

19. EVENTI ALLUVIONALI DEL SETTEMBRE – OTTOBRE 1993

Sommario

Nei giorni 22 e 23 settembre 1993 un evento alluvionale di elevata intensità colpì ampie aree del Piemonte centro settentrionale e sud-orientale.

Le portate lungo le aste torrentizie furono caratterizzate da un rilevante trasporto solido che è stato la causa di ingenti danni ad infrastrutture e centri abitati. Gran parte degli attraversamenti che univano le sponde vallive furono completamente abbattuti dalla violenza della piena che, durante il suo percorso, ha eroso e asportato terreni agrari e la vegetazione arborea presente lungo gli alvei.

I fenomeni franosi sono stati, nel complesso, limitati e con scarsa diffusione areale. I fenomeni più ricorrenti e distruttivi sono stati legati alle dinamiche fluviali e torrentizie: gli effetti delle piene lungo la rete idrografica principale e i fenomeni di violenta attività torrentizia hanno provocato danni ingenti.

Resumen

Durante los días 22 y 23 de septiembre de 1993, un evento aluvial de elevada intensidad afectó amplias áreas del Piemonte septentrional y sud-oriental.

Los caudales a lo largo de los troncos torrentiales fueron caracterizados por un relevante transporte sólido que fue causa de ingentes daños a infraestructuras y núcleos de población. Gran parte de los cruces que unían los márgenes de los valles fueron completamente derribados debido a la violencia de la creciente que, durante su recorrido, erosionó y removió terrenos agrarios y la vegetación arbórea presente a lo largo de los álveos.

Los fenómenos de desprendimiento fueron,

en su conjunto, limitados y de escasa difusión en el área. Los fenómenos más recurrentes y destructivos estuvieron relacionados a las dinámicas fluviales y torrentiales: los efectos de las crecientes a lo largo de la red hidrográfica principal y los fenómenos de violenta actividad torrential provocaron daños ingentes.

Résumé

Les 22 et 23 septembre 1993, un phénomène alluvionnaire d'une intensité élevée frappa de larges zones du Piémont central septentrional et sud-oriental.

Le débit d'eau le long des torrents fut caractérisé par un important transport solide qui fut à l'origine de dégâts notables pour les infrastructures et les zones habitées. Une grande partie des ouvrages de franchissement qui reliaient les rives des vallées s'effondrèrent complètement sous la violence de la crue qui, sur son parcours, a érodé et emporté les terrains agricoles et la végétation arborescente située le long des lits des rivières.

Les phénomènes d'éboulements ont été, limités dans leur ensemble et peu diffusés dans l'espace. Les phénomènes les plus récurrents et les plus destructeurs ont été liés aux dynamiques fluviales et torrentielles: les conséquences des crues le long du réseau hydrographique principal et les phénomènes de violente activité torrentielle ont provoqué de sérieux dégâts.

19.1 INQUADRAMENTO DELL'AMBITO TERRITORIALE COINVOLTO

L'evento alluvionale del settembre 1993 colpì ampie aree del Piemonte centro settentrionale e sud-orientale, ed in particolare l'alta Valle Anza-

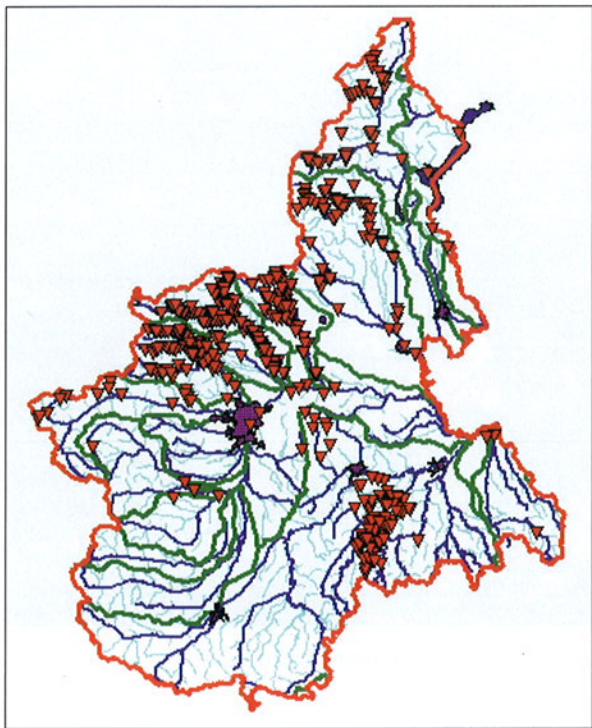


Fig. 19.1 Inquadramento dell'ambito territoriale coinvolto (▼ segnalazioni)

sca, l'alta Val Sesia, la Dora Baltea, i torrenti Orco e Soana, la Val grande di Lanzo, la Dora Riparia, la Valle Belbo, la Valle Bormida, le Valli Borbera, Scrivia e Curone, determinando anche l'innalzamento dei laghi Maggiore, Orta e Mergozzo.

19.2 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E IDROMETRICHE

19.2.1 ANALISI PLUVIOMETRICA

Nel mese di settembre 1993 si sono avuti frequenti transiti di masse d'aria instabile. Il giorno 22, l'esteso fronte nuvoloso che ricopriva tutta la Francia e parte della Spagna, ha incominciato ad interessare anche parte dell'arco alpino. Nella tarda mattinata, all'estremo meridionale di tale fronte, si è verificato un vortice depressionario al quale era associato un fronte freddo che si estendeva sul mediterraneo occidentale. Nei due gior-

ni successivi, il centro depressionario e il fronte freddo si sono spostati lentamente verso il golfo di Genova. L'estesa copertura nuvolosa ha interessato la Francia meridionale, l'Italia nord-occidentale e la Svizzera sino al giorno 25. La temperatura dell'aria durante il passaggio della perturbazione si è moderatamente abbassata ma è rimasta positiva fino a quote elevate.

L'evento meteorologico si è presentato molto frazionato sia geograficamente sia temporalmente.

Le prime precipitazioni intense sono state registrate nella fascia pedemontana torinese e nella fascia più esterna delle Alpi Graie, tra mezzanotte e le 6 del giorno 22 settembre: ad Avigliana-Ponte Dora, l'intensità di precipitazioni ha raggiunto i 50,4 mm/h tra le 2:30 e le 3 del mattino; nella mezz'ora successiva a Lanzo Fua è stata di 45,6 mm/h. Nelle stesse ore, nell'Ossola, sono state rilevate precipitazioni generalmente poco intense e discontinue.

Le precipitazioni, dopo essersi interrotte, sono riprese nel pomeriggio del 22 sulle alpi Graie e nell'Ossola con carattere temporalesco fino a raggiungere intensità anche molto elevate: la massima intensità, 86,8 mm/h, è stata registrata a Cursolo tra le 21:30 e le 22. Nella media Val Sesia, a Varallo-Crosa l'intensità è stata di 34,4 mm/h.

Dopo le 20:00 del giorno 23, piccoli nuclei nuvolosi si aggregavano sulle provincie di Asti ed Alessandria e si evolvevano rapidamente in nuclei temporaleschi, con precipitazioni di elevata intensità, su una fascia compresa fra la testata della val Bormida di Millesimo e la pianura novarese. Le precipitazioni sono iniziate alla mezzanotte del giorno 24 e sono proseguite ininterrottamente fino alle 7:30 del mattino; la più intensa (66,4 mm/h) è stata registrata tra le 0:30 e le 1 a Serole - Bric Puschera. Nelle stesse ore un nucleo temporalesco interessava la zona di Ivrea dove, a Meugliano - Vivavio Forestale, veniva rilevata un'intensità pari a 55,6 mm/h tra le 5:30 e le 6.



Fig. 19.2 Cuornè. Riattivazione di un ramo destro del torrente Orco

Il giorno 23, verso le 6 del mattino, l'estremità sud-orientale del Piemonte è stata interessata da precipitazioni intense e prolungate: presso la stazione di Cabella Ligure – Capanne di Cosola sono cadute, dalle 6 alle 14, 199,4 mm di pioggia.

A partire dalle ore 18 del 23, i fenomeni si sono intensificati nel settore occidentale, in particolare nella valle Soana si sono avute precipitazioni eccezionali: in 12 ore, tra le prime ore del mattino e il primo pomeriggio del giorno 24, sono cadute 287 mm di pioggia, con un'intensità media pari a 23,9 mm/h. A causa dell'elevato zero termico, si sono avute deboli nevicate solo in alcune aree a quota superiore ai 3.000 metri.

Dopo le 18 del giorno 24, le precipitazioni sono fortemente diminuite in intensità. Solo nell'Ossola, nella bassa valle di Susa e in valle Pellice si sono avute precipitazioni più abbondanti.

19.2.2 RILIEVI IDROMETRICI: ALTEZZE E PORTATE RELATIVE ALL'EVENTO DI PIENA

La singolare distribuzione nel tempo delle

precipitazioni ha caratterizzato l'evento alluvionale in due distinti periodi, che hanno coinvolto i bacini del Piemonte in modo differente. I bacini sud orientali sono stati interessati nel primo periodo, compreso tra la mezzanotte e le 18 del 23 settembre, quando sono stati raggiunti i valori di picco. Nel secondo periodo, a partire dalle ore 18 del 24 settembre e per le 24 ore successive, i fenomeni alluvionali hanno colpito in particolare i bacini settentrionali e anche l'asta del Po.

Fra i bacini sud orientali (basso Tanaro, Belbo, Bormida, Orba, Curone, Staffora, Scrivia), gli effetti della piena sono risultati particolarmente gravosi per il Belbo (portata al colmo di 640 m³/s a Castelnuovo) e per lo Scrivia (portata al colmo di circa 900 m³/s a Serravalle), dove si sono verificate estese esondazioni e modificazione delle sezioni di deflusso dovute a fenomeni di erosione dell'alveo. L'idrogramma di piena del Belbo presenta due colmi distinti nelle giornate del 23 e del 24 settembre. Il volume complessivo è risultato di 30.000.000 m³. Gli apporti della parte alta del bacino del Tanaro sono stati modesti, quindi nella parte bassa le portate di

colmo sono risultate di circa $600 \text{ m}^3/\text{s}$ a Alba e di circa $1.600 \text{ m}^3/\text{s}$ a Montecastello, dove sono stati avvertiti gli apporti del Bormida e del Belbo.

Le precipitazioni dei giorni 22 e 23 settembre hanno provocato sui bacini dello Stura di Lanzo, Orco, Dora Baltea, Sesia e Toce un primo colmo di piena, tuttavia gli effetti più gravosi si sono manifestati nelle due giornate successive, con portate di $1200 \text{ m}^3/\text{s}$ sulla Stura di Lanzo a Lanzo, di $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$ sull'Orco a Spineto, di $3000 \text{ m}^3/\text{s}$ sulla Dora Baltea a Mazzè, di $2.400 \text{ m}^3/\text{s}$ sul Sesia a Borgosesia. La dinamica dell'evento è stata caratterizzata da una iniziale fortissima concentrazione del deflusso nelle testate dei bacini e a una elevata altitudine. L'intensità di pioggia, verificatasi per effetto dell'elevata quota dello zero termico, atipica per questo periodo dell'anno, associata al basso grado di permeabilità dei bacini, ha prodotto ondate di piena estremamente concentrare e superiori alla capacità di smaltimento degli alvei. L'intensità dell'evento è evidenziata dalla concomitanza dei fenomeni e dalla forma delle onde di piena registrate dagli strumenti idrometrici. Per le sezioni di Lanzo e di Borgosesia è possibile valutare l'entità dei volumi defluiti nei tre giorni di piena (23, 24 e 25 settembre) pari a circa $80.000.000 \text{ m}^3$ sulla Stura e a circa $140.000.000 \text{ m}^3$ sul Sesia.

Nel settore occidentale, l'evento di piena ha presentato entità più modesta, soprattutto nei bacini dell'alto Tanaro, del Maira, del Varaita e del Pellice, dove il 24 settembre sono stati registrati idrogrammi di piena molto concentrati. Le onde di piena rilevate nei bacini del Chisone e della Dora Riparia sono state superiori all'ordinario.

L'evento di piena è defluito nell'asta del Po con portate non eccezionali nel tratto a monte della confluenza con la Dora Baltea, dove sono stati rilevati valori al colmo di $120 \text{ m}^3/\text{s}$ a Cardè, di $400 \text{ m}^3/\text{s}$ a Carignano e di $500 \text{ m}^3/\text{s}$ a Torino. Per l'apporto della Dora Baltea si sono create a valle della confluenza condizioni

estremamente critiche, con portate al colmo pari a $5.000 \text{ m}^3/\text{s}$. Il contributo non eccezionale del Tanaro ha favorito lo smaltimento della piena nel tratto a valle della confluenza. Il volume di deflusso in corrispondenza di Carignano nel periodo 23 – 25 settembre è risultato di circa $50.000.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

19.3 I PROCESSI DI INSTABILITÀ

19.3.1 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA

L'evento alluvionale del 1993 è stato caratterizzato da intensi processi lungo la rete idrografica. In particolare, è importante distinguere le fenomenologie caratterizzate da violenta attività torrentizia che si sono esplicate nei bacini montani da quelle che hanno contraddistinto i corsi d'acqua di fondovalle e di pianura.

Infatti, la rete idrografica secondaria che solca i rilievi collinari e montuosi è caratterizzata, in regime di forti precipitazioni piovose, dallo sviluppo di fenomeni di violenta attività torrentizia, causati dai seguenti fenomeni:

- regime delle precipitazioni, caratterizzato da forti intensità e concentrazione;
- ridotte dimensioni del bacino di alimentazione, che hanno comportato una risposta immediata agli apporti meteorici;
- condizioni di forte pendenza dei tributari;
- predisposizione dei versanti a fornire ingenti quantità di materiale solido.

Una parte della rete idrografica piemontese affluente del Po a pertinenza alpina ha manifestato, per tratti più o meno estesi a partire dallo sbocco di pianura, l'instaurarsi di sensibili processi di modificazione tipologica dell'alveo.

19.3.1.1 Valli dell'Ossola

In Valle Antrona l'erosione spondale in destra orografica del torrente Ovesca ha determinato l'a-



Fig. 19.3 Piena del torrente Borbera

sportazione di un tratto della strada provinciale. Le aree più colpite sono state quelle della Val Diverio e della Valle Anzasca. I fenomeni osservati lungo il torrente Diveria sono riferibili essenzialmente all'attività erosiva lungo l'alveo princi-

pale. I danni di maggiore gravità legati alla dinamica del torrente Anza si sono verificati nel tratto d'asta compreso tra Macugnaga e Bannio Anzino; la forte erosione di fondo e di sponda ha causato gravi danni a numerose opere di difesa spon-

dale. A monte di Macugnaga si è verificato un fenomeno di tracimazione di un muro d'argine da parte del torrente Anza. L'erosione di fondo ha provocato un abbassamento del fondo alveo di circa 4 metri e il sottoscalzamento delle fondazioni del muro d'argine.

A valle della confluenza tra il torrente Anza e il rio Tambach le acque di piena hanno divagato riattivando rami d'alveo in sponda destra e depositando materiale. A Ceppo Morelli l'insufficiente sezione idraulica di un ponte ha determinato un fenomeno di rigurgito a monte delle acque di piena.

19.3.1.2 Bacino del fiume Sesia

I fenomeni più significativi della piena si sono verificati nella parte alta del bacino. In merito al successivo trasferimento dell'onda di piena a valle fino al successivo sbocco in pianura, si è verificata una progressiva riduzione degli effetti indotti; il passaggio della piena, pur avendo determinato forti sollecitazioni alla morfologia dell'alveo con intensi processi di erosione delle sponde e rimobilizzazione del fondo, ha causato danni non molto gravi. Nel tratto di pianura la piena è sostanzialmente defluita occupando quasi ovunque tutta l'area tra i due argini maestri causando danni leggeri.

