



## **CENTRO METEOROLOGICO DI TEOLO**

# **PRECIPITAZIONI INTENSE IN PROVINCIA DI VENEZIA E INDIVIDUAZIONE DI SOGLIE PLUVIOMETRICHE CRITICHE A SUPPORTO DELLE EMERGENZE IDROPLUVIOMETRICHE**

**Convenzione tra ARPAV Centro Meteorologico di Teolo e Provincia di Venezia  
Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio del 1 febbraio 2005, nell'ambito  
del Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione (L.n°225/92) e del Piano  
Provinciale di Emergenza (D. Lgs. n° 112/98).**

**Autori:**

**Dott. Adriano Barbi - ARPAV Centro Meteorologico di Teolo**

**Dott. Marco Monai - ARPAV Centro Meteorologico di Teolo**

**Dott.ssa Roberta Racca – Provincia di Venezia – Servizio Protezione Civile**

# **CENTRO METEOROLOGICO DI TEOLO**

## **PRECIPITAZIONI INTENSE IN PROVINCIA DI VENEZIA E INDIVIDUAZIONE DI SOGLIE PLUVIOMETRICHE CRITICHE A SUPPORTO DELLE EMERGENZE IDROPLUVIOMETRICHE**

### **INDICE**

|            |                                                                                           |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>PREMESSA ED OBIETTIVI DELLO STUDIO</b>                                                 | <b>3</b>  |
| <b>2</b>   | <b>INTRODUZIONE</b>                                                                       | <b>4</b>  |
| <b>3</b>   | <b>LE SOGLIE PLUVIOMETRICHE</b>                                                           | <b>5</b>  |
| <b>3.1</b> | <b>La Direttiva del P.C.M. del 27/02/04 (G.U. n. 59 del 11/03/04)</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Modello concettuale di determinazione delle soglie pluviometriche.</b>                 | <b>6</b>  |
| <b>4</b>   | <b>DATI E INFORMAZIONI DISPONIBILI</b>                                                    | <b>7</b>  |
| <b>4.1</b> | <b>Gli eventi di precipitazioni intense in Provincia di Venezia nel periodo 1992-2004</b> | <b>7</b>  |
| <b>4.2</b> | <b>Stima dei tempi di ritorno</b>                                                         | <b>8</b>  |
| <b>4.3</b> | <b>Il Progetto AVI</b>                                                                    | <b>9</b>  |
| <b>4.4</b> | <b>Altre fonti informative</b>                                                            | <b>11</b> |
| <b>4.5</b> | <b>Database per l'archivio dati</b>                                                       | <b>11</b> |
| <b>5</b>   | <b>ANALISI DEGLI EVENTI PLUVIOMETRICI ED EFFETTI AL SUOLO</b>                             | <b>14</b> |
| <b>6</b>   | <b>DETERMINAZIONE DELLE SOGLIE PLUVIOMETRICHE</b>                                         | <b>18</b> |
| <b>7</b>   | <b>CONCLUSIONI</b>                                                                        | <b>20</b> |
| <b>8</b>   | <b>BIBLIOGRAFIA E FONTI DATI</b>                                                          | <b>21</b> |

## **1 Premessa ed obiettivi dello studio**

Il presente studio rappresenta la continuazione del lavoro svolto per la Provincia di Venezia riguardante la caratterizzazione degli eventi pluviometrici intensi (ARPAV Centro Meteorologico di Teolo-Provincia di Venezia, 2005), nel quale si sono analizzate, in termini di valori e di distribuzione spazio-temporale, sia le precipitazioni massime annue che quelle superiori ad una determinata soglia giornaliera, registrate tra il 1992 e il 2004 in Provincia di Venezia e nei territori limitrofi. Uno dei principali risultati dello studio è stato la redazione di un elenco dei maggiori eventi pluviometrici occorsi, realizzato per ognuna delle tre zone omogenee in cui è stato suddiviso il territorio, distinti per durata dell'evento e classificati in termini di loro frequenza probabile tramite stima del tempo di ritorno.

Le informazioni così desunte hanno rappresentato la base di partenza per lo sviluppo del presente lavoro il cui scopo è quello di identificare dei valori di soglia pluviometrica ai fini del rischio idrogeologico ed idraulico. Tali valori sono stati ottenuti tramite l'incrocio con ulteriori dati informativi relativi ad eventuali criticità al suolo registrate nello stesso periodo, forniti dai diversi enti competenti sul territorio. I valori di soglia così individuati possono essere utilizzati operativamente quali precursori ed indicatori del probabile manifestarsi di eventi idrogeologici critici per il territorio, nell'ambito di un sistema di allertamento a fini di Protezione Civile a livello provinciale, in linea con quanto indicato nella recente Direttiva del P.C.M del 27/02/2004 (G.U. n.59 del 11/03/2004) per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico.

## 2 Introduzione

Le precipitazioni rappresentano un indicatore fondamentale nell'insorgenza del rischio idrogeologico ed idraulico. Negli ultimi anni e specialmente con l'emanazione degli indirizzi operativi contenuti nella citata Direttiva del P.C.M. del 27/02/2004, sia a livello scientifico che a livello più operativo, si sono sviluppati diversi studi e procedure basate su approcci di tipo causa-effetto allo scopo di identificare dei valori di soglia pluviometrica quali indicatori di pericolosità per il preannuncio di eventi critici per il rischio idrogeologico ed idraulico. Tale approccio può sembrare semplicistico e sicuramente limitativo in quanto l'ipotesi è quella di effettuare una previsione del rischio senza una comprensione diretta ed approfondita della natura del fenomeno; ciononostante, per esperienze acquisite a livello nazionale, tale metodologia rappresenta ormai uno strumento riconosciuto valido e speditivo, specie in fenomeni ripetitivi come nel caso di eventi idropluviometrici che in un certo territorio con determinate caratteristiche meteo-climatiche, si manifestano con una certa regolarità, con maggiore o minore intensità e con meccanismi simili, determinando effetti al suolo di norma confrontabili. Tra le prime in Italia, la Regione Piemonte già alla fine degli anni settanta evidenziava lo stretto rapporto tra eventi meteorologici e fenomeni di dissesto in una relazione causa-effetto sulla cui base poter impostare delle procedure di previsione con finalità di allertamento (ARPA Piemonte, 2005, pagg. 216-219). In Piemonte gli eventi alluvionali del 1993 e 1994 hanno dimostrato l'utilità e l'efficacia dell'approccio: gli eventi sono stati previsti correttamente nella loro complessità spazio-temporale ed i quantitativi valutati coerentemente con le soglie di innesco dei fenomeni (ARPA Piemonte, 2005, pagg. 216-219). In anni più recenti oltre alla regione Piemonte anche in Emilia Romagna e in Calabria sono state applicate le stesse metodologie concettuali di tipo causa-effetto volte alla definizione di soglie pluviometriche per rischio idrogeologico ed idraulico portando a risultati soddisfacenti e confrontabili e tali da essere presi come generale riferimento, ma suscettibili di approfondimento e di ulteriori verifiche, da parte del Dipartimento di Protezione Civile Nazionale, nell'ambito del sistema di allertamento nazionale e regionale ai fini di protezione civile per tali tipologie di rischio.

### 3 Le soglie pluviometriche

Con il termine di soglia si indica un valore minimo o massimo di una certa quantità necessaria per innescare un processo o un cambiamento (White et al., 1996); una soglia minima è il livello inferiore sotto il quale il fenomeno non dovrebbe accadere e una soglia massima rappresenta il livello sopra il quale il processo dovrebbe sempre avvenire. Secondo un approccio di tipo empirico la possibilità di definire delle soglie pluviometriche prevede che siano disponibili informazioni storiche sia in relazione ai fenomeni di instabilità/dissesto che ai valori di precipitazione. Una metodologia comunemente usata per la determinazione di soglie pluviometriche, associate specificatamente all'innescamento di fenomeni franosi, consiste nell'identificazione di relazioni tra le variabili precipitazione-durata che dividono il campo di stabilità rispetto a quello di instabilità a partire da eventi franosi in cui sia nota la precipitazione e l'ora di innescamento. Per la stima di soglie pluviometriche associate a fenomeni di esondazioni dei corsi d'acqua si può invece ricorrere a simulazione numeriche attraverso un modello idrologico che simuli i processi fisici che determinano la risposta del bacino in considerazione; una volta tarato e validato il modello può essere utilizzato all'inverso ovvero valutando le precipitazioni in grado di generare una portata al colmo ritenuta critica.

