto elevato

- L'area a rischio idrogeologico molto elevato (perimetrazione RME/267/01), delimitata nella tav.7, rientra tra quelle comprese nel Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato, denominato anche PS 267, approvato, ai sensi dell'art. 1, comma 1-bis del D.L. 11/06/1998, n. 180, convertito con modificazioni dalla L. 3/08/1998, n. 267, come modificato dal D.L. 13/05/1999, n. 132, coordinato con la legge di conversione 13/07/1999, n. 226, con deliberazione del C.I. n. 14/1999 del 20/10/1999.

- L'area a rischio idrogeologico molto elevato è stata individuata sulla base della valutazione dei fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, della relativa pericolosità e del danno atteso. Essa tiene conto sia delle condizioni di rischio attuale sia delle condizioni di rischio potenziale anche conseguente alla realizzazione delle previsioni contenute negli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica.

L'area a rischio idrogeologico molto elevato è stata perimetrata come:

ZONA 1: area instabile o che presenta un'elevata probabilità di coinvolgimento, in tempi brevi, direttamente dal fenomeno e dall'evoluzione dello stesso;

In tale area deve essere predisposto un sistema di monitoraggio finalizzato ad una puntuale definizione e valutazione della pericolosità dei fenomeni di dissesto, all'individuazione dei precursori di evento e dei livelli di allerta al fine della predisposizione dei piani di emergenza, di cui all'art. 1, comma 4, della L. 267/1998, alla verifica dell'efficacia e dell'efficienza delle opere eventualmente realizzate.

All'interno dell'area, essendo contrassegnata come ZONA 1 sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della L. 5/08/1978, n. 457, senza aumenti di superficie e volume, salvo gli adeguamenti necessari per il rispetto delle norme di legge;
- le azioni volte a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al consolidamento statico dell'edificio o alla protezione dello stesso;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria relativi alle reti infrastrutturali;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico e idraulico presente e per il monitoraggio dei fenomeni;
- la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle stato di dissesto in essere.

Per gli edifici ricadenti nella ZONA 1 già gravemente compromessi nella stabilità strutturale per effetto dei fenomeni di dissesto in atto sono esclusivamente consentiti gli interventi di demolizione senza ricostruzione e quelli temporanei volti alla tutela della pubblica incolumità.

Nella porzione di area perimetrata come ZONA I, esterna al centro edificato, sono esclusivamente consentiti:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, così come definiti alle lett. a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457, senza aumento di superficie o volume;
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità con riferimento alle caratteristiche del fenomeno atteso. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso;

- la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio, e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile. I progetti relativi agli interventi ed alle realizzazioni in queste aree dovranno essere corredati da un adeguato studio di compatibilità idraulica che dovrà ottenere l'approvazione dell'Autorità idraulica competente;
- gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29 ottobre 1999 n. 490 e successive modifiche e integrazioni, nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti;
- gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeolog ico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.

Per centro edificato, ai fini dell'applicazione delle presenti Norme, si intende quello di cui all'art. 18 della L. 22 ottobre 1971, n. 865, ovvero le aree che siano edificate con continuità, compresi i lotti interclusi ed escluse le aree libere di frangia. Laddove sia necessario procedere alla delimitazione del centro edificato ovvero al suo aggiornamento, l'Amministrazione comunale procede all'approvazione del relativo perimetro.

Nell'area della ZONA I interna al centro edificato si applicano le norme degli strumenti urbanistici generali vigenti, fatto salvo il fatto che l'Amministrazione comunale è tenuta a valutare, d'intesa con l'autorità regionale o provinciale competente in materia urbanistica, le condizioni di rischio, provvedendo, qualora necessario, a modificare lo strumento urbanistico al fine di minimizzare tali condizioni di rischio.

Il comune ha predisposto un progetto generale delle opere di riassetto che verrà realizzato a lotti. Allo stato attuale sono già state realizzate opere urgenti di messain sicurezza in alcuni settori, altre opere facenti parte del primo lotto sono in fase di progettazione esecutiva, e verranno prossimamente appaltate.