Durante la piena del 1993, le acque del torrente Cervo si incanalarono sulla destra innescando intensi processi erosivi e di mobilizzazione di materiali alluvionali aprendo un grosso varco al deflusso della piena.

19.3.1.3 Bacino della Dora Baltea

In occasione della piena del 1993 la Dora ha inondato, in sponda destra, aree comprese tra l'alveo attuale e i canali regimati, riattivando parte dell'antico corso pluricursale.

In sponda destra si sono manifestati in un primo

momento accentuati processi erosivi a danno della sponda concava. Con l'evolversi della piena le acque tracimate hanno inondato la piana alluvionale; in sinistra le acque hanno invece tracimato il sottile diaframma che separa il corso d'acqua da alcuni bacini artificiali derivati dall'attività estrattiva di un'ampia cava per inerti presenti in zona. Superato il setto, le acque defluenti in cascata per alcuni metri lo hanno demolito completamente per erosione rimontante. Le acque tracimate successivamente dai bacini e dal corso d'acqua stesso hanno allagato una vasta area, in sponda sinistra fino a lambire l'abitato di Montalto Dora.

19.3.1.4 Valli del Canavese

In Valle Soana l'evento alluvionale ha comportato la mobilizzazione e rideposizione di un elevato volume di solidi, nonché una spiccata e generalizzata erosione di sponda. L'attività erosiva si è concentrata principalmente sulla sponda idrografica destra.

Nella valle del torrente Orco l'evento di piena ha provocato essenzialmente l'allagamento di vasti settori della piana alluvionale. Presso Cuornè la violenta attivazione di un ramo destro dell'alveo ha provocato il grave danneggiamento di due infrastrutture ENEL. L'evento ha generalmente determinato ampliamenti della sezione dell'alveo per erosioni di sponda, neoformazioni di canali, riattivazione di canali secondari e trasporto solido. In occasione dell'evento, l'Orco ha ripreso l'antico andamento pluricursale riattivando canali laterali su entrambe le sponde. Tra i canali riattivati è da segnalare il rio Vercellino, che ha provocato danni e inondazioni lungo tutto il suo corso.

19.3.1.5 Valli di Lanzo

La Val Grande è stata pesantemente interessata, nel corso della piena del torrente Stura, da fenomeni di erosione spondale, disalveamento

ed alluvionamento che hanno causato gravi danni. Il vecchio alveo è stato completamente occluso e il torrente Stura si è ricavato un nuovo alveo pensile rispetto all'abitato di Forno. A Chialambertetto una marcata erosione fluviale ha generato localmente scarpate alte anche 6 metri. La Valle di Ala e la Valle di Viù sono state interessate in modo più marginale dall'alluvione rispetto alla Val Grande.

19.3.1.6 Bacini dei torrenti Bormida e Belbo

I processi più ricorrenti hanno comportato profonde erosioni spondali, con conseguente danneggiamento delle infrastrutture presenti in prossimità del loro corso. In alcuni tratti, l'intensità dei processi ha determinato la modifica dell'alveo originario. Si sono inoltre verificati estesi allagamenti con deposito di materiale limoso.

19.3.1.7 Bacini dei torrenti Borbera, Scrivia e Curone

L'evento calamitoso ha colpito prevalentemente il fondovalle e quindi le aree corrispondenti alle piane alluvionali, dove i torrenti hanno esondato e alluvonato. In Val Borbera si è verificata la riattivazione di uno scorrimento rotazio-

nale passante a colata ubicato a valle di Rocchetta Ligure. L'apporto del torrente Borbera ha contribuito in modo sostanziale alla piena straordinaria del torrente Scrivia.

19.3.2 PROCESSI SUI VERSANTI

L'evento del 1993 è stato caratterizzato essenzialmente da processi lungo la rete idrografica; i processi lungo i versanti sono stati, nel complesso, limitati e con scarsa diffusione areale, fatto salvo per una certa diffusione di fenomeni di fluidificazione delle coperture nei settori appenninici, sviluppatasi in concomitanza alle precipitazioni intense conseguenti ai lunghi periodi piovosi.

19.4 EFFETTI INDOTTI SUI CENTRI ABITATI E SULLE INFRASTRUTTURE

In provincia di Verbania, Cusio, Ossola, si sono avuti danni di entità variabile alla viabilità locale, agli acquedotti e alle infrastrutture. In valle Antrona, l'erosione spondale in destra idrografica del torrente Ovesca in località Viganella ha asportato un tratto di strada provinciale. L'attività torrentizia con elevato trasporto solido



Fig. 19.4 Torrente Cervo. Vista da valle del ponte-viadotto della S.S.142

lungo il Rio Loranco, affluente a destra del Torrente Qvesca a monte di Antronapiana, ha danneggiato gravemente alcuni tratti stradali, ponti e una sottostazione elettrica.

Nel comune di Trasquera, la strada statale n. 33 del Sempione è stata completamente asportata in tre punti: presso la località Paglino, presso il km 143 e presso la stazione ferroviaria di Iselle, per una lunghezza complessiva di 400 metri. In numerosi altri punti si sono verificati danni localizzati alla sede stradale, con erosione delle opere di sostegno di sottoscarpa o di sifonamento del corpo stradale. Presso Iselle è stato asportato un tratto di rilevato ferroviario. Lungo l'asse vallivo l'attività torrentizia ha causato danni a numerose infrastrutture. Presso il comune di Varzo un fenomeno di trasporto torrentizio in massa lungo il Rio Frusaia ha danneggiato la S.P. di San Domenico e ostruito il manufatto di attraversamento. I danni più gravi si sono prodotti in località Spagna, dove il torrente Diveria ha asportato un tratto di scogliera della lunghezza di circa 200 metri e tutte le infrastrutture difese da quest'ultima.

Nel comune di Crevoladossola l'attività erosiva del torrente Diveria ha determinato danni alla sede stradale della S.S. 33.

In Valle Anzasca i danni di maggiore gravità legati alla dinamica del torrente Anza si sono verificati nel tratto compreso tra i centri abitati di Macugnaga e Bannio Anzino. La forte erosione di fondo e di sponda ha causato la distruzione o il danneggiamento di numerose opere di difesa spondale, ponti e infrastrutture varie.

Nel bacino del Sesia gli effetti della piena sono stati rilevanti sia in termini di mobilitazione di materiale in alveo, sia in termini di danni prodotti a infrastrutture e opere edificate dall'uomo soprattutto nel tratto montano del bacino.

La sera del 24 settembre due piloni e tre campate del ponte viadotto della statale n. 142 crollarono con un forte boato nell'alveo del torrente Cervo in piena. Si ritiene che la causa prima del crollo del ponte non sia stata tanto l'entità della piena quanto la mancata adeguata difesa delle



Fig. 19.5 Ronco, ponte per la frazione Montelavecchia.

fondazioni di alcune delle pile poggianti in alveo.

La piena della Dora Baltea del settembre 1993 è stata sicuramente una delle più importanti in questo secolo e ha causato danni diffusi, già a partire dal confine regionale. Estese inondazioni hanno interessato la piana a nord di Ivrea, che è stata sommersa quasi completamente. I danni maggiori sono stati generalmente causati da esondazioni, con coinvolgimento di molti edifici ed infrastrutture.

La Val di Susa è stata solo marginalmente interessata dall'evento alluvionale del settembre 1993; tuttavia, si sono registrati piene e trasporto di massa lungo alcuni tributari che hanno coinvolto maggiormente strutture antropiche.

Nella Valle Bormida i danni più ingenti si sono verificati lungo le aste dei torrenti Tatorba e Ovrano e particolarmente in corrispondenza dei Comuni siti a valle di tali corsi d'acqua. Il materiale e la vegetazione trasportati dalle piene in corrispondenza di alcuni ponti ha causato ostruzioni che hanno provocato danni agli attraversamenti stessi e al contesto circostante.

Nella Valle Belbo l'evento alluvionale ha

colpito soprattutto le aree dei centri abitati di Nizza Monferrato e Incisa Scapaccino, che sono state interessate da notevoli allagamenti; anche a Canelli e Castelnuovo Belbo le acque degli affluenti del Belbo hanno invaso di fanghiglia le aree limitrofe. I fenomeni più ricorrenti sono consistiti in erosioni con danni alle opere di difesa spondale, estesi allagamenti con depositi di materiale limoso, ostruzione di attraversamenti e tombinature.

La Val Borbera risulta essere l'area più pesantemente colpita dalle piogge del settembre 1993 nell'area alessandrina. L'ingente massa liquida, associata al trasporto solido, ha provocato ingenti danni alle briglie, ai ponti e alle passerelle; tutte le strade comunali e provinciali dell'alta valle sono state interrotte in più punti.

In Val Curone le piogge hanno provocato gravi danni a quasi tutte le opere di difesa trasversali, che in alcuni casi sono state addirittura asportate. Buona parte della viabilità è stata interrotta da colate detritiche e da modesti crolli di massi. Le opere di presa degli acquedotti e le fognature hanno subito danni rilevanti.

20. EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-6 NOVEMBRE 1994

Sommario

L'evento alluvionale dei primi giorni di novembre del 1994 ha coinvolto gran parte del territorio del Piemonte centrale e meridionale, fino al confine con la Liguria, coinvolgendo 750 comuni.

Dal punto di vista del dissesto, le piogge intense e persistenti hanno generato deflussi superficiali che a loro volta hanno determinato piene eccezionali in particolare del fiume Po e del suo affluente Tanaro.

A partire dallo spartiacque meridionale passando per le aree collinari delle Langhe e del Monferrato per chiudere nelle valli del biellese si è verificato infatti quanto segue:

- *tutti i tributari hanno dovuto supportare un volume di liquido eccezionale che ha mobilitato notevoli quantità di materiale e provocato pericolose attivazioni di alcuni apparati di conoide;*
- *i fondovalle delle zone pre-alpine e collinari, laddove ancora alta è l'energia del deflusso e troppo costringenti le opere di contenimento a difesa di aree urbane recenti, sono stati percorsi da correnti con alta capacità erosiva;*
- *i tributari maggiori sono stati percorsi da colmi di piena estesi a gran parte delle fasce fluviali ed alle aree pianeggianti esterne al canale di deflusso, in parte ritenute, erroneamente, insommergibili.*

Molte aree pianeggianti, sia sui fondovalle che nelle pianure, mai coinvolte da allagamenti a memoria d'uomo, sono state interessate in poco tempo da livelli idrometrici elevati.

Un gran numero di frane ha impegnato i ver-

santi, in particolare quelli collinari delle Langhe e del Monferrato, a Sud e Nord della valle del fiume Tanaro.

Resumen

El evento aluvial de los primeros días de noviembre de 1994 involucró gran parte del territorio del Piemonte central y meridional hasta el confín con Liguria, haciendo partícipes del mismo a 750 ayuntamientos.

Desde el punto de vista del desequilibrio, las lluvias intensas y persistentes generaron flujos superficiales que, a su vez, causaron crecientes excepcionales, especialmente en el río Po y su afluente Tanaro.

A partir de la línea divisoria meridional, y pasando por las áreas de colina de Langhe y Monferrato para terminar en los valles de Biella, ocurrió lo siguiente:

- *todos los tributarios tuvieron que soportar un volumen de líquido excepcional que movilizó notables cantidades de material y provocó la peligrosa activación de algunas acumulaciones conoideas de depósitos;*
- *los fondos de valle de las zonas alpinas y de colina, donde aún es alta la energía del flujo y demasiado costringenti las obras de contención para defender las áreas urbanas recientes, fueron recorridos por corrientes de alta capacidad erosiva;*
- *los tributarios mayores fueron recorridos por picos de creciente extendidos en gran parte de las zonas fluviales y en las áreas llanas externas al canal de flujo, parcial y erróneamente consideradas insomergibles.*

Muchas áreas llanas, tanto en los fondos de valle

como en las llanuras, nunca antes afectadas por anegamientos (por lo que se recuerda), presentaron en poco tiempo niveles hidrométricos elevados.

Un gran número de desprendimientos ocupó las vertientes, especialmente las de las colinas de Langhe y Monferrato, al sur y al norte del valle del río Tanaro.

Résumé

Le phénomène alluvionnaire des premiers jours de novembre 1994 affecta une grande partie du territoire du Piémont central et méridional, jusqu'à la frontière avec la Ligurie, touchant au total 750 communes.

En ce qui concerne la catastrophe, les pluies intenses et persistantes entraînèrent des écoulements en surface qui causèrent à leur tour des crues exceptionnelles, en particulier celles du Pô et de son affluent le Tanaro.

En effet, en partant de la ligne de partage des eaux méridionales et en passant par les zones de collines des Langhe et du Montferrat pour terminer dans les vallées de la région de Biella, on put constater ce qui suit :

- tous les affluents durent supporter un volume de liquide exceptionnel qui déplaça des quantités notables de matière et provoqua de dangereuses activations de cônes ;
- les fonds de vallées des zones préalpines et de collines, là où la puissance du débit était encore élevée et où les opérations pour la contenir et protéger les zones urbaines récentes étaient trop contraignantes, furent parcourus par des torrents ayant une capacité d'érosion élevée ;
- les principaux affluents furent parcourus par des pics de crue s'étendant à la plupart des corridors de rivière et aux zones plates externes au chenal d'écoulement, gardées en partie, par erreur, insubmersibles.

De nombreuses zones plates, soit dans le fond des vallées soit dans les plaines, jamais inondées jusqu'alors de mémoire d'homme, enregistrèrent en peu de temps des niveaux hydrométriques élevés.

Un grand nombre d'éboulements toucha les versants, en particulier ceux des collines des Langhe et du Montferrat, au sud et au nord de la vallée du fleuve Tanaro.

20.1 INQUADRAMENTO DELL'AMBITO TERRITORIALE COINVOLTO

L'evento alluvionale dei primi giorni di novembre del 1994 ha coinvolto gran parte del territorio del Piemonte centrale e meridionale, fino al confine con la Liguria: da una prima stima, redatta nella fase di emergenza, risultava che i comuni coinvolti fossero 750 (sui 1.209 complessivi) e che di questi 190 potevano essere classificati come gravemente danneggiati e/o alluvionati.

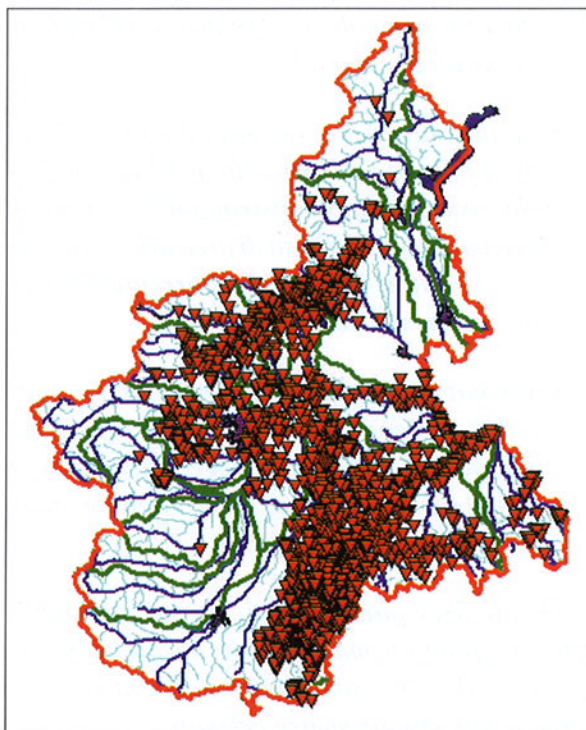


Fig. 20.1 Inquadramento dell'ambito territoriale coinvolto (▼ segnalazioni)

Le aree maggiormente colpite sono state:

- in provincia di Cuneo, Il Monrealese, il bacino del Tanaro (escluso il sotto bacino della Stura di Demonte), il Cebano e la Langa Cuneese;
- in provincia di Torino, la zona di pianura, la fascia pedemontana, il Pinerolese, il Canavese, L'Eporediese, e porzioni di territorio confinanti con la Langa Astigiana e Cuneese;
- nelle province di Biella e Vercelli, le colline e prealpi del Biellese e la Val Sesia;
- in provincia di Alessandria, il bacino del Tanaro, il capoluogo ed i bacini dell'Acquese e del Bormida di Millesimo fino alla testata in provincia di Cuneo;
- in provincia di Asti, la piana del Tanaro e i suoi affluenti nonché la Langa Astigiana.