Il presente studio, riguardando il territorio della provincia di Venezia ed escludendo il rischio idraulico connesso ai grandi fiumi che lo attraversano, affronta in particolare l'individuazione di soglie pluviometriche associate a fenomeni di allagamenti puntuali, legati sostanzialmente alla rete idrografica minore (canali consortili, rete di scolo delle acque urbane) in cui può essere utilizzata la stessa metodologia applicata per i fenomeni franosi, anch'essi fenomeni di tipo puntuale (ARPA Piemonte, 2004). In tal caso la relazione causa-effetto, tra precipitazione e allagamento, può considerarsi valida a livello puntuale o quanto meno per aree relativamente ristrette (al massimo qualche decina di Km<sup>2</sup>).

#### 3.1 La Direttiva del P.C.M. del 27/02/04 (G.U. n. 59 del 11/03/04)

La direttiva detta gli indirizzi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini della Protezione Civile.

In particolare la direttiva prevede che ciascuna Regione identifichi, sul proprio territorio, adeguate grandezze e relativi valori (*soglie*), quali precursori ed indicatori del probabile manifestarsi di prefigurati scenari d'evento.

Compito della Regione è definire, per ogni tipologia di rischio, un insieme di soglie articolate su tre livelli di ordinaria, moderata ed elevata criticità. Ad ogni livello di criticità la Regione deve poi fare

ARPAV- C.M.T.      Precipitazioni intense in provincia di Venezia e individuazione di soglie pluviometriche critiche a supporto delle emergenze idropluviometriche      5

---

corrispondere i livelli di allerta del Sistema della Protezione Civile che verranno attivati progressivamente ai vari livelli territoriali (nazionale, regionale, provinciale e comunale).

Poiché lo scenario d'evento previsto, monitorato e sorvegliato nel tempo reale, potrebbe manifestarsi in modo ben differente da quanto descritto dal relativo prefigurato scenario d'evento, i valori assunti nel sistema di soglie, nonché i relativi livelli di criticità, devono precauzionalmente ed adeguatamente includere una quota di "non conoscenza", cioè di incertezza nella valutazione dei prefigurati scenari di rischio, da associare alle stime fatte in tale ambito valutativo.

### **3.2 Modello concettuale di determinazione delle soglie pluviometriche.**

Secondo la metodologia individuata dalla Regione Piemonte, le soglie pluviometriche si ricavano utilizzando un sistema semplificato in cui la soglia pluviometrica (SP) è funzione di un limitato numero di parametri riconducibili a:

- durata della precipitazione (D),
- tempo di ritorno relativo a ciascun livello di pericolosità H (TrH),
- estensione areale dei processi attesi (A)
- stato idrologico (I).

Il modello per la determinazione delle SP è un modello concettuale nel quale il tempo di ritorno Tr rappresenta il parametro di taratura; in altre parole le soglie pluviometriche, associate a ciascun livello di pericolosità, saranno determinate a posteriori, una volta stimati i valori dei tempi di ritorno caratteristici per i diversi livelli di criticità in cui si vogliono suddividere le soglie pluviometriche. Secondo la metodologia applicata dalla Regione Piemonte la taratura del tempo di ritorno caratteristico e quindi delle soglie pluviometriche associate, potrà eseguirsi in modo tale da minimizzare il numero dei mancati allarmi (MA) e dei falsi allarmi (FA) ove per MA si intende la situazione in cui a fronte di un danno, la precipitazione associata non supera la soglia pluviometrica mentre è definito FA il verificarsi del superamento della soglia senza alcun effetto sul territorio.

I parametri sopraelencati sono legati tra loro da una funzione denominata *funzione obiettivo* di seguito illustrata:

$$F = p_1 * MA_{(Tr)} + p_2 * FA_{(Tr)}$$

La scelta dei pesi  $p_1$  e  $p_2$  della *funzione obiettivo* è legata a valutazioni di tipo socio-economico improntate alla taratura del sistema di allertamento ai fini della Protezione Civile: un MA determina infatti un ritardo nell'attivazione delle procedure di emergenza e quindi una riduzione dell'efficacia delle azioni di salvaguardia per i beni e soprattutto per la pubblica incolumità. Un FA, al contrario, ARPAV- C.M.T. Precipitazioni intense in provincia di Venezia e individuazione di soglie pluviometriche critiche a supporto delle emergenze idropluviometriche

non comporta un danno diretto, ma un costo sociale legato all'attivazione dell'intero Sistema di Protezione Civile e contribuisce a diminuire l'efficacia dell'allertamento.

Con riferimento a fenomeni con estensione areale di tipo puntuale, legati essenzialmente alla rete idrografica minore, le soglie pluviometriche sono da riferirsi al punto/stazione e quindi sono da considerarsi soglie puntuali.

Lo stato idrologico (I) viene introdotto per tenere conto della dipendenza dei processi idrologici e idrogeologici dallo stato del sistema ovvero dal grado di saturazione dei suoli. Nella valutazione dello stato idrologico si è utilizzato nel presente studio l'indice AMC (*Antecedent Moisture Condition*) del *Soil Conservation Service* (SCS, 1972) che classifica lo stato idrologico dei suoli in base alle piogge dei 5 giorni precedenti l'evento e alla stagione (periodo vegetativo o non vegetativo). Di seguito si riportano in tabella i valori limite di piovosità proposti dal SCS ai fini della classificazione dello stato idrologico dei suoli.

| <b>Classificazione delle condizioni di umidità al suolo<br/>antecedenti secondo il metodo del SCS</b> |                               |                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| <b>Pioggia cumulata dei 5 giorni precedenti (mm)</b>                                                  |                               |                          |
| <b>Gruppo AMC</b>                                                                                     | <b>Periodo<br/>vegetativo</b> | <b>Riposo vegetativo</b> |
| <b>I (secco)</b>                                                                                      | < 35                          | <13                      |
| <b>II (umido)</b>                                                                                     | 35÷53                         | 13÷28                    |
| <b>III (molto umido)</b>                                                                              | 53                            | > 28                     |

(fonte: Soil Conservation Service, 1972)

## **4 Dati e informazioni disponibili**

### **4.1 Gli eventi di precipitazioni intense in Provincia di Venezia nel periodo 1992-2004**

L'analisi dei dati, relativa agli eventi di precipitazione intensa, fa riferimento alla rete regionale di stazioni al suolo appartenente all'ARPAV - Centro Meteorologico di Teolo (PD) e, per alcune stazioni confinanti, alla rete di stazioni gestite dall'Osservatorio Meteorologico della Regione Friuli Venezia-Giulia. Le stazioni della rete regionale coprono in modo soddisfacente il territorio della Provincia di Venezia, con serie storiche dotate di buona continuità temporale dal 1992. La figura 4.1 presenta la distribuzione delle stazioni meteorologiche in provincia di Venezia e nei territori limitrofi, utilizzate per il presente studio.