In conformità con la D.G.R. n. 2-11830/09 Allegato A, paragrafo 5.2.1, punto 2, (come richiesto nel parere ARPA Piemonte del 02-02-2010, protocollo 11111/04.07 B.BI.16/00034-2009), essendo in corso le opere di sistemazione, la modifica dell'area RME avverrà in un momento successivo all'approvazione dello strumento urbanistico e, pertanto attualmente viene confermata la perimetrazione RME così come perimetrata nel PAI; in termini di pericolosità viene individuata una classe IIIb nella "carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica" secondo la Circolare PGR 7/LAP/96 e s.m.i..

Tab. 1 TIPOLOGIE DI INTERVENTO NELLE VARIE CLASSI DI PERICOLOSITA'

	Aree esterne alle perimetrazioni di dissesto	Aree ricadenti all'interno di peri-metrazioni di dissesto a pericolosità medio-moderata (Fs – Em)	Aree ricadenti all'interno di perimetrazioni di dissesto a pericolosità elevata (Fq – Eb)	Aree ricadenti all'interno di peri-metrazioni di dissesto a pericolosità molto elevata (Fa – Ee)
I	a-b-c-d-e-f-g D.M. 14-01-08 (*)	----		
II	a-b-c-d-e-f-g prescrizioni geologiche			
IIIa-III non Differenziata (edifici isolati)	a-b-c-d Ammessi anche modesti ampliamenti e completamenti (suffragati da idonei studi geologici di fattibilità), nonché limitati incrementi del carico antropico, solo se strettamente legati alla attività agricola e se in assenza di alternative praticabili; non è in ogni caso ammessa la trasformazione della residenza in attività che comportino la presenza di addetti o pubblico.		a-b-c- Non è ammessa la realizzazione di nuovi edifici o pertinenze, ancorchè rurali; non sono ammessi incrementi di carico antropico; non è ammessa la trasformazione di volumi non residenziali in residenza; non è ammessa la trasformazione della residenza in attività che comportino la presenza di addetti o pubblico.	a
IIIb Senza opere di riassetto territoriale	a-b-c-d Non è ammessa la realizzazione di nuovi edifici o pertinenze, ancorchè rurali; non sono ammessi incrementi di carico antropico; non è ammessa la trasformazione di volumi non residenziali in residenza; non è ammessa la trasformazione della residenza in attività che comportino la presenza di addetti o pubblico.		a-b-c	a
IIIb Con opere di riassetto territoriale (e avvenuta minimizzazione del rischio)	a-b-c-d-e-f (vedi tabelle specifiche paragrafo 12.6) Con prescrizioni geologiche e manutenzione delle opere di riassetto		a-b-c (vedi tabelle specifiche paragrafo 12.6) Da valutare caso per caso la possibilità di d-e-f- con prescrizioni geologiche e manutenzione delle opere di riassetto	a-b-c (vedi tabelle specifiche paragrafo 12.6) Non ammessi incrementi di carico antropico e la trasformazione di volumi non residenziali in residenza; in ogni caso necessaria manutenzione delle opere di riassetto.
IIIc	Provvedimenti L.445 del 9/7/1908			

(*) il richiamo al D.M. 14-01-08 è da intendersi comunque valido in tutte le casistiche, anche laddove non esplicitato nella precedente tabella.

TIPI DI INTERVENTI EDILIZI (VEDI ANCHE CIRC. P.G.R. DEL PIEMONTE N.5/SG/URB DEL 27/4/1984

a) Manutenzione ordinaria
b) Manutenzione straordinaria ed adeguamento igienico-funzionale
c) Restauro e risanamento conservativo
d) Ristrutturazione edilizia
e) Ristrutturazione urbanistica
f) Ampliamenti e completamenti in aree parzialmente edificate
g) Nuovo impianto in aree inedificate

12.6.) Individuazione tipologica degli interventi di minimizzazione della pericolosità delle classi IIIb individuate in Tav. 7

Al fine di fornire indirizzi utili per gli interventi di minimizzazione della pericolosità e riassetto idrogeologico nell'ambito delle aree omogeneamente classificate III b, vengono di seguito fornite nella tabella seguente le linee guida relative alle indagini di progetto e alle tipologie di intervento.