20.2 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E IDROMETRICHE

20.2.1 ANALISI PLUVIOMETRICA

In Piemonte l'autunno 1994, fino alla prima decade di novembre, è stato caratterizzato da una forte instabilità meteorologica. In particolare, dalla seconda metà di ottobre si sono instaurate spiccate condizioni di variabilità con precipitazioni a carattere temporalesco e deboli nevicate oltre i 200 metri. Nell'ultima decade del mese un forte afflusso di aria instabile in quota, proveniente da sud, ha determinato un'intensificazione dei fenomeni con piogge copiose e nevicate di notevole intensità.

Il giorno 28 un nuovo flusso di correnti sud-occidentali ha interessato il Piemonte apportando deboli precipitazioni a carattere nevoso sui

rilievi alpini per valori da 5 a 10 cm di neve fresca.

Dal giorno 29 fino ai primi di novembre si è registrato un forte aumento della temperatura dell'aria che ha determinato lo scioglimento dell'esiguo manto nevoso al di sotto dei 2000 metri di quota ed un incremento dell'umidità dell'aria

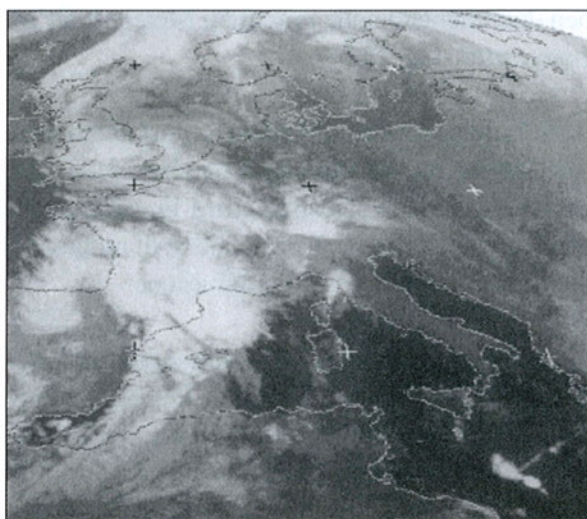


Fig. 20.2 Immagine Meteosat valida il 5 alle ore 00 UTC

ha contribuito al verificarsi nei giorni successivi di un evento di precipitazioni di eccezionale intensità.

Il 2 novembre sono iniziate le precipitazioni deboli e sparse, che sono continuate anche nei due giorni successivi. Le condizioni di maltempo sono state provocate e sostenute dalla presenza di un profondo centro depressionario localizzato sulle isole britanniche, bloccato a Est da una forte area anticiclonica, centrata sull'Europa nord-orientale. Alla bassa pressione era associato un fronte freddo, che è transitato sul Mediterraneo Occidentale, spostandosi verso Nord nello stretto corridoio tra la zona depressionaria britannica e l'alta pressione russa. Il flusso di correnti sud-occidentali di aria umida ed instabile, di origine africana, ha determinato un notevole

incremento delle precipitazioni sulle province meridionali del Piemonte, al confine con la Liguria dove, tra il 4 e il 5 novembre, le precipitazioni sono state mediamente comprese tra 180 e 220 mm in 36 ore.

La situazione meteorologica generale, l'afflusso di aria umida dall'Africa e il lento ma graduale spostamento della perturbazione sulla nostra penisola, è ben documentato dalle immagini Meteosat all'infrarosso (cfr. Fig. 20.2).

Nel suo passaggio sull'Italia, la perturbazione è stata fortemente rallentata dalla presenza della vasta area ad alta pressione localizzata tra l'Europa centrale e la Russia, che ha svolto un'azione di blocco del movimento verso Est della perturbazione.

La diffusione di piogge di grande entità e di lunga durata, progressivamente estese a tutto il territorio regionale, ha determinato elevatissimi coefficienti di deflusso, mettendo in uno stato di grave crisi tutto il reticolo idrografico drenante delle fasce di territorio a quote medio-basse, con numerose esondazioni e vasti allagamenti.

È possibile caratterizzare l'evento attraverso tre fasi successive, fasi che hanno riguardato distinte aree territoriali.

La prima fase, verificatasi il giorno 4, è stata caratterizzata da forti precipitazioni a carattere temporalesco ed ha interessato prevalentemente i settori più meridionali del Piemonte e il territorio ligure: la massima intensità di pioggia è stata raggiunta nella notte tra il 4 e il 5 novembre con valori orari di oltre 35 mm/ora ed un picco di 55 mm/ora intorno alla mezzanotte (Cairo Montenotte, Acqui Terme).

Successivamente, il giorno 5, (seconda fase), le

precipitazioni si sono estese alle zone dell'Astigiano e del Cuneese. In molte località nei bacini del Tanaro, del Bormida e del Belbo sono state superate altezze di 200 mm di pioggia in 24 ore.

Nella terza fase dell'evento, le precipitazioni più intense hanno interessato la fascia prealpina tra la val Pellice e la val Sesia, nel pomeriggio e nella serata del giorno 5, per attenuarsi nella mattina del 6. Il giorno 6 le precipitazioni sono praticamente cessate nella fascia meridionale della regione, mentre sono continuate nella parte centro-settentrionale, con modesta intensità oraria, ma ancora con consistenti totali giornalieri.

I risultati delle analisi pluviometriche, condotte con il metodo "regionale"⁽⁴⁾, mettono in evidenza che l'eccezionalità delle precipitazioni va ricercata nella combinazione tra intensità ed estensione areale delle piogge.

20.2.2 RILIEVI IDROMETRICI: ALTEZZE E PORTATE RELATIVE ALL'EVENTO DI PIENA

Il verificarsi di frequenti episodi di precipitazione di entità significativa nella seconda metà del mese di ottobre 1994 ha provocato nei bacini piemontesi un elevato grado di saturazione, perciò gli afflussi intensi che si sono verificati a partire dal 4 novembre hanno generato deflussi superficiali in grado di impegnare severamente il reticolo idrografico, fino a determinare condizioni di piena di rilevante gravosità, che hanno raggiunto l'eccezionalità nel bacino del Tanaro e sull'asta del Po a valle di questo affluente.

Alla stazione idrometrica di Farigliano, che sottende l'estremità di monte dell'asta del Tanaro, si è registrato un livello al colmo che, ad un

(4) L'analisi regionale è fondata sulle informazioni disponibili in una pluralità di siti (stazioni) e viene utilizzata quando non è possibile, come in questo caso, ricorrere all'analisi tradizionale basata sull'elaborazione statistica della serie storica di una singola stazione.

primo rilievo, risultava pari approssimativamente a 7,30 metri, di circa un metro superiore al massimo precedente (novembre 1952, su un periodo di oltre 50 anni di osservazioni).

Una prima stima della portata porta a valutare circa $2.000 \text{ m}^3/\text{s}$, a cui può essere attribuito un tempo di ritorno maggiore di 100 anni.

Sempre sul Tanaro alla sezione di chiusura di Montecastello, comprendente anche il bacino del Bormida e in prossimità dell'immissione in Po, il livello massimo ha toccato 8,50 metri, superiore di 75 cm al massimo precedente del 1951 e relativo a ben 90 anni d'osservazione. Anche la corrispondente portata al colmo, stimabile tra 3.500 e $4.000 \text{ m}^3/\text{s}$, è superiore al precedente massimo del 1951 ($3.170 \text{ m}^3/\text{s}$), con un tempo di ritorno dell'ordine dei 100 anni.

Nel considerare le altezze idrometriche e le stime di portata va tenuto conto dei vasti allagamenti e delle esondazioni avvenute (a partire da Ceva fino ad Alessandria) nell'alto e medio tratto del Tanaro, che hanno provocato una consistente laminazione dell'onda di piena.

Anche il Bormida a Cassine e il Belbo a Castelnuovo hanno fatto registrare portate molto elevate, stimate provvisoriamente in circa $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, con esondazioni che hanno provocato ingentissimi danni.

La piena sul Fiume Po si è manifestata con carattere di estrema gravità in tutto il tratto piemontese. A Cardè e a Carignano, sono state superate di oltre un metro le altezze idrometriche del '93 (valori al colmo registrati: 4,10 m a Cardè, 4,61 m Carignano).

A Torino-centro, l'altezza idrometrica ha raggiunto 5,19 m con una portata di circa $1.500 \text{ m}^3/\text{s}$ (il massimo storico è di $2.230 \text{ m}^3/\text{s}$, nel 1949).

Nel tratto a valle di Torino, sono stati misurati

a Casale 4,15 m, con una portata stimabile di oltre $6.000 \text{ m}^3/\text{s}$, che costituisce massimo storico (il precedente valore più elevato era di 3,24 m, registrato nel '93, cui era stata associata una portata di circa $5.600 \text{ m}^3/\text{s}$).

20.2.3 PREVISIONE DELL'EVENTO E MONITORAGGIO

Nell'autunno del 1994, la rete di monitoraggio piemontese, era composta da 91 stazioni di rilevamento e, grazie a due convenzioni stipulate con il Servizio Meteorologo dell'Aeronautica Militare e con l'Enel Ricerche, erano a disposizione una sufficiente base di prodotti previsionali, in particolare era da poco operativo il modello ad area limitata Lam Mefisto, che allora aveva suddiviso il Piemonte in tre settori (Alpi Cozie e Marittime, Alpi Pennine e Lepontine, Pianura occidentale) per ognuno dei quali si fornivano le previsioni quantitative di precipitazioni per le 72 ore successive suddivise in intervalli di 12 ore.

La previsione emessa il giorno 2 novembre indicava già, per la zona delle Alpi Cozie e Marittime, la persistenza di precipitazioni "forti" (comprese tra 10 e 50 mm in 12 ore) per tutto il periodo successivo a partire dalle ore 00 del 3 novembre: tale veniva ulteriormente aggravata dall'aggiornamento del giorno successivo, nel quale si prospettava due situazioni di precipitazioni "eccezionali" (oltre 50 mm in 12 ore) tra le 12.00 del 5 e le 12.00 del 6 novembre. Negli stessi giorni il servizio meteorologico dell'Aeronautica prevedeva: "nuvolosità in intensificazione con locali precipitazioni per venerdì 4 e nuvoloso con precipitazioni sparse, isolatamente a carattere temporalesco" (Bollettino del 2 novembre); per sabato 5 "da molto nuvoloso a coperto con precipitazioni diffuse sulle alpi centro occidentali"; per domenica 6 "intensificazione della nuvolosità con precipitazioni anche di forte intensità" (Bollettino di previsioni a medio termine del 3 novembre).

Su tali basi, il 3 novembre la Sala Situazione Rischi Naturali (istituita con la Legge Regionale 3 settembre 1986 n. 41 "Disciplina degli interventi regionali in materia di protezione civile", al fine di predisporre ed attuare programmi regionali di previsione e di prevenzione) aveva emesso un bollettino ordinario che prevedeva per tutto il periodo di validità (dal 4 al 6 novembre) precipitazioni generalmente di forte intensità sui settori alpini e segnalava come "su quelli centro meridionali le precipitazioni potranno essere di eccezionale intensità". Tale situazione induceva i responsabili del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e della Sala Situazione Rischi Naturali a diffondere alle strutture esecutive e tecniche dell'Amministrazione regionale un bollettino meteorologico straordinario che avvertiva sulla possibilità "di dissesti di carattere idrogeologico sull'appennino ligure-piemontese e sul settore alpino dalla Valle Tanaro alle Valli di Lanzo che potranno richiedere uno stato di allertamento degli Enti e delle Amministrazioni preposte a funzioni di protezione civile". Periodici bollettini di aggiornamento vennero diffusi fino al 7 novembre ed i giorni successivi la Sala Situazione Rischi Naturali continuò a supportare, anche fornendo previsioni, l'attività di soccorso e di avviamento alla ricostruzione dell'Unità di Crisi Regionale.

A fronte di una sostanziale esattezza e tempestività della previsione dell'evento, si sono riscontrate difficoltà nel sistema delle comunicazioni, in particolare nella formulazione di un testo chiaro di avviso, che riducesse al minimo le possibilità di interpretazione. Inoltre una previsione più sicura dello svolgimento dell'evento stesso non è stata possibile a causa della insufficiente strumentazione per il rilievo delle indicazioni idrografiche. Il solo idrometro presente lungo il corso del Tanaro (a Faragliano) venne subito asportato dall'onda di piena e di conseguenza alla Sala Situazione Rischi Naturali pervenivano solo le indicazioni rilevate dalla rete regionale.

20.3 I PROCESSI DI INSTABILITÀ

20.3.1 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA PRIMARIA

20.3.1.1 Fiume Po

Nel tratto tra Osasio e Moncalieri, si sono sviluppati solo processi in alveo, erosivi e deposizionali. Rari casi di allagamenti in aree poco estese, topograficamente depresse e prossime alle sponde. A Moncalieri, gli allagamenti che hanno interessato la zona di confluenza del torrente Banna si devono soprattutto al contributo di quest'ultimo; la località "Le Vallere" è stata inondata quasi ovunque a causa sia del Po che del suo affluente Sagone. Nel torinese gli allagamenti sono stati o nelle immediate vicinanze delle sponde (il Borgo Medievale nel Parco del Valentino) o causati dalla rete idrografica minore oppure dall'insufficienza della rete fognaria nello smaltire le acque piovane. La zona produttiva a valle della confluenza del torrente Stura è stata interessata da estesi allagamenti che hanno raggiunto altezze idrometriche di circa 2 metri. Nel comune di San Mauro, il Po è fuoriuscito, allagando alcuni quartieri, senza tuttavia superare la quota idrometrica di un metro. Nel tratto successivo fino a Brugiasco, si è verificato il maggior numero di problemi: la piena ha manifestato i suoi effetti in alveo, determinando una modificazione della morfologia delle barre, compromettendo, in alcune situazioni, l'integrità delle difese delle sponde fino a distruggerle. Nella fascia inondata più prossima al corso d'acqua, con ampiezza compresa tra i 30 e i 70 metri, si sono avuti alluvionamenti, fenomeni di erosione lineare, livelli idrometrici elevati (2-3 metri) e alta energia di deflusso, con danni al sistema arginale, all'agricoltura, agli insediamenti e alle infrastrutture. La dinamica dei deflussi è stata condizionata dallo sviluppo delle forme fluviali relitte o da scarpate di natura antropica, in molti casi i rilevati stradali hanno



Fig. 20.3 Esondazione del torrente Belbo

costituito un ostacolo alla propagazione della piena. Alla confluenza con il Malone hanno ceduto le arginature, la zona di S. Raffaele Cime-
na è stata raggiunta dalle acque per rotture verificate più a valle. La rete idrografica minore ed il rigurgito della rete sotterranea ha giocato un ruolo importante soprattutto nei comuni di Settimo, Brandizzo e Chivasso.

Nel tratto tra Crescentino e Moncestino, l'inondazione dei territori in sponda sinistra è stata causata dalla tracimazione della Dora Baltea a ovest di Crescentino e dalla rottura dell'argine in prossimità di Cascina Calcino. I flussi di esondazione provenienti dalla rotta di tali argini, riunitisi con i flussi della Dora sono stati ulteriormente alimentati dalle acque fuoriuscite a sud di Crescentino attraverso l'argine asportato poche centinaia di metri prima del ponte a sud di Cascina Cavezzino.