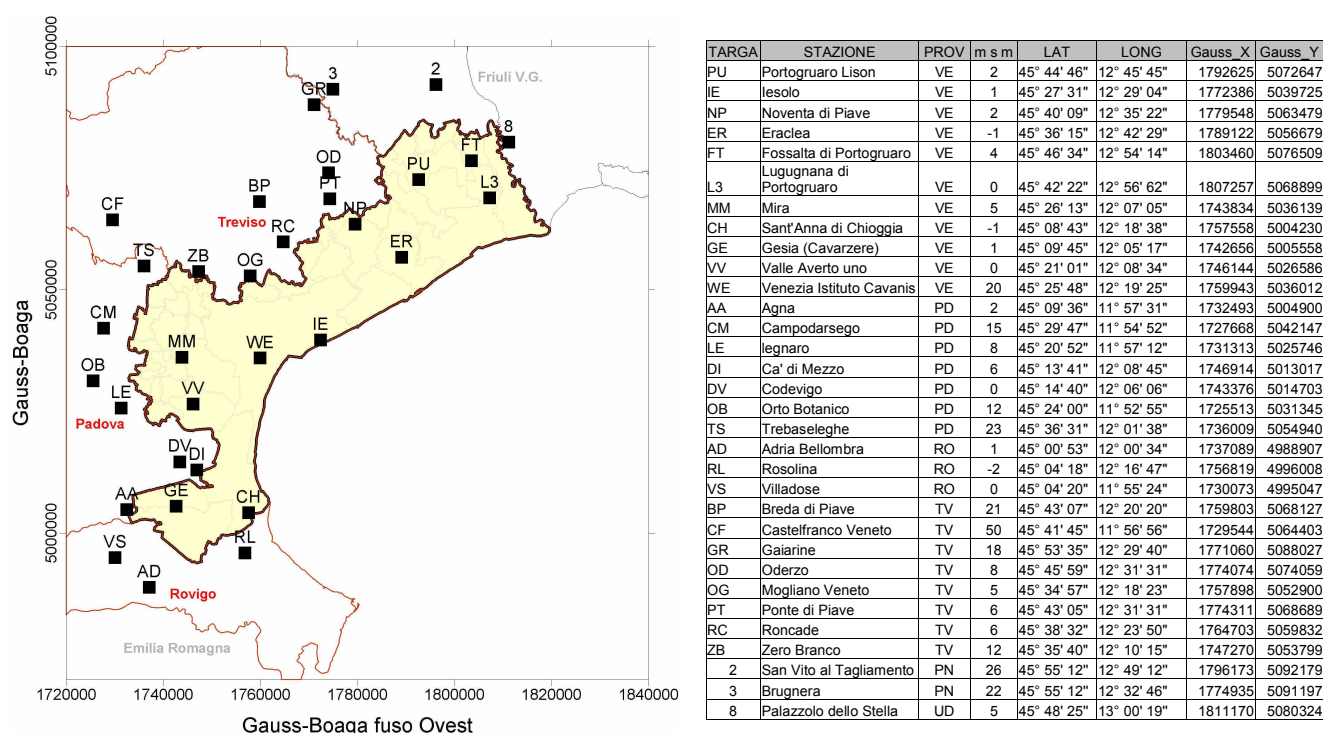


Figura 4.1: Ubicazione ed elenco delle stazioni meteorologiche del Centro Meteorologico di Teolo e dell'Osservatorio Meteorologico della Regione Friuli Venezia-Giulia, utilizzate per l'analisi del periodo 1992-2004.

Secondo la metodologia utilizzata nello studio *“La caratterizzazione degli eventi pluviometrici intensi in Provincia di Venezia”* (2004), sono stati individuati 182 eventi complessivi tra il 1992 e il 2004. Di questi sono stati selezionati i principali e le informazioni in termini di quantitativi, durata e tempo di ritorno, sono state inserite in un apposito archivio utilizzato per le successive elaborazioni ai fini della individuazione delle soglie pluviometriche.

## 4.2 Stima dei tempi di ritorno

Come già descritto nei paragrafi precedenti, il tempo di ritorno rappresenta il parametro di taratura del modello per la stima delle soglie pluviometriche attraverso l'indagine storica retrospettiva degli eventi e dei danni causati sul territorio. Per quanto concerne il primo fattore si è fatto riferimento allo studio sulla *“La caratterizzazione degli eventi pluviometrici intensi in Provincia di Venezia”* (2004) di cui si è utilizzata la banca dati relativa all'archivio delle date degli eventi pluviometrici intensi individuati per ciascuna delle tre zone del territorio provinciale.

Per quanto concerne i danni è stata effettuata una ricognizione degli effetti avuti sul territorio per ciascuna data di evento archiviata nel database attingendo informazioni attraverso l'archivio del Progetto AVI (CNR – Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) e



rivolgendosi direttamente ad enti competenti sul territorio quali: Regione Veneto-Servizio Protezione Civile-Difesa del Suolo, Consorzi di Bonifica, Geni Civili, Comuni.

### 4.3 Il Progetto AVI

Una delle fonti dati prese in considerazione per lo studio sui fenomeni meteorologici intensi è stata la banca dati relativa al “*Progetto AVT*”. Tale progetto partì nel 1989 quando il Dipartimento della Protezione Civile commissionò al Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche, il censimento delle aree del Paese colpite da frane e da inondazioni per il periodo 1918-1990.

Il censimento, condotto fra il 1991 ed il 1992, venne realizzato da 17 gruppi di ricerca distribuiti su tutto il territorio nazionale che coinvolsero oltre 300 fra esperti, ricercatori ed operatori tecnici. La fase di censimento ha compreso la consultazione di 22 quotidiani locali, per un totale di oltre 350.000 copie di giornale; sono state reperite ed analizzate circa 1.000 pubblicazioni tecniche e scientifiche; e sono state effettuate interviste a 150 esperti nel settore dei movimenti franosi e delle inondazioni. Successivamente è stato esteso il censimento al periodo 1991-1994 attraverso la lettura sistematica di 55 quotidiani locali, per un totale di oltre 70.000 copie di giornale consultate. Tutte le notizie censite sono andate a costituire un archivio digitale contenente oltre 17.000 informazioni relative a frane ed oltre 7.000 informazioni relative ad inondazioni. E’ stato inoltre valutato il grado di completezza e di affidabilità dell'archivio storico, controllando in particolare la consistenza dell'informazione in esso contenuta, e correggendo la maggior parte degli errori.

La banca dati del “*Progetto AVT*” è stata quindi utilizzata per il censimento dei fenomeni intensi accaduti nel territorio provinciale di Venezia. In particolare è stato utilizzato l’archivio relativo alle informazioni cronachistiche relativo alla provincia di Venezia, da questo, tramite l’analisi di tutti gli articoli dei giornali locali, sono state estrapolate le date degli eventi intensi. Le date così ottenute sono state quindi confrontate con quelle forniteci dai Comuni, dai Consorzi di bonifica, Geni civile, Servizio Protezione Civile della Regione Veneto e implementate.

PROGETTO AVI - Informazioni per provincia - Microsoft Internet Explorer

Indirizzo: http://www2.grido.it/av90\_provincia.php?inquant

**SISTEMA INFORMATIVO SULLE CATASTROFI IDROGEOLOGICHE**

Home Sidi Dati Storici Dati Bibliografici GNDICI Dati Idrologici Normativa Cartografia

giovedì 11 maggio 2006

Progetto AVI - Archivio delle Informazioni cronachistiche (Schede di Notizia SO)