N AREE IIIb	IDENTIFICAZIONE AREA IIIb	CARATTERI MORFOLOGICI	INDAGINI DI PROGETTO	TIPOLOGIE DI INTERVENTI DI RIASSETTO PREVEDIBILI	INTERVENTI VIETATI E/O PRESCRIZIONI
1	Area di fondovalle del rio Verzenasco in loc. C. Roggero-C. Saracco.	Area interessata da dissesto legato alla dinamica del reticolo idrografico minore; processo lineare di intensità molto elevata EeL	Studi geomorfologici e idrologico idraulici di detta-glio, verifica delle sezioni di deflusso con l'obiettivo di mantenere e migliorare la funzionalità idraulica.	Sistemazione idrogeologica di versante, eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde, adeguamento sezioni di deflusso, pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di riassetto sono consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo degli edifici, nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi, senza aumenti di superficie e volume.
2	Area di fondovalle del rio Viagirosa in loc. Loc. S.Anna	Aree pianeggianti ricadenti all'interno e/o al margine di ambiti EeA	Studi geomorfologici idrologico idraulici di dettaglio verifica delle sezioni di deflusso con l'obiettivo di migliorare la funzionalità idraulica	Manutenzione opere idrauliche esistenti , eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde adeguamento sezione di deflusso pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di riassetto sono consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo degli edifici; nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi e a migliorare la tutela della pubblica incolumità senza aumenti di superficie e volume, senza cambi di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo.
3	Area di fondovalle e ai piedi del versante lungo il rio Bicogno e Bonvicino in loc. Valdanzano e La Timida	Area ricadente parzialmente all'interno di un ambito EeA.	Studi geomorfologici idrologico idraulici di dettaglio verifica delle sezioni di deflusso.	Miglioramento della canalizzazione, eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde adeguamento sezione di deflusso pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di sistemazione idraulica ed idrogeologica sono consentiti in ambiti EeA e comunque per gli edifici all'interno della fascia di rispetto dei rii esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo; nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi e a

					migliorare la tutela della pubblica incolumità senza aumenti di superficie e volume, senza cambi di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo. All'esterno dell'area EeA e al di fuori delle fasce di rispetto sono ammesse, sempre a seguito della realizzazione delle opere di sistemazione, nuove edificazioni, ampliamenti, cambi di destinazione d'uso con aumento di carico antropico.
4	Area di fondovalle e ai piedi del versante lungo il rio Bonvicino in loc. La Timida	Area interessata da dissesto legato alla dinamica del reticolo idrografico minore; processo lineare di intensità molto elevata EeL	Studi geomorfologici e idrologico idraulici di detta-glio, verifica delle sezioni di deflusso con l'obiettivo di mantenere e migliorare la funzionalità idraulica.	Sistemazione idrogeologica di versante, eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde, adeguamento sezioni di deflusso, pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di riassetto sono consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo degli edifici, nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi, senza aumenti di superficie e volume.
5	Area nel concentrico lungo il rio Bicogno	Area ricadente all'interno di ambiti EeL e fasce di rispetto del rio Bicogno	Studi geomorfologici idrologico idraulici di dettaglio verifica delle sezioni di deflusso.	Manutenzione opere idrauliche esistenti , eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde adeguamento sezione di deflusso pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di sistemazione idraulica ed idrogeologica sono consentiti in ambiti EeA e comunque per gli edifici all'interno della fascia di rispetto dei rii esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo; nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi e a migliorare la tutela della pubblica incolumità senza aumenti di superficie e volume, senza cambi di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo. All'esterno dell'area EeA e al di fuori delle fasce di rispetto sono ammesse, sempre a seguito della realizzazione delle opere di sistemazione, nuove edificazioni, ampliamenti, cambi di destinazione d'uso con aumento di carico