Le acque hanno danneggiato e scavalcato la massicciata stradale che porta al ponte per un tratto di circa 150 m e sono laminate verso est, inondando le frazioni a valle della massicciata stradale. Nei terreni tra la Doretta Morta e il Po si è verificata l'incisione di numerosi e macroscopici canali di erosione e si sono aperte diffuse buche erosive, sono state asportate coltri pedogenizzate e si sono avuti ingenti depositi di materiali sabbiosi. In sponda destra gli argini esistenti non hanno subito particolari danni, ma poiché sono discontinui non hanno potuto limitare l'inondazione. I flussi di esondazione hanno utilizzato come vie preferenziali di deflusso vecchie depressioni d'alveo, si sono inoltre registrate alcune limitate zone caratterizzate da depositi di sedimenti e da localizzati danni a terreni e pioppeti.

Tra Moncestino e Palazzolo, immediamen-

te a valle della confluenza con la Doretta Morta si è evidenziato un deciso cambio di direzione dell'asse del Thalweg verso la sponda sinistra accompagnato da una completa asportazione delle barre fluviali e un ripascimento generale lungo la sponda destra. Le acque hanno laminato con bassa energia e limitate altezze nelle risaie poste a sud di Fontanetto. Presso il fosso dell'Acquarata si è avuto il fenomeno del disalveo ed il profondo fosso erosivo è stato ampliato dai flussi di esondazione; tale linea erosiva ha suscitato un forte richiamo per le acque di piena, dirigendo verso l'argine maestro flussi turbolenti tali da comprometterne la stabilità. In sponda destra, il fenomeno erosivo a monte dell'ansa di Palazzolo ha subito una forte evoluzione con un arretramento della sponda di circa 100-150 m; lungo le sponde in arretramento le acque si sono riversate con forte energia all'interno della lanca, provocando forti erosioni dei terreni che la costituivano, ampliando un grande canale di erosione che ora la divide praticamente in due ed orodendo l'orlo del terrazzo che limita tale canale e quindi la lanca medesima. A tergo di tale terrazzo si sono registrati cospicui depositi di sedimenti nella fascia a pioppeto. Le isole fluviali hanno subito un forte rimodellamento con rilocizzazione delle barre.

Nel tratto tra Palazzolo e Pontestura, non si sono avuti processi erosivi degni di nota.

Da Morano fino alla confluenza con il Sesia, tutta la piana è stata coinvolta secondo due distinte dinamiche. La prima riguarda direttamente l'alveo e l'area golenale compresa all'interno degli argini, caratterizzata da prevalenti livelli metrici di acque ad alta energia, con il coinvolgimento di aree scarsamente antropizzate o interessate da attività agricola. La seconda riguarda vasti territori all'esterno dell'argine sinistro ed è caratterizzata da livelli da decimetrici a metrici di acque a minore energia, con coinvolgimento di aree intensamente urbanizzate (abitati di Morano,

Balzola, Villanova, Popolo, Terranova, ecc.). La sezione di deflusso nel tratto di Casale è sembrata inadeguata ad ospitare una piena simile, è stata sfiorata la crisi estrema pur in presenza dell'alluvionamento di Trino e di Morano, senza il quale l'onda di colmo sarebbe stata ben più grande.

Nel tratto tra la confluenza con il Sesia e Valenza Po è caratterizzato da flussi di alta energia concentrati in area golenale e all'interno degli argini. Consistenti depositi sabbiosi si accumulano sui terreni agricoli posti tra Po e Sesia, localmente si sono registrati forti asportazioni di suolo per fenomeni di avulsione operanti in alcune depressioni pre-esistenti. È evidente la tendenza del fiume a spostare verso la sinistra idrografica il suo asse, constatabile per la marcata erosione e l'arretramento della sponda in regione Isolone e nella zona del gerbido di Frascarolo. I canali di erosione lasciati dall'evento sono profondi qualche metro e raggiungono il tetto freatico.

Tra Valenza Po e Isola S. Antonio, la riserva naturale del boscone è oggetto dei flussi di scolmata principali e tutte le depressioni di lanca sono sottoposte ad intenso passaggio di materiali e detriti vari.

20.3.1.2 Fiume Tanaro

Il fiume Tanaro ha presentato esondazioni da Garessio fino alla confluenza nel fiume Po.

Ceva, che per la sua posizione può essere considerato come limite del settore montano, è stato interessato da inondazioni che hanno coinvolto l'intera sezione del fondovalle, occupando superfici a debole pendenza e piani terrazzati posti in posizione più depressa, causate in larga parte da problemi di confluenza con il torrente Cevetta. La città di Ceva è stata investita da battenti idrici di altezza media pari ad 1,5 m.

Nel tratto compreso tra Bastia Mondovì e

Narzole, le acque non più contenute dalla sponde incise si sono indirizzate su direttrici ortogonali alle bisettrici di meandro investendo completamente i terrazzi abitati di Isola, l'Arcurata, Clavesana e Viajano, realizzando un effettivo, sostanziale, seppur temporaneo, raccorciamento della distanza percorsa.

La zona più depressa della città di Alba è stata interessata in misura pesante dall'esondazione anche per effetto di affluenti secondari che interferiscono con l'abitato, riportando danni ingenti ad insediamenti civili ed industriali.

La città di Asti è stata pesantemente influenzata dall'esondazione anche per problemi connessi con le anomalie di regimazione della confluenza del Borbore (immediatamente a monte dell'abitato).

Nel tratto tra Asti e la confluenza nel Po, le frequenti aree di cava contigue con l'alveo sono state comprese entro i limiti del campo di inondazione partecipando, data la loro forma depressa, all'individuazione di una fascia di movimento della piena in cui si è avuto un passaggio d'acqua con alta energia. In corrispondenza dei maggiori centri abitati, la presenza di infrastrutture rilevate sulla piana alluvionabile, non dotate di luci sussidiarie atte a smaltire i deflussi in situazioni di emergenza, ha condizionato l'evoluzione del transito della piena: il cedimento o la lesione dei manufatti ha causato lo svuotamento dei temporanei bacini di accumulo che ha contribuito a restituire elevate portate.

L'esondazione ha interessato una zona molto estesa investendo gran parte della stessa città di Alessandria. Nel tratto finale, cioè fino alla confluenza Po, la portata esondata ha interessato vaste aree soprattutto in destra orografica dove gli argini sono stati tracimati con conseguenti rotte e dissesti.

20.3.1.3 Fiume Belbo

Nel tratto tra Niella Belbo e Santo Stefano Belbo la piena ha causato significative variazioni dell'alveo con forti ampliamenti della sezione. La notevole quantità di sedimenti depositati lungo tutto il fondovalle è stata fornita soprattutto dai vistosi fenomeni di erosione spondale e, localmente, da frane impostate nei terreni della copertura superficiale. In seguito alla piena, l'alveo si presenta ampio, delimitato da sponde a tratti poco incise, all'interno delle quali i deflussi erano impostati in uno o più canali effimeri.

Tra Santo Stefano e Castelnuovo Belbo le variazioni della sezione di deflusso sono state limitate e modeste. Lungo questo tratto il corso d'acqua presenta un unico canale, inciso e sinuoso, impostato in un fondovalle più ampio. In corrispondenza di Incisa Scapaccino e Castelnuovo Belbo, l'alveo diventa meandriforme e incassato entro le colline del Monferrato.

Il tratto finale da Castelnuovo Belbo ad Oviglio è stato anch'esso interessato da ampie esondazioni provocate in particolare in prossimità della confluenza dal rigurgito del Tanaro. Sono diffusi i tratti erosione, specialmente lungo le sponde esterne delle anse, con discrete quantità di materiale fluitato che viene depositato al piede dei terrazzi morfologici e nelle depressioni naturali ed artificiali ai lati dell'alveo.

In corrispondenza della confluenza nel Tanaro il livello raggiunto dalle acque sull'originario piano di campagna raggiunge i 5 metri.

20.3.2 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA

I piccoli bacini alpini e collinari sono stati i primi soggetti ad essere coinvolti dall'elevato carico idrico indotto dalle piogge intense che hanno seguito e chiuso il lungo perio-

do piovoso. Le modalità con le quali si è sviluppato il quadro meteorologico hanno, in breve tempo, creato condizioni di saturazione diffusa nelle coltri alterate di versante provocando così un intenso ruscellamento e tempi di alimentazione del reticolo inciso relativamente brevi. Le portate liquide sono aumentate repentinamente, si è attivata un'erosione sia concentrata che diffusa, al di fuori del reticolato idrografico, con un notevole spostamento di materiale detritico, a cui si è aggiunto, in molti settori, quello di movimenti gravitativi di versante attraverso diffuse frane per mobilitazione delle coltri alterate superficiali. La ristrettezza degli alvei, le caratteristiche planoaltimetriche degli stessi e la presenza di una vegetazione arbustiva con debole apparato radicale in prossimità delle sponde hanno poi interagito creando condizioni per pulsazioni nello smaltimento del carico di piena a seguito della creazioni di effimeri sbarramenti.

Per il settore meridionale del territorio piemontese, lungo il corso del fiume Bormida di Millesimo si sono attivati i numerosi apparati di conoide esistenti a raccordo tra il reticolato minore e il fondovalle. Tali ambienti, di norma sede di insediamenti abitativi, sono stati coperti da depositi grossolani (ad esempio i conoidi di Rio Vallazze a Monseniglio, di Rio della Cardonea e di Rio Laizzo, a Prunetto).

Nei fondovalle a bassa pendenza dei torrenti collettori, montani o collinari, i vari processi di piena hanno provocato sensibili modificazioni morfologiche.

Le valli Monregalesi sono state colpite in modo pesante dai processi fluvio-torrentizi: i bacini Ellero, Corsaglia, Casotto e Mongia hanno subito importanti fenomeni di dissesto sia sui versanti sia, in modo devastante, lungo la rete idrografica di valle.

Nell'area del Monferrato, la piena ha messo in crisi tutto il bacino idrografico del Borbone, causando fenomeni di esondazione che hanno riguardato gran parte del corso d'acqua e dei suoi affluenti, mentre alcuni tributari minori hanno presentato esclusivamente problemi di rigurgito delle acque in prossimità delle confluenze. In molti tratti del Borbone e del Triversa si sono verificate erosioni spondali con instabilizzazione delle scarpate spondali e della vegetazione ripariale.

Nella parte più orientale del bacino del torrente Banna si sono verificati allagamenti per tracciamento dei corsi d'acqua appartenenti al sistema di irrigazione della rete idrica minore. In particolare alcuni assi drenanti hanno determinato situazioni di allagamento in corrispondenza di alcune sezioni insufficienti con significativi allagamenti di piana. Anche Rio Borgallo, Rio Secco, Rio Bottalino, Rio della Cascinassa e Rio Bannette hanno evidenziato una larga fascia di esondazione. Gli allagamenti diffusi sono dovuti al fatto che l'intero bacino è caratterizzato da un'elevata impermeabilità dei terreni. In corrispondenza dell'abitato di Santena le altezze delle acque sono state mediamente attorno al metro, ma con picchi superiori ai 2 metri.

Durante l'evento, seria preoccupazione è stata destata dallo sbarramento del lago Spina, in comune di Pralormo, dove il rilevato in terra manifestava smottamenti sul paramento di valle a causa delle intense precipitazioni che saturavano il rilevato stesso fino a farne temere il cedimento improvviso.

20.3.3 PROCESSI DI INSTABILITÀ DEI VERSANTI

Nelle Langhe piemontesi, le piogge hanno determinato, oltre alla crisi generalizzata di tutta la rete idrografica, l'innesto di un numero elevato di fenomeni franosi su un territorio molto esteso.

Si sono identificati essenzialmente tre tipologie di movimento:

- fenomeni franosi per saturazione e mobilitazione dei materiali sciolti costituenti le coperture superficiali prevalentemente dei versanti più acclivi;
- fenomeni franosi coinvolgenti il substrato roccioso anche a notevole profondità, sviluppatesi come scivolamenti planari lungo giunti paralleli alle superfici di strato, aventi inclinazione compresa tra 8° e 15° generalmente coincidente con quella dei versanti;
- fenomeni franosi coinvolgenti le coperture più potenti e talora parti di substrato più disaggregato sviluppatesi come scorrimenti rotazionali su versanti generalmente più acclivi dei precedenti e diversamente orientati.

Il Piemonte sud-orientale è stata l'area più colpita dai fenomeni franosi causati da mobilitazione di porzioni dello stato detritico superficiale: su un'area di 1.100 km^2 circa sono stati individuati 2701 processi singolarmente riconoscibili e 1295 insiemi indistinti nei quali sono comprese, indicativamente, da almeno 2 o alcune decine di nicchie di distacco. Le zone di massima concentrazione sono state in corrispondenza di Cerreto Langhe, a sinistra della valle Bembo, e tra Ceva, Bastia e Mondovì, sul fianco destro della valle Tanaro.

In un'area di 800 km^2 compresa tra Alba e Ceva e tra Dogliani e Roccaverano sono stati individuati circa 800 movimenti franosi di tipo scivolamento planare.

A seguito della movimentazione di innumerevoli processi di frana e a seguito del confluimento di detti materiali nelle incisioni di ver-



Fig. 20.4 Colata detritica superficiale nel comune di Prunetto

sante, molte aste di ordine inferiore, afferenti agli alvei del fiume Bormida e del torrente Bolbo, vedevano trasformata la violenta attività torrentizia che le stava interessando, in attività per fenomeni di colata che avrebbero coinvolto tutta l'asta e gli apparati di conoide.

20.4 EFFETTI INDOTTI SUI CENTRI ABITATI E SULLE INFRASTRUTTURE

20.4.1 PROVINCIA DI CUNEO

La provincia di Cuneo è stata complessivamente la più colpita.

Nel settore alpino e collinare le esondazioni sono state accompagnate da sbarramenti a carico di pon-

ti, profonde erosioni spondali con conseguenti asportazione di tratti di strade, fognature, acquedotti e strutture varie, si sono avute anche alcune vittime per annegamento: una nelle acque del torrente Ridone, presso Alba e due nel torrente Rea presso Dogliani.

Lungo la rete idrografica delle vallate del Monregalese sono avvenute notevoli devastazioni ad abitati e viabilità.

In alta val Tanaro ci sono stati ingenti danni alle strutture di fondovalle ubicate in prossimità dell'alveo e sono stati pesantemente colpiti anche i centri di Ormea, Garessio, Bagnasco e Ceva. A valle di Ceva si è registrato il maggior numero di decessi: una vittima a Bastia Mondovì, tre vittime a Clavesana, una a Farigliano. Tutti questi centri sono stati investiti dalle acque e molti edifici sono stati gravemente danneggiati.

Presso Piozzo, in seguito alla totale erosione ed asportazione del rilevato di accesso al ponte situato lungo la strada provinciale di fondovalle, sette persone sono cadute in acqua e decedute, presso Narzole è deceduto un uomo.

Ad Alba, pesantemente colpita, ci sono state sette vittime.

L'esondazione del torrente Belbo è stata accompagnata da imponenti fenomeni erosionali che hanno prodotti enormi danni alla viabilità di fondovalle e danni irreparabili agli edifici situati in prossimità del corso d'acqua nonché alla colture agricole e al centro abitato di Santo Stefano Belbo.

Anche l'ampio fondovalle del tratto cuneese del Bormida di Millesimo è stato estremamente inondato, gravi danni agli edifici e alle infrastrutture a Monesiglio e Cortemilia.

Nei territori comunali di Cissone, Murazza-

no, Benevello, San Benedetto Belbo, Serravalle Langhe e Feisoglio si sono avuti eclatanti fenomeni di scivolamento planare, con conseguenti interruzioni di un numero elevato di strade e gravi danni agli edifici: ci sono state due vittime presso Feisoglio, una vittima presso Neive e una presso Torre Mondovì.

A Monte Roero ci sono stati danni alla viabilità e a Santo Stefano lesioni agli edifici.