Ricerca per Provincia

Seleziona la Provincia:  Seleziona la tipologia di informazione: Cronachistica

Numero di righe nella risposta: 25

Regione Veneto - Provincia: Venezia

Sono 291 le notizie d'evento che hanno colpito la Provincia di Venezia

Schede di Pagina da 0 a 25

Fonti cronachistiche

| Giornale      | Titolo articolo                                       | Data       | Posizione nel giornale         | Pagina | Tipo di evento                       | Data dell'evento | Comune                                                | Località                        | Documento               |
|---------------|-------------------------------------------------------|------------|--------------------------------|--------|--------------------------------------|------------------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Il Gazzettino | Rientra l'alluvione, restano i danni                  | 16-09-1995 | Cronaca Locale - Portogruarese | 16     | Alluvione                            | 14/09/1995       | Annone Veneto - Portogruaro                           | Portogruaro - Pradiposzo        | 9596/logeo9596-1391.pdf |
| Il Gazzettino | 70 millimetri di pioggia Protezione civile in allerta | 03-10-1996 | Cronaca Locale - Pordenone     | 15     | Alluvione - Allagamenti o Nubifragio | 02/10/1996       | Caorle                                                | Caorle - abitato                | 9596/logeo9596-1443.pdf |
| Il Gazzettino | Caorle. Allagato il nuovo palazzetto dello sport      | 01-06-1995 | Cronaca Locale - Portogruarese | 15     | Allagamenti o Nubifragio             | 31/05/1995       | Caorle                                                | Caorle - Palazzetto dello Sport | 9596/logeo9596-1282.pdf |
| Il Gazzettino | Un temporale ed è nubifragio                          | 13-09-1996 | Cronaca Locale - Pordenone     | 11     | Allagamenti o Nubifragio             | 12/09/1996       | Caorle                                                | Caorle - Porto Santa Margherita | 9596/logeo9596-1540.pdf |
| Il Gazzettino | Maltempo, spiagge in tilt e danni                     | 12-08-1996 | Cronaca Nazionale              | 5      | Allagamenti o Nubifragio             | 11/08/1996       | Caorle - Jesolo                                       | Falconara                       | 9596/logeo9596-1525.pdf |
| Il Gazzettino | Fulmine in spiaggia: 4 feriti                         | 31-07-1996 | Cronaca Nazionale              | 6      | Allagamenti o Nubifragio             | 30/07/1996       | Carrara - Venezia - Portogruaro - Venezia - Arzignano | Arzignano                       | 9596/logeo9596-1516.pdf |
| Il Gazzettino | Fulmine in spiaggia: 4 feriti                         | 31-07-1996 | Cronaca Nazionale              | 6      | Allagamenti o Nubifragio             | 30/07/1996       | Carrara - Venezia - Portogruaro - Venezia - Arzignano | Marina di Carrara               | 9596/logeo9596-1516.pdf |
| Il Gazzettino | Fulmine in spiaggia: 4 feriti                         | 31-07-1996 | Cronaca Nazionale              | 6      | Allagamenti o Nubifragio             | 30/07/1996       | Carrara - Venezia - Portogruaro - Venezia - Arzignano | Marina di Carrara               | 9596/logeo9596-1516.pdf |

Selezione 123%

## Diverse esondazioni nel Portogruarese

# 70 millimetri di pioggia

## Protezione civile in allerta

### Nella notte ispezioni agli argini dei fiumi

**Portogruaro**

Nel comprensorio del Portogruarese da ieri pomeriggio sono in funzione tutti i quaranta impianti idrovori su una superficie di circa 40 mila ettari a scolo meccanico. Nella giornata, specie nel pomeriggio, sono caduti 70 millimetri d'acqua, pioggia che ha fatto ingrossare molti canali di bonifica, ma senza raggiungere limiti di pericolosità. Qualche esondazione si è verificata nelle campagne ma di lieve entità. Il fenomeno ha interessato ancora una volta, ma non in maniera grave, il centro di Caorle, con motivazioni più varie, compresa la carenza probabilmente di una efficiente rete di scolo dei tombini. San Michele, Bibione e Cesarolo, per il momento non hanno segnalato esondazioni, anche se il gruppo della protezione civile coordinato dall'assessore Leo Barboni che proprio l'altro ieri ha ottenuto alcuni strumenti per intervenire in caso di necessità, è statato allertato e pronto a intervenire. "La situazione non è grave - ha dichiarato il direttore tecnico del Consorzio di Bonifica "Planura Veneta tra Tagliamento e Livenza" - ma l'organizzazione è all'erta e durante la notte ci saranno ispezioni sugli argini". Qualche esondazione si è verificata in località Casere, a La Salute di Livenza di Caorle.

**Un'altra giornata di maltempo nel Portogruarese**

Ugo Padovese

1 di 1

Figura 4.2: archivio cronachistico del Progetto AVI.

#### 4.4 Altre fonti informative

Altri dati e informazioni sono stati richiesti ai seguenti Enti:

- **Geni Civili:** Padova, Venezia, Rovigo, Treviso.
- **Consorzi di bonifica:** Adige Bacchiglione, Bacchiglione Brenta, Polesine Adige Canal Bianco, Sinistra Medio Brenta, Dese Sile, Destra Piave, Pedemontano Sinistra Piave, Basso Piave, Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento.
- **Regione Veneto:** Direzione Difesa del Suolo, Servizio Protezione Civile.

A ciascun Ente è stato fornito un elenco di date degli eventi intensi individuati nella zona di competenza ed è stato richiesto loro di segnalare eventuali criticità rilevate. E' stato così possibile censire gli effetti al suolo, la loro localizzazione, gli eventuali danni e il grado di criticità. Tale confronto è stato fondamentale per l'individuazione delle soglie tarate sul territorio.

#### 4.5 Database per l'archivio dati

Per l'archiviazione dei dati pervenuti è stato predisposto uno specifico database in MS Access 2003 in cui vengono rappresentate tutte le variabili e le informazioni prese in considerazione e utilizzate per l'elaborazione dei dati. Per ogni evento archiviato sono note le variabili principali quali: durata, quantitativo in mm, tempo di ritorno associato, lo stato idrologico dei suoli in base alle piogge dei 5 giorni precedenti, dove si sono verificati i danni. Di seguito si riportano le informazioni inserite nel database e l'elenco delle variabili prese in considerazione:

- **Data evento:** in cui è accaduto l'evento;
- **Comune:** in cui è accaduto l'evento;
- **Tipologia evento:** acqua alta, nubifragio, piogge prolungate, temporale breve durata;
- **Impatto sul territorio:** alluvione per esondazione, per rete scarico urbano, per rottura argine;
- **Dettagli evento:** specifiche sull'evento;
- **Località colpite:** specifiche sulle singole località colpite all'interno del comune;
- **Interventi:** da parte di tecnici dei consorzi, vigili del fuoco, volontari di protezione civile, ecc;
- **Descrizione danni:** specifiche sull'entità e tipologia di danni;
- **Zona:** indicazione della zona in cui è avvenuto l'evento: zona 1 (zona meridionale), zona 2 (zona centrale) zona 3 (zona nord-orientale);

- **Durata:** dell'evento classificata nell'archivio e distinta in: breve, breve-media, media, media-lunga, lunga;
- **Archivio piogge intense 1992-2004:** archivio dei principali eventi pluviometrici intensi individuati;
- **Stazione:** di riferimento al suolo (rete di telerilevamento al suolo);
- **Tr max:** tempo di ritorno associato all'evento;
- **Durata/tr:** durata dell'evento (dai 5 minuti ai 5 giorni);
- **mm:** totali caduti nell'intervallo di tempo considerato;
- **Fonte dati:** AVI, Comuni, Consorzi di Bonifica, Genio Civile, Regione Veneto-Servizio Protezione Civile.
- **AMC:** l'indice AMC classifica lo stato idrologico dei suoli in base alle piogge dei 5 giorni precedenti l'evento e alla stagione (periodo vegetativo o non vegetativo).

**Microsoft Access**  
 File Modifica Visualizza Inserisci Formato Record Strumenti Finestra 2  
 MS Sans Serif 8  
 Digitarne una domanda.