					antropico.
6	Area nel concentrico (perimetrazione RME/267/01)	Margine superiore e piede del terrazzo morfologico del concentrico di Cassine.	Studi geologici, geomorfologici di dettaglio, indagini e monitoraggi finalizzati ad una puntuale definizione e valutazione dei fenomeni di dissesto, verifica delle condizioni di stabilità del versante.	Interventi volti a mitigare la pericolosità dell'area: opere di consolidamento, di sottofondazione, di sostegno, sistemazione idrogeologica di versante, disciplinamento delle acque di ruscellamento meteorico, di gronda e di scarico dei fabbricati, drenaggio dei terreni di copertura, azioni di tutela del suolo nei confronti dell'erosione e dei franamenti superficiali.	Sono esclusivamente consentiti: gli interventi di demolizione senza ricostruzione; gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, senza aumento di superficie o volume; - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità. Le sole opere consentite sono quelle rivolte al recupero strutturale dell'edificio o alla protezione dello stesso; - la manutenzione, l'ampliamento o la ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico riferiti a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché non concorrano ad incrementare il carico; - gli interventi volti alla tutela e alla salvaguardia degli edifici e dei manufatti vincolati ai sensi del D.Lgs. 29/10/99 n. 490 e succ. mod. e int., nonché di quelli di valore storico-culturale così classificati in strumenti di pianificazione urbanistica e territoriale vigenti; - gli interventi per la mitigazione del rischio idrogeologico presente e per il monitoraggio dei fenomeni.
7-8	Aree di versante in loc. Valguglioglio	Aree ricadenti in ambiti di dissesto di tipo prevalentemente composito, quiescenti.	Studi geologici, geomorfologici di dettaglio, indagini e monitoraggi finalizzati ad una puntuale definizione e valutazione dei fenomeni di dissesto, verifica delle	Opere di consolidamento, di sottofondazione, di sostegno, sistemazione idrogeologica di versante, disciplinamento delle acque di ruscellamento meteorico, di gronda e di scarico dei fabbricati, drenaggio dei terreni di copertura, azioni di tutela del suolo nei	A seguito della realizzazione delle opere di sistemazione e della verifica delle condizioni di stabilità sarà possibile la realizzazione di ampliamenti e completamenti

			condizioni di stabilità del versante	confronti dell'erosione e dei franamenti superficiali.	
9	Area di fondovalle in Loc. Arbicella	Area interessata da dissesto legato alla dinamica del reticolo idrografico minore; processo lineare di intensità molto elevata EeL	Studi geomorfologici e idrologico idraulici di detta-glio, verifica delle sezioni di deflusso con l'obiettivo di mantenere e migliorare la funzionalità idraulica.	Sistemazione idrogeologica di versante, eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde, adeguamento sezioni di deflusso, pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di riassetto sono consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo degli edifici, nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi, senza aumenti di superficie e volume.
10	Area di fondovalle in Loc. Caneva	Area interessata da dissesto legato alla dinamica del reticolo idrografico minore; processo lineare di intensità molto elevata EeL	Studi geomorfologici e idrologico idraulici di detta-glio, verifica delle sezioni di deflusso con l'obiettivo di mantenere e migliorare la funzionalità idraulica.	Sistemazione idrogeologica di versante, eventuali opere di difesa, sistemazione idraulica delle sponde, adeguamento sezioni di deflusso, pulizia dell'alveo	A seguito della realizzazione degli interventi di riassetto sono consentiti esclusivamente interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria, di restauro e risanamento conservativo degli edifici, nonché gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli stessi, senza aumenti di superficie e volume.
11-12-13-14	Aree di versante in loc. S. Andrea e Masino	Aree ricadenti in ambiti caratterizzati da dissesti attivi.	Studi geologici, geo-morfologici di detta-glio, indagini e moni-toraggi finalizzati ad una puntuale defi-nizione e valutazione dei fenomeni di dissesto, verifica delle condizioni di stabilità del versante	Opere di consolidamento, di sottofondazione, di sostegno, sistemazione idrogeologica di versante, disciplinamento delle acque di ruscellamento meteorico, di gronda e di scarico dei fabbricati, drenaggio dei terreni di copertura, azioni di tutela del suolo nei confronti dell'erosione e dei franamenti superficiali	A seguito della realizzazione delle opere di sistemazione e della verifica delle condizioni di stabilità sarà possibile la realizzazione di opere di manutenzione ordinaria e straordinaria e cambi di destinazione d'uso senza aumento di carico antropico. In assenza di opere di mitigazione della pericolosità è ammessa solo manu-tenzione ordinaria
15-16-17-18	Aree di versante in loc. Valtignosa, Castellazzina e Andisio	Aree ricadenti in ambiti di dissesti quiescenti.	Studi geologici, geo-morfologici di detta-glio, indagini e monitoraggi finalizzati ad una puntuale definizione e valuta-zione dei fenomeni di dissesto, verifica delle condizioni di stabilità	Opere di consolidamento, di sottofondazione, di sostegno, sistemazione idrogeologica di versante, disciplinamento delle acque di ruscellamento meteorico, di gronda e di scarico dei fabbricati, drenaggio dei terreni di copertura, azioni di tutela del suolo nei confronti dell'erosione e dei	A seguito della realizzazione delle opere di sistemazione e della verifica delle condizioni di stabilità sarà possibile la realizzazione di ampliamenti e completamenti