20.4.2 PROVINCIA DI ASTI

Il settore centro meridionale della provincia di Asti ci sono stati ingenti danni dovuti a esondazioni da parte dei corsi d'acqua principali (fiume Tanaro, torrente Belbo, Fiume Bormida), del reticolo idrografico secondario (torrente Borbone, torrente Triversa, torrente Banna, ecc.) e a dissesti lungo i versanti (Langa Astigiana). Le innondazioni hanno causato danni a centri abitati, opere stradali, ferrovie, attività commerciali, artigianali, industriali e agricole. Sono stati dichiarati inagibili 347 abitazioni e sono state evacuate 1.085 persone.

Nella Lanca Astigiana, i processi di scivolamento hanno causato dissesti che a loro volta hanno provocato danni a carico dell'attività agricola e alla viabilità secondaria. I comuni più colpiti sono stati: Loazzolo, Roccaverano e S. Giorgio Scarampi.

Dissesti arealmente diffusi si sono avuti a Cisterna d'Asti e San Damiano.

20.4.3 PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Le aree di fondovalle della provincia di Alessandria, in prossimità della confluenza di Tanaro e Po sono state coinvolte dall'evento in modo non devastante. Alla sinistra del Po, sono state allagate vaste aree nel comune di Trino Vercellese, buona parte dell'abitato di Morano Po, del

territorio di Balzola, le frazioni Casale Popolo e Terranova di Casale Monferrato; in sponda destra ci sono stati allagamenti di minore estensione. I danni a fabbricati civili ed industriali, alle infrastrutture e all'agricoltura nella pianura del Monferrato Casalese sono stati meno ingenti che in altri territori.

I comuni rivieraschi del Tanaro e del Belbo sono stati invece coinvolti pesantemente.

La piena del Belbo ha interessato i comuni di Bergamasco, Carentino ed Oviglio. Lungo il Tanaro, l'acqua ha sormontato in più punti il rilevato ferroviario fino al cedimento dello stesso a monte di Alessandria, che è stata a sua volta investita da una violenta ondata. Un terzo della città è stato sommerso con gravi conseguenze per le infrastrutture e per gli edifici. Effetti catastrofici si sono avuti al quartiere Orti, dove l'acqua ha raggiunto un'altezza massima di 3,50 m, le vittime sono state dieci, mentre altre due si sono avute nella frazione di San Michele. Le attività produttive che hanno riportato danni sono state 2.800, cui si devono aggiungere le aziende agricole.

I processi di instabilità più rilevanti, con prevalente tipologia di colata, hanno minacciato edifici privati e dislocato strade nei territori di Casasco, Masio, Roccagrimalda, Silvano d'Orba e Trisobbio e nell'Acquese a Prasco, Visone e Acqui Terme.

20.4.4 PROVINCIA DI TORINO

In provincia di Torino, relativamente al bacino della Dora Baltea, sono stati interessati in particolare i comuni di Issiglio, Vidracco, Vistorio, con interruzione delle strade comunali e provinciali e l'abitato di Tavagnasco è stato in parte allagato, coinvolgendo il tracciato autostradale Torino-Aosta.

Nell'anfiteatro morenico di Ivrea si sono registrati danni nei comuni di:

- Parella (alcune infrastrutture e abitazioni);
- Collereto Giacosa (ostruzione del ponte sulla provinciale per Salerano, l'acquedotto, la viabilità all'interno dell'abitato);
- Loranze (abitazioni ed infrastrutture);
- Lugnacco (alcuni fabbricati);
- Vico Canavese (alcuni edifici e temporanee interruzioni delle sedi viarie);
- Lessolo (evacuazione di 15 famiglie per una frana in località Ronchi);
- Burolo (sgombrato di alcuni edifici);
- Palazzolo Canavese (infrastrutture pubbliche ed evacuazione di alcune abitazioni).

Nell'alto Canavese si è verificato che:

- a Cossolo una colata detritica ha demolito tre abitazioni;
- nel comune di Corio Canavese una frana ha distrutto due baite;
- a Rivara è stato distrutto un capannone industriale e danneggiata gravemente un'abitazione.

Nel basso Canavese si sono manifestati i seguenti fenomeni:

- lungo il torrente Ceronda, è stato sormontato e danneggiato il ponte del Violino nel comune di S. Gillio;
- a Venaria, è stato sormontato e danneggiato il ponte Verde e a monte del ponte Ceronda le acque di tracimazione, che in più punti hanno raggiunto 3 m di altezza, hanno allagato e causato gravi danni alla zona indu-

striale e a civili abitazioni (un edificio è parzialmente crollato per sottoscalzamento delle fondazioni);

- a Case Francia, nel comune di Caselle, un'intenso fenomeno di erosione sponale ha causato l'asportazione di parte di una strada di argine, la distruzione di un fabbricato e il danneggiamento di altri due.

Il torrente Banna-Bendola, a Volpiano ha danneggiato gravemente l'attraversamento di via Leinì, asportando parte del ponte e porzioni del manto stradale per circa un centinaio di metri, e al rilevato della ferrovia Canavesana.

Il torrente Malone, nel territorio comunale di Front Canavese ha provocato numerosi danni ad infrastrutture viarie, ad opere di difesa idraulica e manufatti di varia natura; a San Begnino ha allagato una zona edificata da cui sono state sgombrate 150 persone, a valle di Cascina Cerello il cedimento di una pila in alveo ha

determinato il danneggiamento dell'autostrada Torino-Milano.

Nel territorio di Chivasso, lungo il Po, è crollato un ponte ed è stato gravemente danneggiato parte del rilevato della ferrovia posto a monte del ponte ferroviario che è a sua volta crollato qualche tempo dopo la piena.

Nella collina di Torino, a San Raffaele Cimena il movimento franoso ha causato danni ad un convento e il crollo di un edificio, dove si sono avute quattro vittime.

A Barbania sono state evacuate 25 persone, a Giarone è stata evacuata una frazione e sono crollati diversi edifici; tra Poirino e Santena il livello dell'acqua ha raggiunto i 2 m di altezza in alcune zone e ha provocato una vittima.

Nel resto del territorio coinvolto si sono avuti danni ad edifici e interruzioni della rete stradale.



Fig. 20.5 Immagine del ponte posto a valle di Niella Tanaro

20.4.5 PROVINCE DI BIELLA E VERCELLI

Nella provincia di Biella e Vercelli i problemi, relativi ai processi di instabilità dei versanti, sono stati generalmente elevati sul complesso sistema viario e hanno danneggiato parecchi edifici, in particolare a Mongrado, Pralungo e Sagliano Micca.

L'episodio più grave si è verificato a Varallo,

dove una frana ha causato la morte di 14 persone e il ferimento di altre tre.

Tuttavia, anche se non ci sono state vittime, Mongrado è stato interessato da processi di instabilità talmente intensi e diffusi, registrando danni così gravi ovunque, che risulta essere uno dei comuni più colpiti di tutta la regione.

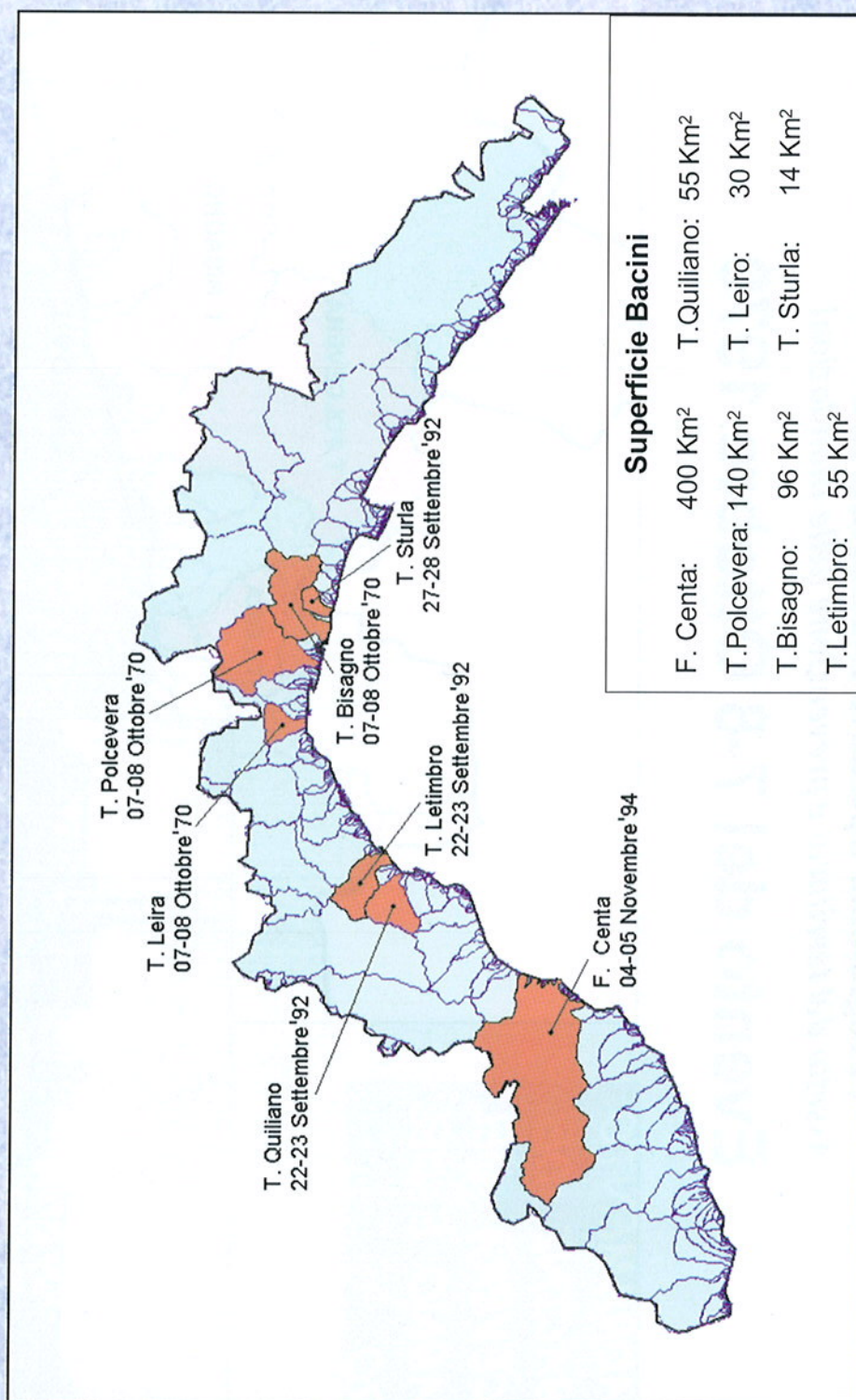
Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Descrizione di alcuni eventi alluvionali nella regione Liguria

Settore Protezione Civile - A. Crosetti, C. Messori

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Principali eventi storici

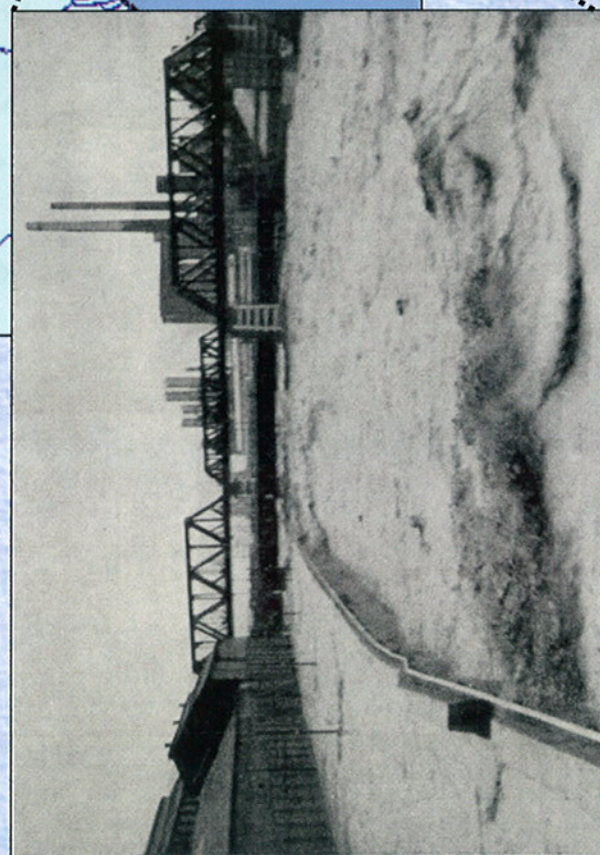
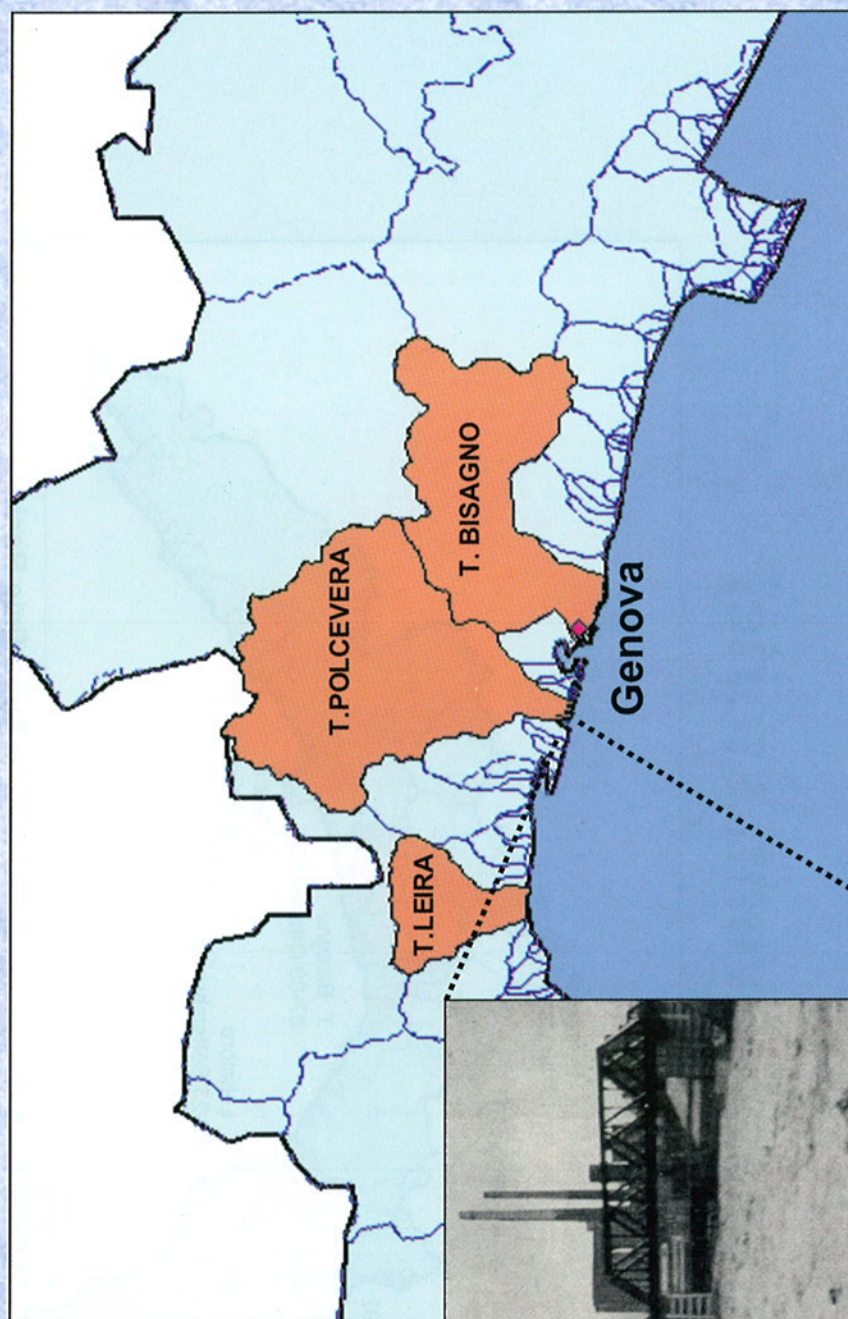