**Soglie**

**PROVINCIA DI VENEZIA**  
**arpav**  
 Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto  
 Centro Meteorologico di Teolo  
**Settore Protezione Civile e Difesa del Suolo**  
**Servizio Protezione Civile**

**EMERGENZE IDROPLUVIOMETRICHE IN PROVINCIA DI VENEZIA**  
 ELABORAZIONE DATI 1992-2006

ID:  data giornale:  data evento: 20/05/1995 Comune: Chioggia Tipologia evento: nubifragio

**dettagli evento**  
 fortunale accompagnato da forte vento di libeccio con abbondanti piogge e crisi al sistema fognario e al sistema di bonifica allagamenti dovuti alla fuoriuscita di acqua dai fossi

**località colpite**  
 litoreale (soprattutto Isola Verde) e Chioggia, parte bassa del comprensorio di cavareze (frazione di S. Pietro)

**interventi**  
 V.V.F. Interventi con motopompe per prosciugare piani terra abitazioni - ANAS (intervento sulla strada che porta a Cavanella)

**ora evento**  
 alberi caduti-mareggiata sulla costa (Isola Verde), piani terreni allagati-smottamenti sull'argine s.s. dell'Adige

**Impatto sul territorio**  
 alluvione per rete scarico urbano

**quantità mm piogge**

**Zona**  
 1

**durata**  
 breve

☒ **archivio piogge intense 32.04**

**Fonte dati**  
 AVI

**AMC**  
 2

**tr max**  
 23

**durata/tr**  
 1 ora

**mm**  
 61

**data/tr**  
 20/05/1995

**ZONA 1**  
**ZONA 2**  
**ZONA 3**

|            |                   |                  |
|------------|-------------------|------------------|
| 20/05/1995 | nubifragio        | Chioggia         |
| 20/05/1995 | piogge prolungate | S. Maria di Sala |
| 20/05/1995 | piogge prolungate | Salzano          |
| 20/05/1995 | piogge prolungate | Venezia          |
| 20/05/1995 | piogge prolungate | Mirano           |
| 20/05/1995 | piogge prolungate | Biadene          |

Figura 4.3: maschera di inserimento del Data Base di archiviazione delle informazioni.

| Stazione                 | Fonte dati | Zona | AMC | data evento | data giornale | dettagli evento            | località colpite                      | interventi | ora evento | descrizione dati  | danni                               | q        |
|--------------------------|------------|------|-----|-------------|---------------|----------------------------|---------------------------------------|------------|------------|-------------------|-------------------------------------|----------|
| S Anna di Chioggia       | AVI        | 1    | 2   | 20/05/1995  |               | fortuale accompagnat       | litorale (soprattutto V.V.F. (emozion |            |            | alberi caduti-mi  | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| S Anna di Chioggia       | AVI        | 1    | 2   | 20/05/1995  |               | abbondanti piogge hani     | Chioggia (Borgo Contadini con p       |            |            | allagamenti dov   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| S Anna di Chioggia       | AVI        | 1    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti dovuti alla    | parte bassa del V.V.F. Intervent      |            |            | piani terreni all | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | l'acqua dei fossi trascin  | via Zigaraga e v                      |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti dovuti a ret   | allagamenti a :                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | il Rio Storto stava per l  | Robegano                              |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | livelli di guardia dello s | Gazzera                               |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti da tracima     | loc. Campocroc; tecnici del Com       |            |            | danni al raccolti | <input checked="" type="checkbox"/> | DA 11 Gi |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti                |                                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Campodarsego             | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti                | via Zigaraga                          |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Roncade                  | AVI        | 2    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti                | loc. Lissone e N. Conserzio di B      |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| S Anna di Chioggia       | AVI        | 1    | 2   | 20/05/1995  |               | allagamenti                | Sottomarina (al ANAS (emottar         |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 1   | 31/05/1995  |               | allagamenti diffusi in p   | via Leopardi, vis                     |            |            | garages allagat   | <input checked="" type="checkbox"/> | >30mm d  |
| Eraclea                  | AVI        | 3    | 0   | 31/05/1995  |               | canale                     | V.V.F. di Portog                      |            |            | allagati scantin  | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 1   | 31/05/1995  |               |                            | loc. Campocroc                        |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> | 55 mm ir |
| S Anna di Chioggia       | AVI        | 1    | 0   | 05/06/1995  |               |                            | loc. Ridotto Ma                       |            |            | allagamento ga    | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 1   | 10/06/1995  |               | terza volta nel giro di 11 | via Raffaello, vis                    |            |            | garage allagati   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               | i terreni di bonifica già  | Tecnici del Con                       |            | 20.00.00   | oltre 2000 ha di  | <input checked="" type="checkbox"/> | 100 mm   |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               | tracimazione canali coi    | Loc. Loncon                           |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Eraclea                  | AVI        | 2    | 0   | 18/09/1995  |               | 6 ore di pioggia battent   | zona di Cortella V.V.F.               |            |            | allagamenti vari  | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 0   | 18/09/1995  |               |                            | Lido di Venezia                       |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 3   | 18/09/1995  |               | dalle 13.00 alle 17.00     | quartiere di V.lli                    |            | 13.00.00   | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> | 70 mm ir |
| Lugugnana di Portogruaro | AVI        | 3    | 3   | 18/09/1995  |               |                            | via Maestrada, pompe idrovore         |            |            | cantine allagate  | <input checked="" type="checkbox"/> | 60-70mm  |
| Noventa di Piave         | AVI        | 3    | 2   | 05/06/1995  |               |                            | V.V.F.                                |            | 8.00.00    | allagamenti vari  | <input checked="" type="checkbox"/> | 35 mm d  |
| Fossalta di Portogruaro  | AVI        | 3    | 2   | 05/06/1995  |               |                            | Bibione (p. zzak V.V.F. Portogru      |            |            | allagati garage   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 2   | 05/06/1995  |               | esondazione da canali      |                                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 1   | 31/05/1995  | 31/05/1995    | pioggie della notte, trac  | via Morionis (SF                      |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Noventa di Piave         | AVI        | 3    | 1   | 28/09/1995  | 28/09/1995    | ondata di maltempo ne      | zone residenzi V.V.F. di s. Don       |            |            | appartamenti e    | <input checked="" type="checkbox"/> | 100 mm   |
| Fossalta di Portogruaro  | AVI        | 3    | 1   | 28/09/1995  |               |                            | Cesarolo (zona V.V.F. di Portog       |            |            | strade sommer     | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Eraclea                  | AVI        | 2    | 1   | 28/09/1995  |               | grandi piogge tra dome     | V.V.F. di Mestre                      |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               | mercoledì notte eccezi     | Pradipozzo: all mercoledì sera        |            |            | garages allagat   | <input checked="" type="checkbox"/> | 100 mm   |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               |                            |                                       |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               |                            |                                       |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               |                            | S. Osvaldo                            |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Portogruaro Lison        | AVI        | 3    | 1   | 14/09/1995  |               |                            |                                       |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 1   | 31/05/1995  |               |                            |                                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 1   | 31/05/1995  |               |                            |                                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 0   | 19/07/1995  |               |                            | Mestre                                |            | 16.00.00   | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 0   | 19/07/1995  |               |                            | V.V.F.                                |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Mira                     | AVI        | 2    | 0   | 19/07/1995  |               | forte vento                |                                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Eraclea                  | AVI        | 3    | 0   | 16/05/1995  |               | pioggia                    | via Don Sturzo                        |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 1   | 10/06/1995  |               |                            | Favaro Veneto, V.V.F., PC             |            |            | allagamenti sce   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 0   | 13/05/1995  |               | pioggie                    | Carpeneo, Ma V.V.F.                   |            |            | allagamenti       | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 1   | 28/09/1995  |               |                            | Mestre                                |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 0   | 13/09/1995  |               |                            | Mestre, Campa                         |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |
| Venezia Caranis          | AVI        | 2    | 0   | 05/06/1995  |               | allagamenti via Grolbi     |                                       |            |            |                   | <input checked="" type="checkbox"/> |          |

Figura 4.4: estratto della matrice di analisi delle informazioni archiviate del Data Base