			del versante	franamenti superficiali	
19-20-21	Aree di versante in loc. Caranzano - Guerrinotti	Aree prossimali a dissesti quiescenti.	Studi geologici, geomorfologici di dettaglio, indagini e monitoraggi finalizzati ad una puntuale definizione e valutazione dei fenomeni di dissesto, verifica delle condizioni di stabilità del versante	Opere di consolidamento, di sottofondazione, di sostegno, sistemazione idrogeologica di versante, disciplinamento delle acque di ruscellamento meteorico, di gronda e di scarico dei fabbricati, drenaggio dei terreni di copertura, azioni di tutela del suolo nei confronti dell'erosione e dei franamenti superficiali	A seguito della realizzazione delle opere di sistemazione e della verifica delle condizioni di stabilità sarà possibile la realizzazione di ampliamenti e completamenti
22-23	Aree di versante in loc. S. Andrea	Aree ricadenti in ambiti di dissesto di tipo composito e di colamento, quiescenti.	Studi geologici, geomorfologici di dettaglio, indagini e monitoraggi finalizzati ad una puntuale definizione e valutazione dei fenomeni di dissesto, verifica delle condizioni di stabilità del versante	Opere di consolidamento, di sottofondazione, di sostegno, sistemazione idrogeologica di versante, disciplinamento delle acque di ruscellamento meteorico, di gronda e di scarico dei fabbricati, drenaggio dei terreni di copertura, azioni di tutela del suolo nei confronti dell'erosione e dei franamenti superficiali.	A seguito della realizzazione delle opere di sistemazione e della verifica delle condizioni di stabilità sarà possibile la realizzazione di ampliamenti e completamenti
24	Piana alluvionale F. Bormida, nelle loc. Gavonata.	Aree pianeggianti ricadenti a tergo della fascia B di Progetto del P.S.F.F.	Studi geomorfologici idrologico idraulici di dettaglio verifica delle sezioni di deflusso con l'obiettivo di migliorare la funzionalità idraulica.	Realizzazione e completamento interventi in progetto, manutenzione opere idrauliche esistenti, sistemazione idraulica delle sponde adeguamento sezione di deflusso pulizia dell'alveo.	Sono realizzabili opere di nuova edificazione, amplia-mento, ristrutturazione edilizia, condizionando l'edifica-zione di nuove costruzioni e l'abitabilità dei piani terra al completamento delle opere di difesa in progetto. E' consentito inoltre il cambio di destinazione d'uso per i piani superiori, mentre è escluso per i piani terra fino alla avvenuta realizzazione delle opere. Non è consentita in nessun caso la realizzazione di piani interrati.

13.) TUTELA DEL TERRITORIO COLLINARE

In rapporto all'assetto geomorfologico e alla situazione geologico tecnica del settore collinare è opportuno, per una tutela geostatica idrogeologica e paesaggistica del territorio, adottare cautele e limitazioni.

Particolare attenzione dovrà essere rivolta agli interventi che comportino l'esecuzione di scavi: la realizzazione degli stessi dovrà essere subordinata ad uno studio di stabilità che definisca il grado di sicurezza e indichi le eventuali modalità di contenimento e di sostegno.

Sulla base delle caratteristiche geologiche e geologico - tecniche dei terreni, tenuto conto dell'aspetto naturalistico e del paesaggio, è opportuno contenere i punti di scavo o riporto a quanto documentatamente indispensabile per la realizzazione degli interventi ammessi dal P.R.G.I., condizione che dovrà essere attentamente vagliata in sede di rilascio delle singole concessioni edilizie, in ogni caso, l'altezza dei punti in oggetto non dovrà superare i 4 - 5 m.

In particolare, nelle aree interessate da frane recenti e/o antiche, gli interventi dovranno essere finalizzati alla stabilizzazione dei terreni.

Sarà favorito il recupero boschivo di aree marginali con specie arboree ed arbustive indigene che, sia sotto il profilo geo - pedologico che climatico, ben si prestano al rapido sviluppo e contribuiscono alla ripresa degli aspetti naturali del paesaggio.

Ai sensi e per i fini di quanto previsto all'art. 91 quater L.R. 56/77 modificata, in particolare per preservare o ricostituire le risorse del suolo coltivabile, l'Amministrazione potrà:

a) individuare le aree incolte, a bassa o nulla fertilità, o suscettibili di bonifica o miglioramento;

b) trasferire su dette aree eventuali strati di terreni agricoli esportabili dalle aree soggette ad interventi edificatori, infrastrutturali o di urbanizzazioni primarie.