Sintesi storica dei principali eventi alluvionali verificatisi nella Regione Liguria con indicazione della loro localizzazione sul territorio.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Evento del 7-8 Ottobre 1970

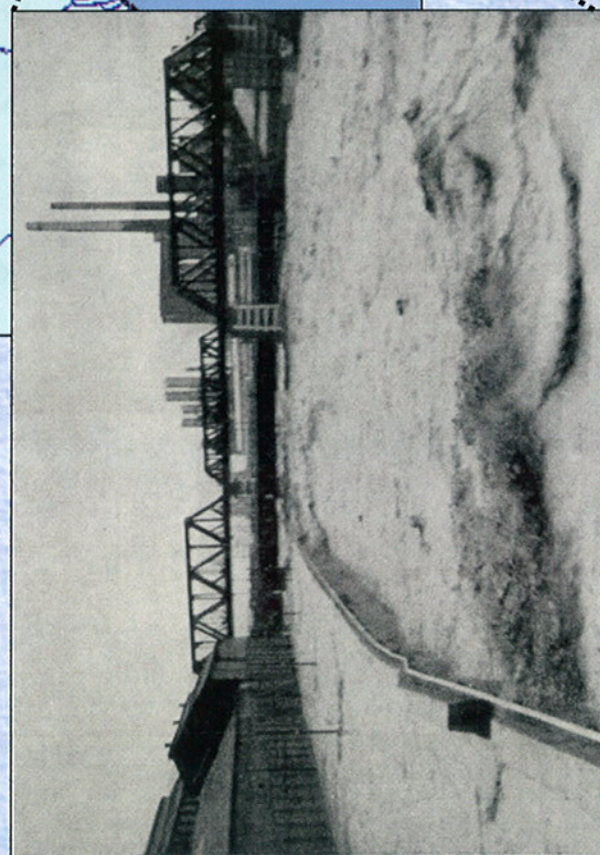
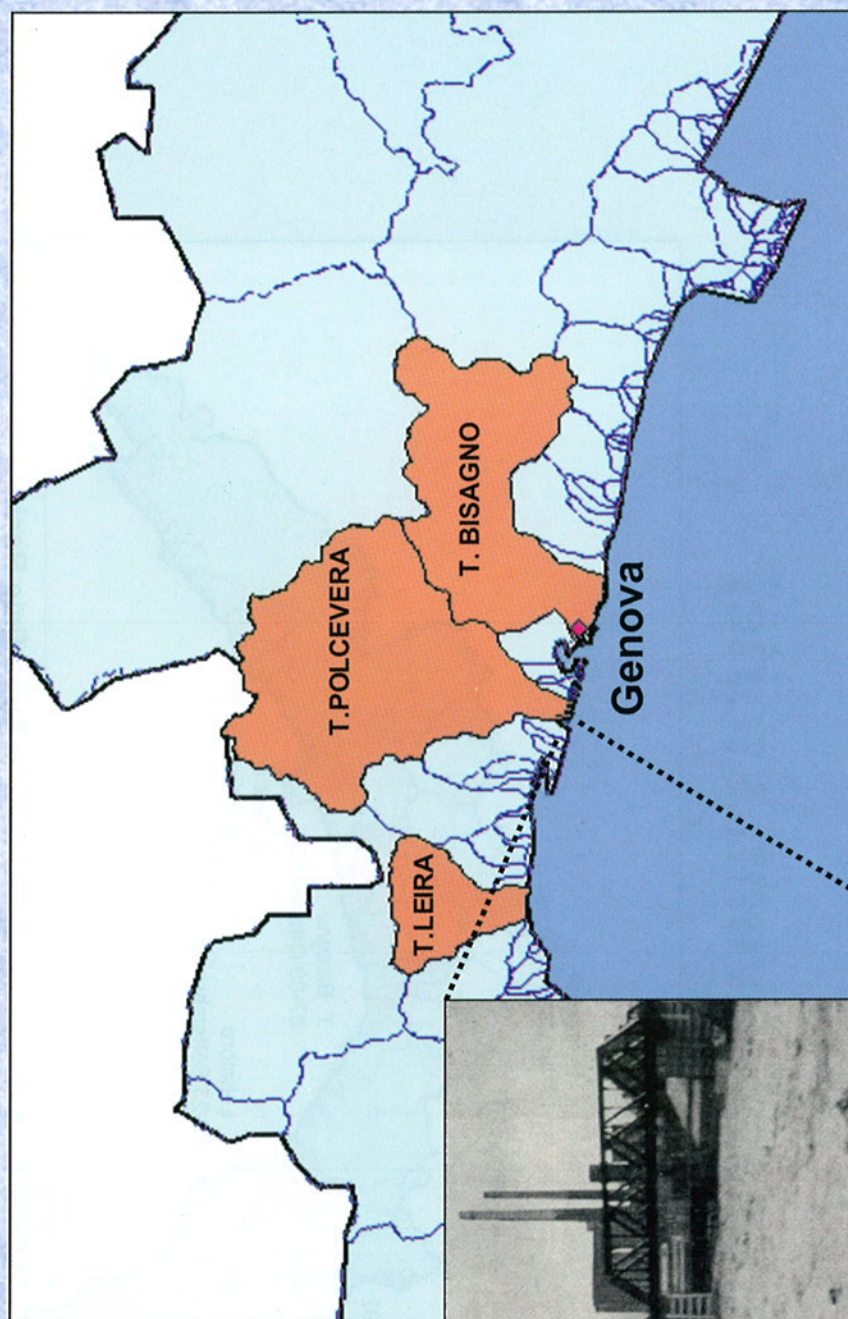
**INQUADRAMENTO
DEI BACINI DEL
T.POLCEVERA, DEL
T.BISAGNO E DEL
T.LEIRO**



Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

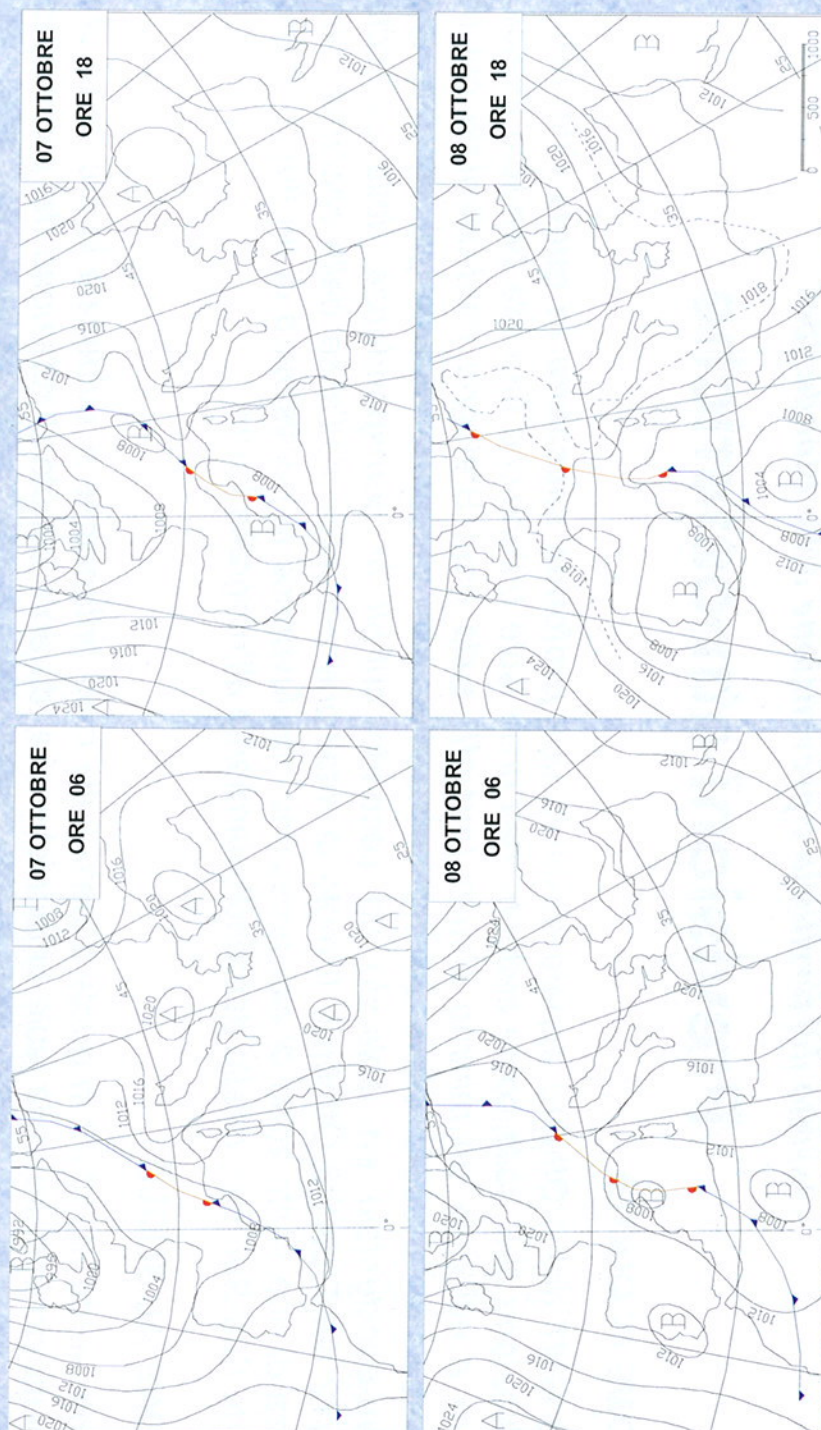
Evento del 7-8 Ottobre 1970

**INQUADRAMENTO
DEI BACINI DEL
T.POLCEVERA, DEL
T.BISAGNO E DEL
T.LEIRO**



Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Condizione sinottica



Mappe di pressione al suolo sull'Europa meridionale relative a differenti istanti temporali nei giorni 7-8 Ottobre 1970 (ore GMT).

Previsioni atmosferiche

▪ SITUAZIONE IN QUOTA

Alle ore 0.00 GMT del 7 Ottobre appare evidente una **profonda saccatura in quota** (850 hPa) il cui asse si estende in direzione N-E dalle coste settentrionali delle isole britanniche fino alla penisola iberica. All'interno di tale saccatura è evidente un **minimo chiuso (cut-off)** sulla gran Bretagna nord-orientale cui corrisponde un minimo di pressione al suolo. Nelle 24 ore successive tale saccatura diventa più aguzza, spingendosi fino all'Africa nord-occidentale ed isolando un secondo cut-off in corrispondenza della penisola iberica sud occidentale (12 GMT dell' 8 Ottobre). Il moto di rotazione antiorario dell'asse della saccatura viene ostacolato dalla presenza di una vasta zona di alta pressione che favorisce la persistenza di un flusso di aria caldo-umida proveniente da Sud-Sud-Est, diretta perpendicolarmente all'orografia ligure.

▪ SITUAZIONE AL SUOLO

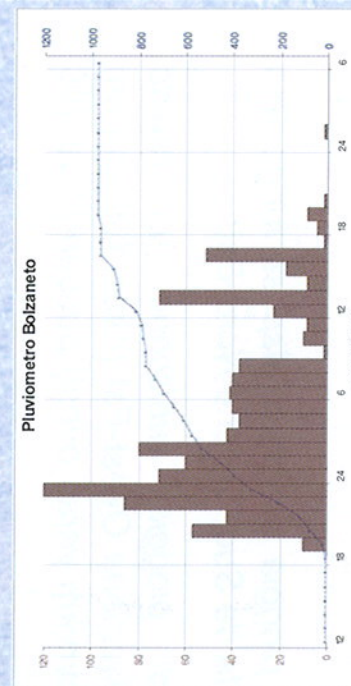
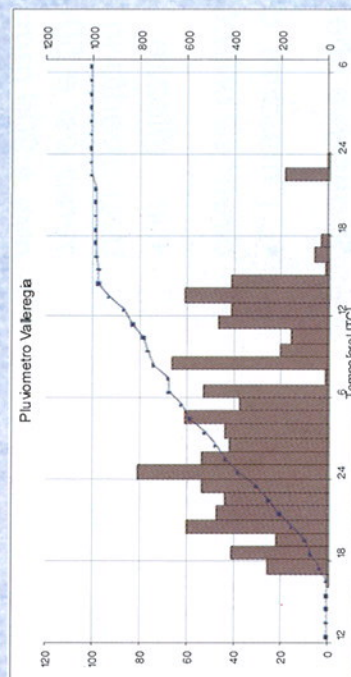
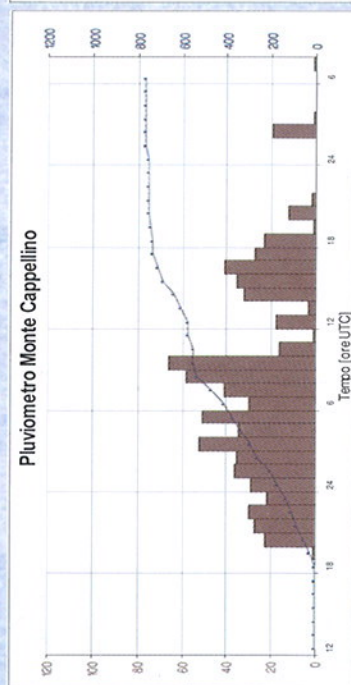
Corrispondentemente al cut-off in quota situato sulle isole britanniche si evidenzia la presenza di un **minimo di pressione** piuttosto intenso sulle isole britanniche che, durante il moto di rotazione del proprio asse, genera un minimo secondario sul lato orientale della penisola iberica per ciclogenesi baroclino-orografica.

Una vasta area di alta pressione posizionata sull'Europa orientale, crea una situazione di blocco e favorisce la permanenza di condizioni di instabilità sul Mediterraneo occidentale ed un'intensa avvezione di aria caldo-umida dal Nord Africa.