**Provincia di Venezia**

Settore Protezione Civile  
e Difesa del Suolo  
Servizio Protezione Civile

## Individuazione delle soglie pluviometriche

EMERGENZE IDROPLUVIOMETRICHE IN PROVINCIA DI VENEZIA ELEVABOZIONE  
DATI 1992-2006

**ARPAV**  
Centro Meteorologici di Teolo

**comune**

Annone Veneto

**Zona**

3

**data evento**

14/09/1995

**località colpite**

Loc. Loncon

**Fonte dati**

AVI

**dettagli evento**

tracimazione canali consortili

**interventi**

**descrizione danni**

**danni**

☒

**quantità mm pioggia**

**tipologia evento**

piogge prolungate

**impatto sul territorio**

alluvione per rete scarico ur

**durata**

media

**archivio piogge intense 92-04**

☒

**tr**

5

**durata/tr**

12 ore

**mm**

72

**data/tr**

13/09/1995

**AMC**

1

**comune**

Annone Veneto

**Zona**

3

**data evento**

14/09/1995

**località colpite**

S. Osvaldo

**Fonte dati**

AVI

**dettagli evento**

**interventi**

**descrizione danni**

allagamenti

**danni**

☒

**quantità mm pioggia**

**tipologia evento**

piogge prolungate

**impatto sul territorio**

alluvione per rete scarico ur

**durata**

media

**archivio piogge intense 92-04**

☒

**tr**

5

**durata/tr**

12 ore

**mm**

72

**data/tr**

13/09/1995

**AMC**

1

giovedì 11 maggio 2006

Pagina 1 di 82

Figura 4.5: esempio di un report relativo all'evento del 14 settembre 1995 registrato nel Comune di Annone Veneto.

## 5 Analisi degli eventi pluviometrici ed effetti al suolo

L'analisi è stata condotta utilizzando le informazioni contenute nel data base predisposto, individuando per ogni evento l'entità dei danni, la stazione meteorologica al suolo di riferimento, il tempo di ritorno caratteristico dell'evento e le condizioni idrologiche pregresse. L'entità dei danni è stata classificata secondo tre classi corrispondenti a livelli di criticità lieve, moderata ed elevata. I criteri utilizzati per tale classificazione hanno tenuto conto delle informazioni disponibili inerenti i danni associati all'evento considerando:

- eventi di lieve (ordinaria) criticità, quelli relativi a danneggiamenti modesti e localizzati ad opere, infrastrutture ed aree agricole e a temporanei e locali allagamenti nelle aree urbanizzate;
- eventi di moderata criticità i casi di più consistenti e diffusi danneggiamenti e allagamenti;
- eventi di elevata criticità quelli riconducibili a gravi danneggiamenti o allagamenti diffusi o distruzioni anche parziali di edifici, strade, opere idrauliche, ponti, infrastrutture, casi di evacuazione o di feriti o perdite di vite umane nei casi più gravi.

Ai fini dell'individuazione delle soglie pluviometriche si è quindi proceduto all'analisi congiunta delle informazioni relative agli eventi archiviati, raggruppandoli per livelli di criticità e per zona ed individuando per ogni evento lo stato medio idrologico pregresso, la durata di precipitazione ed il relativo tempo di ritorno.

Una prima analisi dei dati ha consentito di individuare, a parità di livello di criticità, il tempo di ritorno medio sul quale ci si è poi basati per tarare il valore di tempo di ritorno da utilizzare per determinare le soglie pluviometriche critiche. La taratura è avvenuta attraverso il calcolo della funzione obiettivo secondo il modello concettuale descritto nel paragrafo.3.2: si sono pertanto conteggiati i mancati allarmi (MA) e i falsi allarmi (FA), per diversi tempi di ritorno, attribuendo diversi coefficienti ai rapporti ( $p_2/p_1$ ) tra i pesi associati ai mancati allarmi e ai falsi allarmi.

La scelta dei pesi  $p_1$  e  $p_2$  della funzione obiettivo è di carattere strategico e deve tener conto di valutazioni di tipo socio-economico: è logico innanzitutto considerare  $p_1 > p_2$  ovvero, nel cercare di minimizzare la funzione obiettivo, è opportuno dare più peso ai mancati allarmi rispetto ai falsi allarmi in quanto un mancato allarme comporta ripercussioni certamente più pesanti di un falso allarme. D'altra parte non risulta comunque conveniente aumentare troppo il peso da attribuire ai MA rispetto ai FA in quanto nell'individuazione di un certo valore di soglia, specialmente nel caso delle soglie di tipo puntuale come nel presente studio, i fenomeni e i relativi danni essendo spesso molto localizzati e circoscritti non permettono una diretta e precisa relazione tra piogge registrate e danni sul territorio che porta inevitabilmente ad una certa sovrastima nei MA; è maggiore infatti la

ARPAV- C.M.T. Precipitazioni intense in provincia di Venezia e individuazione di soglie pluviometriche critiche a supporto delle emergenze idropluviometriche

probabilità che a fronte di un danno sul territorio le precipitazioni registrate dai pluviometri più vicini non registrino l'effettiva precipitazione caduta nei pressi della località colpita e quindi vi sia una sottostima della relativa soglia o tempo di ritorno associato. Una situazione contraria, ovvero che la precipitazione registrata dai pluviometri vicini sia superiore a quella effettivamente caduta nella località colpita appare infatti meno probabile in quanto ci si dovrebbe attendere dei danni anche in altre località più vicine ai pluviometri. Quindi ritenendo già a priori una certa sovrastima intrinseca nella presenza dei mancati allarmi per le ragioni appena esposte, nella funzione obiettivo non pare opportuno aumentare troppo il peso dei MA rispetto ai FA e pertanto nelle analisi eseguite ai fini del calcolo della funzione obiettivo si è scelto di far variare il rapporto dei relativi pesi (tra il peso dei FA e quello dei MA) tra 0.7 e 1.

Nella tabella 5.1 sono riportati, per diversi tempi di ritorno e per diversi casi di rapporto tra i pesi associati ai FA ( $p_2$ ) e ai MA ( $p_1$ ), i valori della funzione obiettivo relativi ad eventi di **lieve (ordinaria) criticità**.

| SOGLIA - TEMPO DI RITORNO | Rapporto pesi tra FA e MA ( $P_2/P_1$ ) |      |      |    |
|---------------------------|-----------------------------------------|------|------|----|
|                           | 0,7                                     | 0,8  | 0,9  | 1  |
| TR 1                      | 13,3                                    | 15,2 | 17,1 | 19 |
| TR 2                      | 11,3                                    | 12,2 | 13,1 | 14 |
| TR 3                      | 18,5                                    | 19   | 19,5 | 20 |
| TR 4                      | 21,8                                    | 22,2 | 22,6 | 23 |
| TR 5                      | 22,1                                    | 22,4 | 22,7 | 23 |

Tab. 5.1 Valori assunti dalla funzione obiettivo per eventi di lieve (ordinaria) criticità.

Per gli eventi di ordinaria criticità (24 eventi complessivamente analizzati), il valore medio dei tempi di ritorno degli eventi risulta pari a 2.8 anni, con valori compresi tra un minimo di 1 anno e un massimo 8 anni. La funzione obiettivo è minima in corrispondenza del tempo di ritorno di 2 anni, per tutti i rapporti di peso tra MA e FA prefissati (come evidenziato in tabella 5.1). All'aumentare del tempo di ritorno di 2 anni infatti aumentano significativamente i MA mentre per tempi di ritorno inferiori aumentano i FA.

L'analisi ha inoltre evidenziato come gli eventi di ordinaria criticità siano in gran parte di breve durata (17 su 24), tipici della stagione estiva ed è all'interno di questi che si trovano quelli con i più elevati valori di tempo di ritorno (2 eventi di breve durata con tempi di ritorno tra 5 e 8 anni); solo 7 eventi quindi risultano di media-lunga durata e registrano valori di tempi di ritorno di 2-4 anni.