In considerazione degli aspetti geomorfologici delle zone in dissesto, tenuto conto delle caratteristiche idrogeologiche e litotecniche dei terreni e del relativo substrato, la diminuzione della pericolosità geomorfologica potrà essere attuata attraverso una sistemazione dell'area in dissesto mediante:

- opere di sostegno e contenimento del terreno.
- consolidamento e sottofondazione di eventuali fabbricati presenti.
- sistemazione idrogeologica di versante
- monitoraggio e controllo delle condizioni di stabilità.

La scelta tipologica delle opere di sostegno dovrà essere effettuata in funzione della natura del terreno da contenere e delle caratteristiche del terreno di fondazione, sulla base dei risultati di specifiche indagini geognostiche.
Particolare attenzione dovrà essere posta nelle scelte fondazionali, nella realizzazione degli scavi e nella verifica della loro stabilità.

Per quanto attiene il consolidamento di fabbricati presenti all'interno di aree franose (Classe IIIb) potrà essere valutata l'opportunità di rilocalizzare su aree a minore pericolosità (Classe II) oppure, se da analisi costi-benefici risulterà compatibile un completo recupero, potranno essere effettuate le necessarie opere di sottofondazione e consolidamento.

La natura dei terreni e le caratteristiche dei substrati rendono opportuno generalmente l'impiego di sottofondazione con micropali e trave di collegamento, per il trasferimento dei carichi di fondazione al substrato.

I micropali potranno essere perforati attraverso le vecchie fondazioni alternativamente dall'esterno e dall'interno con inclinazione di circa 10° e disposizione "a cavalletto"; oppure solo dal lato esterno con la realizzazione di una apposita trave di sottofondazione e tirante.

La disposizione "a cavalletto" con inclinazione di circa 10 gradi dall'interno verso l'esterno e, viceversa, dall'esterno verso l'interno rappresenta la tecnica più razionale di consolidamento sotto il profilo strutturale e, normalmente, comporta la messa in opera di un numero inferiore di micropali rispetto all'attacco dal solo lato esterno; essa richiede, però, l'accessibilità delle perforatrici anche all'interno del fabbricato e impone l'uso di macchine di ridotte dimensioni.

L'esecuzione dei micropali solo dall'esterno, pur essendo più agevole per quanto riguarda l'accessibilità, richiederà un maggiore impegno costruttivo; in particolare, sarà indispensabile la realizzazione a setti di una trave in c.a. di sottofondazione che oltre ad inglobare la base della fondazione esistente e i micropali di appoggio dovrà ancorare anche i micropali di trazione, necessari per il bilanciamento degli sforzi di taglio.

I micropali dovranno essere dimensionati in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni e dei carichi strutturali presenti.

Per quanto attiene le fondazioni di nuovi edifici, tenuto conto delle caratteristiche litotecniche dei terreni, potrà risultare favorevole sotto il profilo tecnico-economico l'impiego di pali trivellati a medio-grande in alternativa ai micropali. Particolare attenzione dovrà essere posta in presenza di falda idrica per assicurare la stabilità del preforo, e la corretta esecuzione del getto.

Per ovviare ai problemi di instabilità dei terreni di copertura lungo il versante dovrà essere attuata una attenta sistemazione idrogeologica comprendente:

1) regolarizzazione e rimodellamento del versante con livellamento del terreno e sistemazione dei tratti in contropendenza, inerbimento.
2) realizzazione di trincee drenati lungo il pendio per il controllo e l'allontanamento delle acque di imbibizione a seguito di intense e prolungate precipitazioni meteoriche.
3) ripristino e completamento della rete di fossi di scolo per il controllo delle acque di ruscellamento meteorico lungo il versante.
4) canalizzazione e allontanamento delle acque di gronda, di scarico di eventuali fabbricati presenti.

Le condizioni di stabilità dei versanti in frana dovranno essere verificate nel tempo attraverso un sistema di monitoraggio costituito da caposaldi topografici e da inclinometri installati in fori di sondaggio.

I controlli dovranno essere estesi per un congruo periodo di osservazione con inizialmente almeno 3 letture/anno, eventualmente riducibili successivamente in relazione ai parametri osservati.