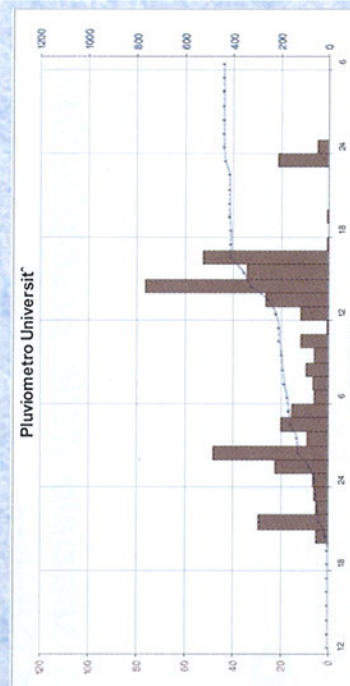
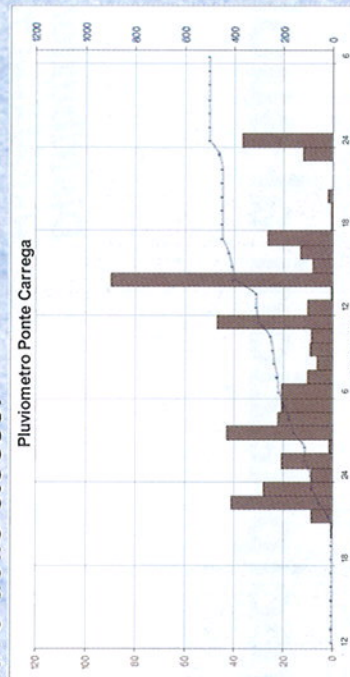
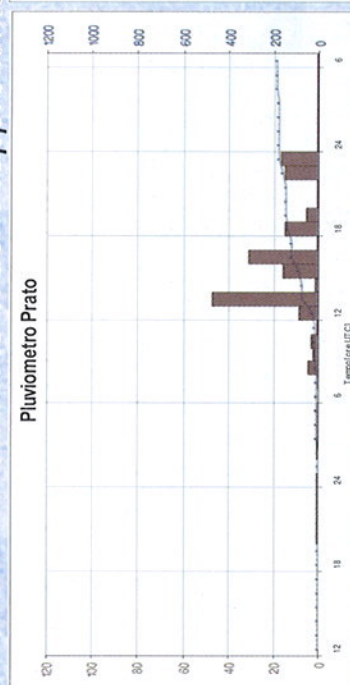
La presenza di un ostacolo orografico (l'Appennino ligure) ortogonale alla direzione del flusso d'aria caldo-umida, unita alle condizioni di accentuata instabilità atmosferica, favorisce i moti ascensionali (up-lift orografico) e, di conseguenza, la formazione di nubi convettive a forte sviluppo verticale: le precipitazioni risultano pertanto persistenti e di eccezionale intensità.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Precipitazioni al suolo

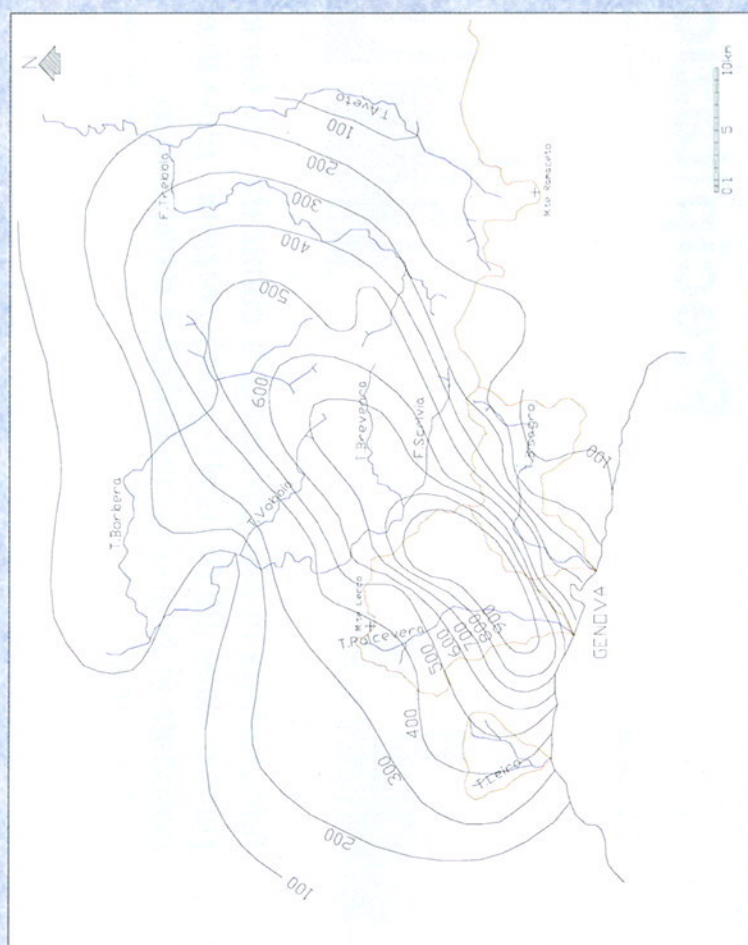


Ietogramma di pioggia oraria e cumulata, sul bacino del T. Polcevera, rilevata nei giorni 7-8 Ottobre, a partire dalle 06.00 GMT, dalle stazioni pluviometriche di Monte Cappellino, Valleregia e Bolzaneto, collocate in zone rappresentative dello stesso.



Ietogramma di pioggia oraria e cumulata, sul bacino del T. Bisagno, rilevata nei giorni 7-8 Ottobre, a partire dalle 06.00 GMT, dalle stazioni pluviometriche di Prato, Ponte Carrega e Università, collocate nel medio e basso bacino.

Precipitazioni al suolo



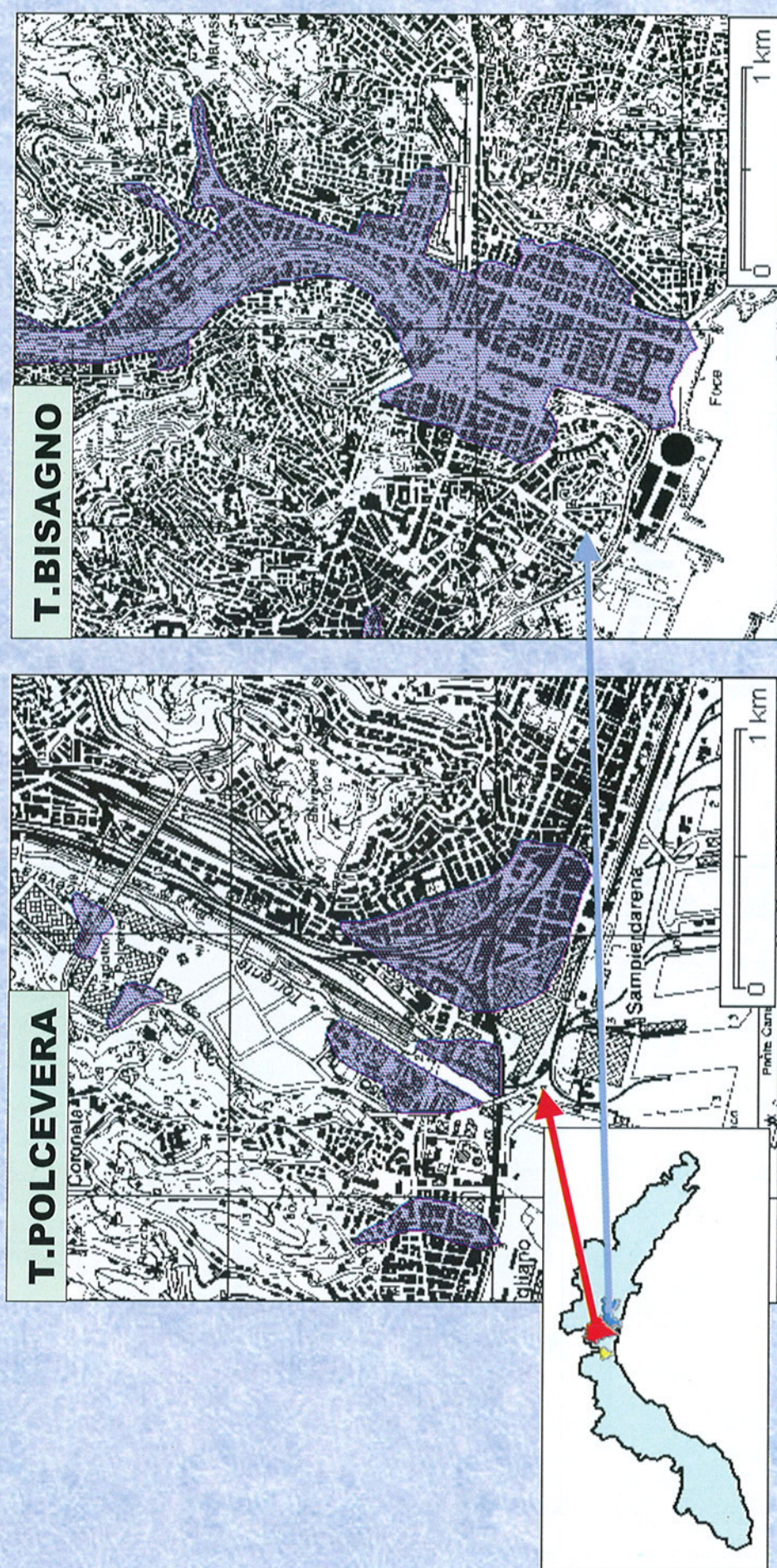
**Distribuzione spaziale delle precipitazioni
dei giorni 7-8 Ottobre.**

ISOIETE TOTALI sulle 48 ore

Si osserva che:

- i massimi di pioggia risultano disposti lungo una direttrice orientata da Sud-Ovest a Nord-Est;
- le altezze di pioggia subiscono un rapido decremento in direzione Ovest-Est (circa 100 mm/km verso est e 50 mm/km verso ovest) passando da 400 mm a 900 mm;
- l'area interessata da altezze di precipitazione superiori a 300 mm in 24 ore è di circa 290 Km²

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

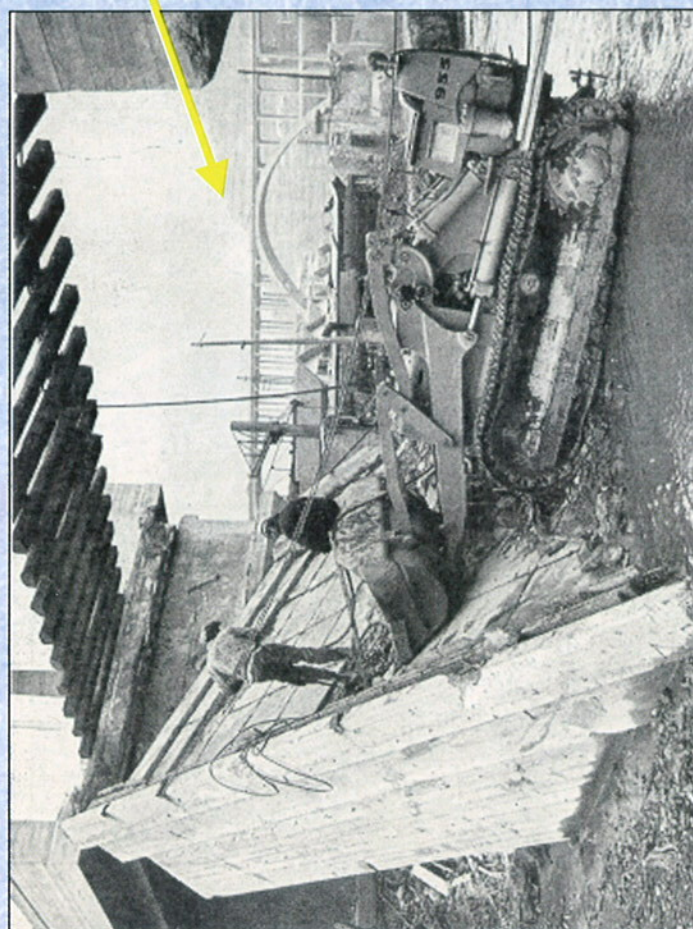


Estensione delle AREE INONDATE nel tratto terminale dei bacini del T. Polcevera e del T. Bisagno

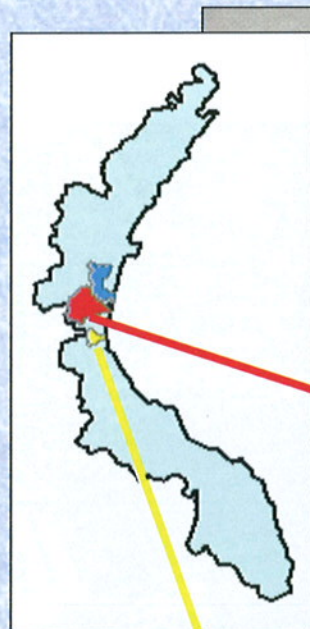
Effetti al Suolo

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Effetti al Suolo

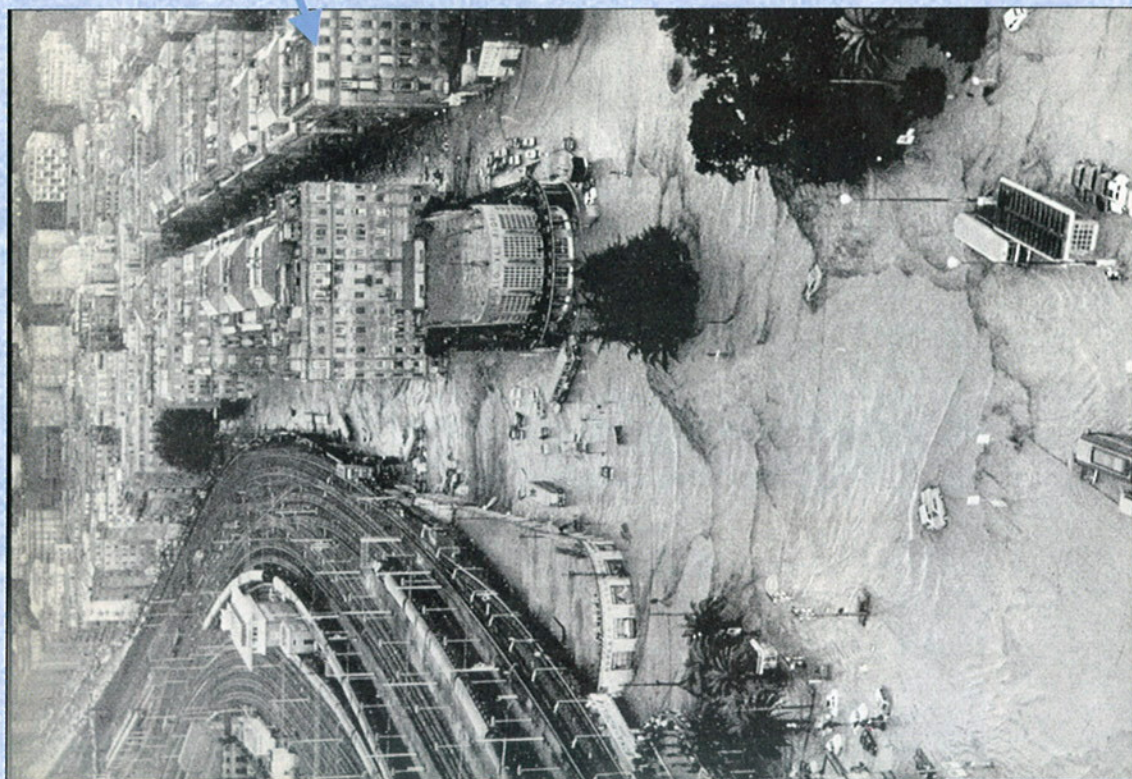


TORRENTE LEIRA: crollo del ponte ferrovia in cemento armato



TORRENTE POLCEVERA: durante l'evento è transitata una portata (con periodo di ritorno di circa 200 anni) di circa 1700 m³/s pari a quella che normalmente defluisce nel Fiume Po.