Riguardo alle condizioni idrologiche medie pregresse non sembra che esse influenzino significativamente i relativi valori di soglia anche se comunque si può notare come vi sia una ARPAV- C.M.T. Precipitazioni intense in provincia di Venezia e individuazione di soglie pluviometriche critiche a supporto delle emergenze idropluviometriche

tendenza ad una lieve diminuzione dei tempi di ritorno all'aumentare del livello di umidità antecedente dei suoli stimato tramite l'indice AMC.

Nella tabella 5.2 sono riportati, per diversi tempi di ritorno e per diversi casi di rapporto tra i pesi associati ai FA (p2) e ai MA (p1), i valori della funzione obiettivo relativi ad eventi di **moderata criticità**.

| SOGLIA - TEMPO DI RITORNO | Rapporto pesi tra FA e MA (P2/P1) |      |      |      |
|---------------------------|-----------------------------------|------|------|------|
|                           | 0.7                               | 0.8  | 0.9  | 1    |
| TR 3                      | 26.0                              | 28.0 | 30.0 | 32.0 |
| TR 4                      | 30.6                              | 32.4 | 34.2 | 36.0 |
| TR 5                      | 29.8                              | 31.2 | 32.6 | 34.0 |
| TR 6                      | 28.2                              | 28.8 | 29.4 | 30.0 |
| TR 7                      | 36.2                              | 36.8 | 37.4 | 38.0 |

Tab. 5.2 Valori assunti dalla funzione obiettivo per eventi di moderata criticità.

Per gli eventi di moderata criticità (38 eventi) si può notare come i tempi di ritorno siano generalmente maggiori rispetto a quelli registrati in occasione di eventi di ordinaria criticità. Negli episodi con effetti al suolo di moderata criticità infatti il valore medio di tempo di ritorno risulta pari a 4.8 anni, con eventi che vanno da un minimo di 1 anno a un massimo di 22 anni di tempo di ritorno; come evidenziato in tabella 5.2, la funzione obiettivo calcolata assume valori minimi per tempi di ritorno di 3 anni nei casi ove il rapporto p2/p1 tra FA e MA è pari a 0.7 e 0.8 mentre per i rapporti superiori (0.9 e 1) il tempo di ritorno ove la funzione obiettivo è minima è pari a 6 anni.

A differenza degli eventi classificati di ordinaria criticità, nei casi di moderata criticità prevalgono eventi di medio-lunga durata (25 su 38) che si manifestano più frequentemente durante la stagione autunnale e registrano in media un tempo di ritorno di 4.4 anni; i 13 eventi rimanenti risultano quindi di durata più breve (inferiore alle 24 ore) e registrano mediamente valori di tempi di ritorno lievemente maggiori (5.5 anni).

Come per gli eventi di ordinaria criticità anche per quelli di moderata criticità lo stato idrologico pregresso sembra influire soltanto in misura lieve sulle soglie stimate anche se si nota comunque una certa tendenza alla diminuzione del tempo di ritorno all'aumentare dell'indice AMC.

Nella tabella 5.3 sono riportati per diversi tempi di ritorno il numero dei mancati e dei falsi allarmi e i valori della funzione obiettivo associata ad eventi di **elevata criticità**.



| SOGLIA - TEMPO DI RITORNO | Rapporto pesi tra FA e MA (P2/P1) |      |      |    |
|---------------------------|-----------------------------------|------|------|----|
|                           | 0.7                               | 0.8  | 0.9  | 1  |
| TR 10                     | 7.6                               | 8.4  | 9.2  | 10 |
| TR 11                     | 7.2                               | 7.8  | 8.4  | 9  |
| TR 12                     | 9.2                               | 9.8  | 10.4 | 11 |
| TR 13                     | 9.2                               | 9.8  | 10.4 | 11 |
| TR 14                     | 8.5                               | 9    | 9.5  | 10 |
| TR 15                     | 8.8                               | 9.2  | 9.6  | 10 |
| TR 16                     | 9.8                               | 10.2 | 10.6 | 11 |
| TR 17                     | 9.8                               | 10.2 | 10.6 | 11 |

Tab. 5.3 Valori assunti dalla funzione obiettivo per eventi di elevata criticità.

Gli eventi di elevata criticità (11 eventi) registrano in media tempi di ritorno pari a 16 anni con un valore minimo di 6 e un massimo di 31 anni. La funzione obiettivo assume valori minimi per tempi di ritorno di 11 anni in tutti i casi di rapporto tra i pesi  $p_2$  e  $p_1$ . Tali eventi inoltre sono caratterizzati dall'avere una durata in genere più lunga rispetto agli eventi con criticità inferiori, infatti ad eccezione di soli tre casi di breve durata essi sono risultati di media-lunga durata.

Riguardo alle condizioni idrologiche pregresse dei suoli il numero relativamente basso di casi ad elevata criticità non consente di distinguere differenti valori di soglia in funzione del grado di saturazione stimato attraverso l'indice AMC.

In conclusione l'analisi effettuata permette di distinguere i seguenti valori indicativi di soglia pluviometrica (puntuale), in termini di tempo di ritorno, a seconda del livello di criticità dei fenomeni attesi al suolo (a livello locale):

- per il livello di **ordinaria criticità**, valori pluviometrici aventi tempo di ritorno di 2 anni potrebbero rappresentare un ragionevole valore di soglia; nei casi di eventi di breve durata (inferiori ad 1 ora) e in condizioni idrologiche pregresse aventi un valore AMC I (secco) la soglia potrebbe alzarsi a 3-4 anni al fine di evitare una possibile crescita del numero di falsi allarmi.
- Per il livello di **moderata criticità**, una possibile soglia potrebbe essere rappresentata da valori pluviometrici aventi tempi di ritorno di 3-4 anni o di 5-6 anni in caso di condizioni idrologiche antecedenti secche (AMC I) e di eventi di media-breve durata (<24 ore).
- Per il livello di criticità elevata, valori pluviometrici aventi tempi di ritorno di 10-11 anni potrebbero rappresentare una congrua soglia di riferimento.

## 6 Determinazione delle soglie pluviometriche

Una volta stabiliti i valori di tempo di ritorno critici, è stato possibile stimare le corrispondenti soglie pluviometriche puntuali (esprese in mm) valide per le singole zone, a seconda della durata di pioggia (intervallo temporale) e del livello di criticità atteso. Nelle tabelle che seguono sono riassunti per ciascuna zona i valori di soglia pluviometrica puntuale, stimati, secondo quanto riportato nel precedente paragrafo, a seconda del livello di criticità, della durata di pioggia e del livello di umidità antecedente dei suoli (indice AMC).

### CRITICITA' ORDINARIA

#### AMC II-III (umido, molto umido)

|                |                   | SOGLIE (mm) |        |        |
|----------------|-------------------|-------------|--------|--------|
| DURATA PIOGGIA | TR CRITICO (anni) | ZONA 1      | ZONA 2 | ZONA 3 |
| 30 min         | 3-4               | 31          | 33     | 32     |
| 1 ora          | 3-4               | 40          | 40     | 39     |
| 3 ore          | 2                 | 42          | 41     | 42     |
| 6 ore          | 2                 | 49          | 48     | 48     |
| 12 ore         | 2                 | 57          | 56     | 57     |
| 24 ore         | 2                 | 65          | 66     | 69     |
| 2 giorni       | 2                 | 71          | 70     | 81     |
| 3 giorni       | 2                 | 80          | 83     | 92     |

#### AMC I (secco)

|                |                   | SOGLIE (mm) |        |        |
|----------------|-------------------|-------------|--------|--------|
| DURATA PIOGGIA | TR CRITICO (anni) | ZONA 1      | ZONA 2 | ZONA 3 |
| 30 min         | 3-4               | 31          | 33     | 32     |
| 1 ora          | 3-4               | 40          | 40     | 39     |
| 3 ore          | 3                 | 49          | 49     | 48     |
| 6 ore          | 3                 | 59          | 57     | 54     |
| 12 ore         | 3                 | 70          | 66     | 65     |
| 24 ore         | 3                 | 83          | 79     | 81     |
| 2 giorni       | 3                 | 90          | 83     | 98     |
| 3 giorni       | 3                 | 99          | 99     | 113    |