I caposaldi topografici dovranno essere posizionati in modo ben visibile, profondamente infissi e cementati nel terreno, protetti da urti accidentali.

Il tubo inclinometrico, installato in foro di sondaggio, data la sua alta deformabilità, seguirà nel tempo eventuali movimenti del terreno senza opporre resistenza, consentendo, attraverso l'introduzione di apposita sonda, di localizzare e rilevare gli spostamenti.

14.) DOCUMENTAZIONE GEOLOGICO TECNICA A CORREDO DI NUOVI INTERVENTI PREVISTI DAL P.R.G.I. NELLE VARIE PARTI DEL TERRITORIO

14.1.) Aree interessate da elementi di pericolosità derivanti da problemi di carattere geostatico e/o di versante

Dovranno essere presenti i seguenti elaborati ai sensi del D.M. 14-01-08:

A) Relazione geologica che dovrà riportare:

1) Assetto litostratigrafico della zona di intervento, con definizione, origine e natura dei litotipi presenti e del loro stato di alterazione, fratturazione e degradabilità;
2) Descrizione dei lineamenti geomorfologici della zona, nonché degli eventuali processi morfologici, dei dissesti in atto o potenziali;
3) Analisi delle condizioni idrogeologiche.

Elaborati cartografici:

Carte e sezioni geologiche, ed eventuali elaborati utili a rappresentare le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche (es. carta geomorfologica dei dissesti, ecc.).

B) Relazione geotecnica contenente:

1) Programma indagini geognostiche - geotecniche.
La tipologia delle indagini e le modalità di esecuzione dovranno essere conformi alle *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche pubblicate a cura dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.)"*.
2) Risultati delle indagini con giudizio di affidabilità in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto.
3) Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo.
4) Calcoli geotecnici relativi alle varie problematiche di progetto quali stabilità del versante e dei fronti di scavo, opere di fondazione, eventuali opere di sostegno, consolidamenti, drenaggi, ecc.
5) Eventuali prescrizioni esecutive attinenti la realizzazione delle opere.

Documentazione da allegare:

Planimetria indagini geognostiche - geotecniche.
Tabulati di indagine geotecniche, stratigrafie sondaggi, prove penetrometriche ecc.
Verifiche geostatiche, tabulati calcolo e sezioni.

Le relazioni geologica e geotecnica devono essere reciprocamente coerenti.

14.2.) Aree interessate da elementi di pericolosità derivanti da prolungato ristagno delle acque meteoriche e allagamenti a bassa energia

Dovranno essere presenti i seguenti elaborati ai sensi del D.M. 14-01-08:

A) Relazione geologica che dovrà riportare:

1) Assetto litostratigrafico della zona di intervento, con definizione origine e natura dei litotipi presenti e del loro stato di alterazione, fratturazione e degradabilità.
2) Descrizione dei lineamenti geomorfologici della zona, nonché degli eventuali processi morfologici. e problematiche legate al reticolo idrografico.
3) Analisi delle condizioni idrogeologiche generali con rilevazione della piezometria e dei principali parametri idrogeologici.
4) Studio idrologico e definizione della quota di imposta dell'intervento in relazione alla situazione topografica locale.

Elaborati cartografici:

Carte e sezioni geologiche, e ulteriori elaborati utili a rappresentare le caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche (es. carta geomorfologica, carta delle isopiezometriche, carta della soggiacenza, ecc.).

B) Relazione geotecnica contenente:

1) Programma indagini geognostiche - geotecniche.
La tipologia delle indagini e le modalità di esecuzione dovranno essere conformi alle *"Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche pubblicate a cura dell'Associazione Geotecnica Italiana (A.G.I.)"*.
2) Risultati delle indagini con giudizio di affidabilità in relazione alle finalità da raggiungere con il progetto.
3) Caratterizzazione geotecnica del sottosuolo.
4) Calcoli geotecnici relativi alle varie problematiche di progetto quali stabilità degli scavi, opere di fondazione, eventuali opere di sostegno, ecc.
5) Eventuali prescrizioni esecutive attinenti la realizzazione delle opere.

Documentazione da allegare:

Planimetria indagini geognostiche - geotecniche.
Tabulati di indagine geotecniche, stratigrafie sondaggi, prove penetrometriche ecc.

Le relazioni geologica e geotecnica devono essere reciprocamente coerenti.