### CRITICITA' MODERATA

#### AMC II-III

#### SOGLIE (mm)

| <i>DURATA PIOGGIA</i> | <i>TR CRITICO (anni)</i> | <i>ZONA 1</i> | <i>ZONA 2</i> | <i>ZONA 3</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 30 min                | 5                        | 34            | 36            | 36            |
| 1 ora                 | 5                        | 44            | 45            | 43            |
| 3 ore                 | 5                        | 58            | 58            | 55            |
| 6 ore                 | 5                        | 69            | 67            | 62            |
| 12 ore                | 5                        | 85            | 77            | 75            |
| 24 ore                | 4                        | 95            | 87            | 88            |
| 2 giorni              | 4                        | 102           | 91            | 109           |
| 3 giorni              | 4                        | 112           | 110           | 126           |

#### AMC I

#### SOGLIE (mm)

| <i>DURATA PIOGGIA</i> | <i>TR CRITICO (anni)</i> | <i>ZONA 1</i> | <i>ZONA 2</i> | <i>ZONA 3</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 30 min                | 5                        | 34            | 36            | 36            |
| 1 ora                 | 5                        | 44            | 45            | 43            |
| 3 ore                 | 5                        | 58            | 58            | 55            |
| 6 ore                 | 5                        | 69            | 67            | 62            |
| 12 ore                | 5                        | 85            | 77            | 75            |
| 24 ore                | 5                        | 104           | 93            | 94            |
| 2 giorni              | 5                        | 111           | 97            | 118           |
| 3 giorni              | 5                        | 121           | 117           | 136           |

### CRITICITA' ELEVATA

#### AMC I-II-III

#### SOGLIE (mm)

| <i>DURATA PIOGGIA</i> | <i>TR CRITICO (anni)</i> | <i>ZONA 1</i> | <i>ZONA 2</i> | <i>ZONA 3</i> |
|-----------------------|--------------------------|---------------|---------------|---------------|
| 30 min                | 11                       | 40            | 43            | 43            |
| 1 ora                 | 11                       | 53            | 54            | 52            |
| 3 ore                 | 11                       | 71            | 71            | 65            |
| 6 ore                 | 11                       | 84            | 81            | 73            |
| 12 ore                | 11                       | 106           | 93            | 89            |
| 24 ore                | 10                       | 129           | 111           | 111           |
| 2 giorni              | 10                       | 138           | 115           | 142           |
| 3 giorni              | 10                       | 147           | 140           | 165           |

## 7 Conclusioni

Il lavoro svolto ha permesso l'identificazione di un sistema di soglie pluviometriche, valide per il territorio della Provincia di Venezia, oltre le quali è plausibile attendersi determinati effetti al suolo potenzialmente in grado di provocare a livello locale dissesti di natura idrogeologica e idraulica specialmente a carico della rete idrografica minore e urbana. La metodologia utilizzata ha fatto riferimento al concetto di causa/effetto inteso come relazione tra evento naturale (precipitazioni) ed impatto sul territorio (dissesti, allagamenti, ecc.) e sulla cui conoscenza è possibile impostare, seppure in modo speditivo, delle procedure di previsione e monitoraggio con finalità di allertamento. Tale metodologia ha trovato valide e recenti applicazioni presso diversi enti a livello nazionale anche su indicazione dello stesso Dipartimento di Protezione Civile Nazionale che ne suggerisce l'utilizzo quale riferimento nell'ambito del sistema di allertamento nazionale e regionale ai fini di Protezione Civile per il rischio idrogeologico ed idraulico.

Nel presente studio si sono nello specifico raccolti, archiviati ed analizzati i dati relativi ad eventi di dissesto, riconducibili a fenomeni pluviometrici registrati sul territorio tra il 1992 e il 2004, reperiti attraverso diverse fonti informative. L'incrocio tra le informazioni relative agli effetti sul territorio e i dati pluviometrici registrati ha permesso l'individuazione di una serie di soglie pluviometriche valide per sottozone del territorio provinciale, in funzione della durata di pioggia e delle condizioni antecedenti di umidità del suolo. I risultati ottenuti risultano confrontabili con quanto presente in bibliografia e possono ritenersi indicativi e utili, anche se migliorativi, per fini applicativi nell'ambito di un possibile sistema sperimentale di previsione e allertamento per rischi di natura idro-pluviometrica. Tra le principali difficoltà incontrate nell'applicazione della metodologia si sottolinea la pressoché totale mancanza di un archivio o catasto degli effetti al suolo registrati sul territorio (quali frane, smottamenti, allagamenti, alluvioni, ecc.) riconducibili ad eventi di natura idro-pluviometrica, sia a livello provinciale che regionale. Il reperimento e l'archiviazione di tali informazioni è risultata infatti l'azione più impegnativa e difficoltosa del lavoro ma che ha anche permesso oltre all'applicazione della metodologia e al raggiungimento degli scopi del presente studio, la costituzione di un primo archivio, seppur non esaustivo ma aggiornabile in futuro, degli eventi idropluviometrici che hanno determinato effetti critici sul territorio provinciale dal 1992 al 2004. E' doveroso inoltre far notare come la metodologia proposta, essendo basata su relazioni di tipo causa/effetto occorse nel passato, raggiunge risultati con attendibilità crescenti all'aumentare dei casi di studio analizzati e pertanto sarebbe utile poter nel tempo aggiornare e tarare il sistema di soglie incrementandone la base informativa.

## 8 Bibliografia e fonti dati

- ARPA Piemonte Area Previsione e Monitoraggio Ambientale (2004), “*Soglie Pluviometriche*”, Convenzione tra il Dipartimento per la Protezione Civile e l’ARPA Piemonte per l’assistenza alla gestione delle situazioni di rischio idro-meteorologico sul territorio nazionale, rapporto ad uso interno, Torino, 2004.
- ARPA Piemonte (2005) “*Dalla valutazione alla previsione dei rischi*”, giugno 2005.
- ARPA Servizio IdroMeteorologico-Regione Emilia Romagna-Servizio geologico, sismico e dei suoli (2005) “*Determinazione di soglie pluviometriche per innescio di fenomeni franosi nell’appennino settentrionale*”, Bologna-Giugno 2005.
- Chow V.T., Maidment D.R., Mays L.W. (1988), “*Applied Hydrology*”, McGraw Hill, 1988, pp.572.
- DPCM 27.02.2004 “*Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico a fini di protezione civile*”, Gazzetta Ufficiale n.59 11-3-2004 Suppl. Ordinario n.39.
- Gumbel E.J. (1941) “*The return period of floods flows, The Annals of Mathematical Statistics*”, vol.12, no.2, pp.162-190, June 1941.
- ARPAV - Centro Meteorologico di Teolo, dati pluviometrici della rete di telemisura, utilizzati per l’analisi del periodo 1992-2004.
- ARPA – Friuli-Venezia Giulia, Osservatorio Meteorologico Regionale, dati pluviometrici della rete di telemisura, utilizzati per l’analisi del periodo 1992-2004.

## *RINGRAZIAMENTI*

Si ringraziano i seguenti Enti per la preziosa collaborazione fornita attraverso l'invio delle informazioni richieste inerenti gli effetti al suolo:

- Comune di Gruaro
- Comune di Teglio Veneto
- Comune di Martellago
- Comune di Noale
- Comune di S.Maria di Sala
- Genio Civile di Venezia
- Genio Civile di Rovigo
- Consorzio di Bonifica Polesine Adige-Canalbianco
- Consorzio di Bonifica Adige Bacchiglione
- Consorzio di Bonifica Sinistra-Medio Brenta
- Consorzio di Bonifica Dese Sile
- Consorzio di Bonifica Destra Piave