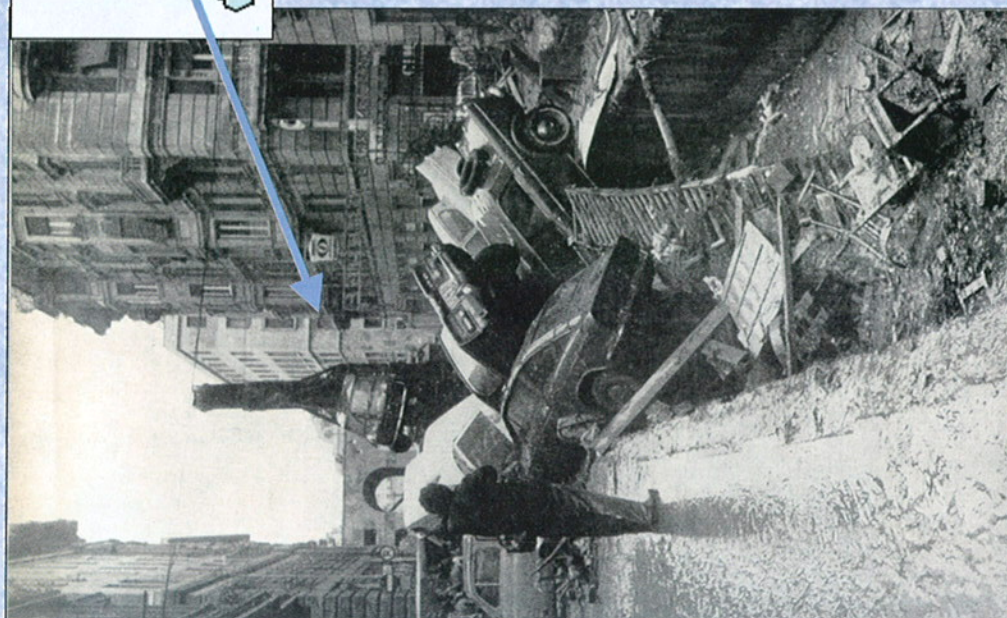
Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni



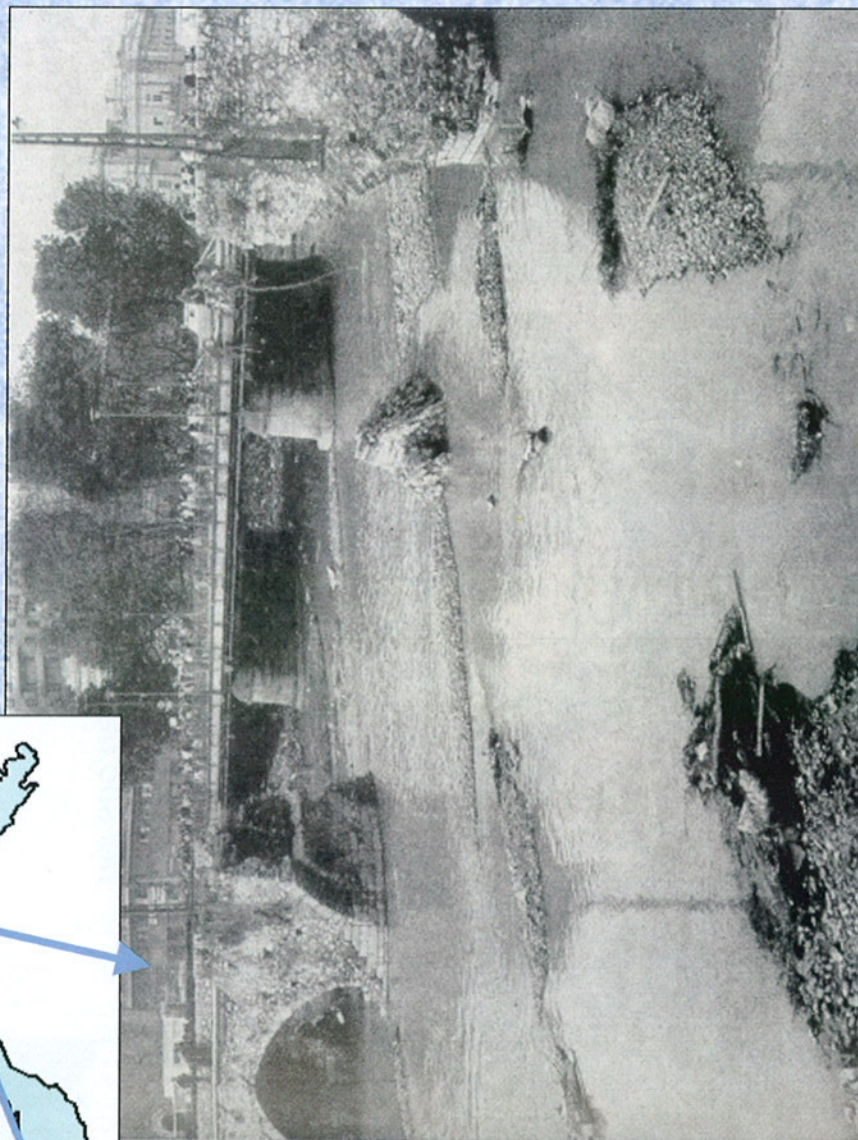
TORRENTE BISAGNO (Stazione di Brignole):
allagamento del centro cittadino in corrispondenza della copertura (L. 1,2 km) del corso d'acqua nel suo tratto terminale.

Durante l'evento la portata defluita è stata di circa 1300 m³/s a fronte dei 500 m³/s che la copertura è in grado di smaltire. Per tal motivo in prossimità della ferrovia l'acqua ha raggiunto tiranti idrici superiori a 2 m.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni



TORRENTE BISAGNO (via Ippolito d'Aste): effetti della piena sulla copertura di un rio sotterraneo.

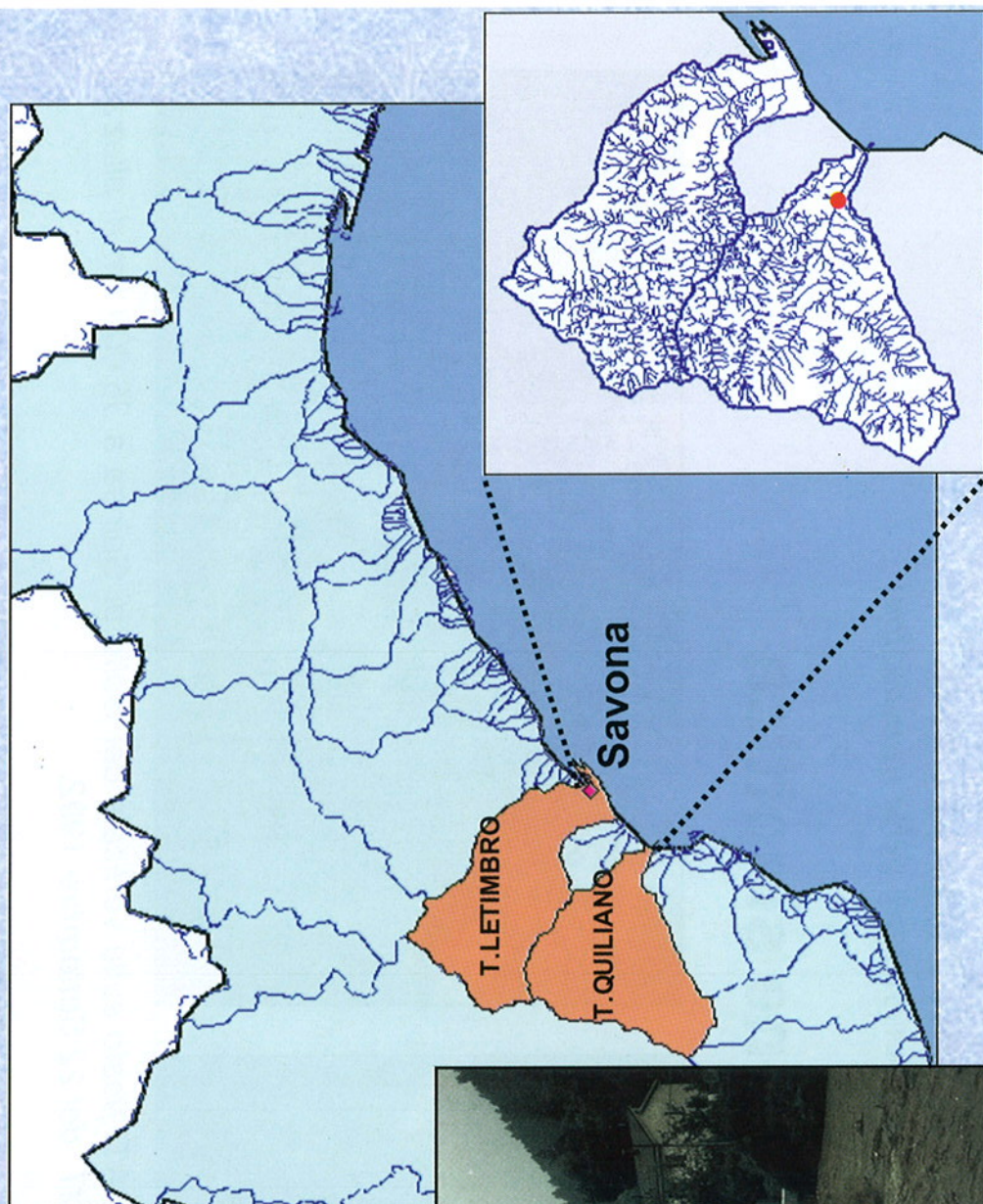


TORRENTE BISAGNO (Borgo Incrociati ponte di S. Agata): crollo del ponte ad opera della piena

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Evento del 22-23 Settembre 1992

INQUADRAMENTO
DEI BACINI DEL
T.LETIMBRO E DEL
T.QUILIANO



Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Condizione sinottica

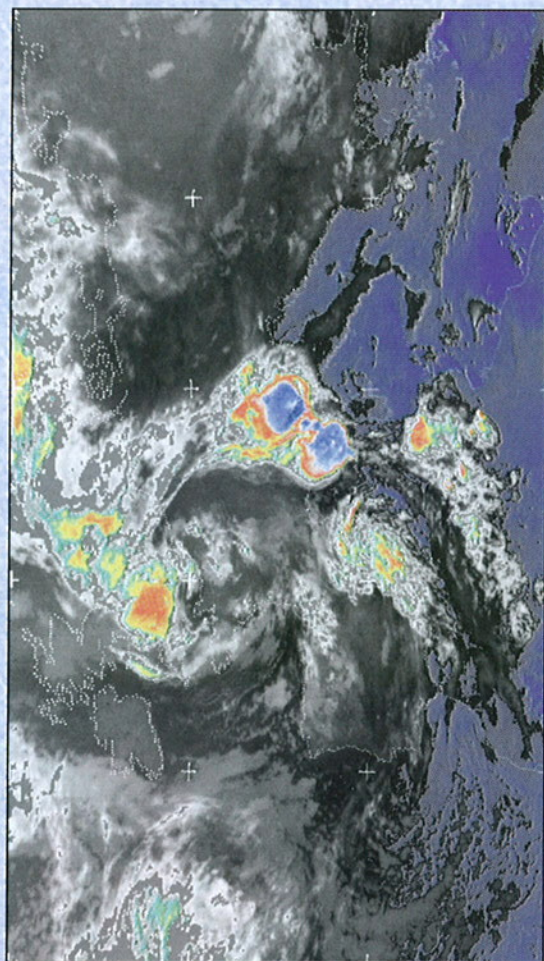
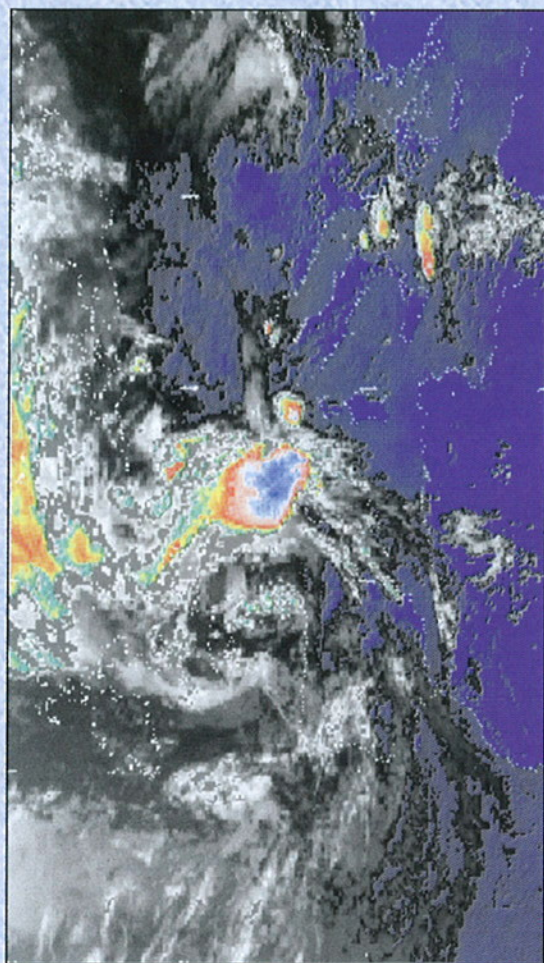
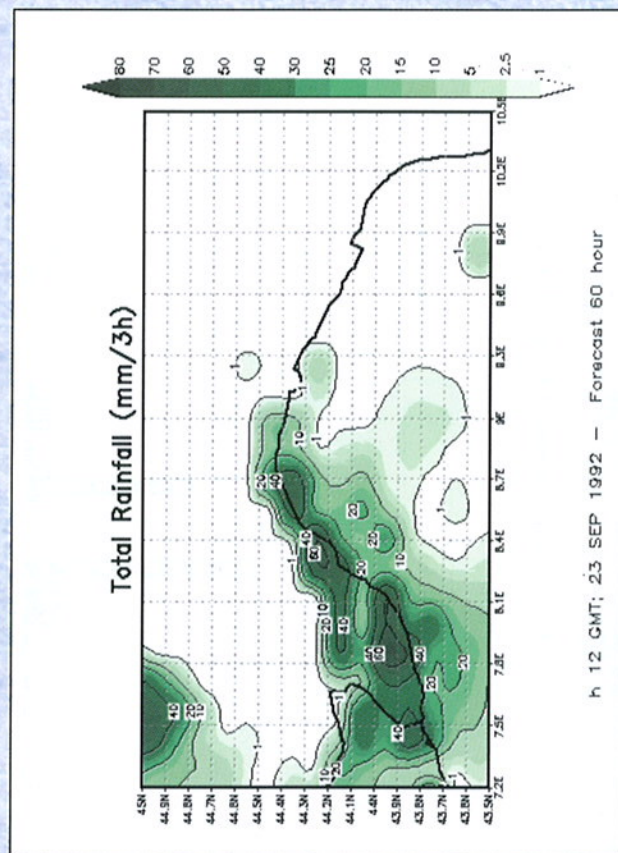
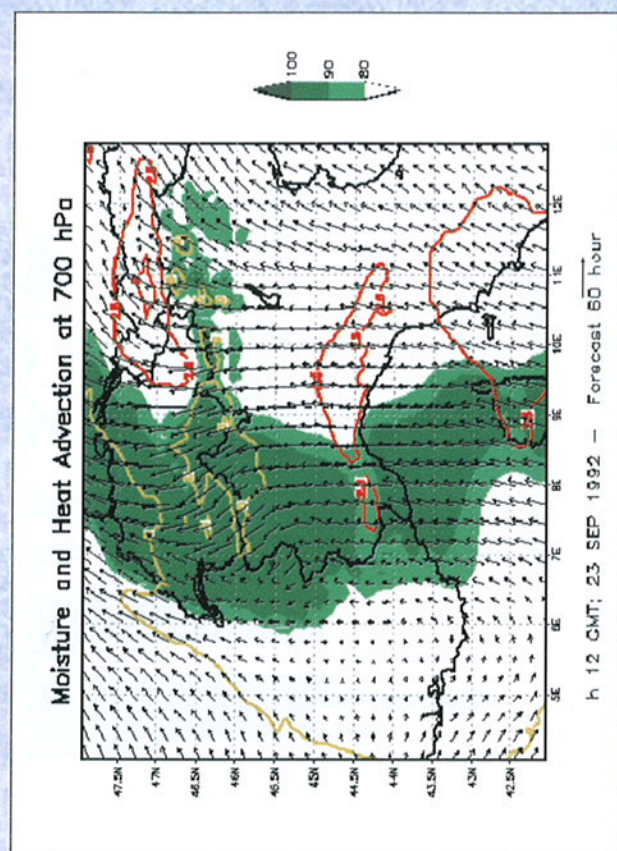


Immagine dal satellite geostazionario METEOSAT, posta sulla verticale del Golfo di Guinea a 36.000 km di altezza, ripresa alle ore 10.00 GMT ed alle ore 22.00 GMT del 22 Settembre 1992.

**PERMANENZA DI UN CLUSTER CONVETTIVO
FORTEMENTE SVILUPPATO SUL MAR LIGURE**

Programma Operativo INTERREG II C
Aspetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Previsioni atmosferiche



Previsioni del campo di advezione d'umidità a 700 hPa e del campo di precipitazione a 60 ore, relative al giorno 23 Settembre 1992, ottenute a partire dall'analisi delle ore 0:00 GMT del giorno 21 Settembre 1992 con il modello **LILAM (Liguria Limited Area Model) su una finestra spatio-temporale di 10x10 km ogni 3 ore.**

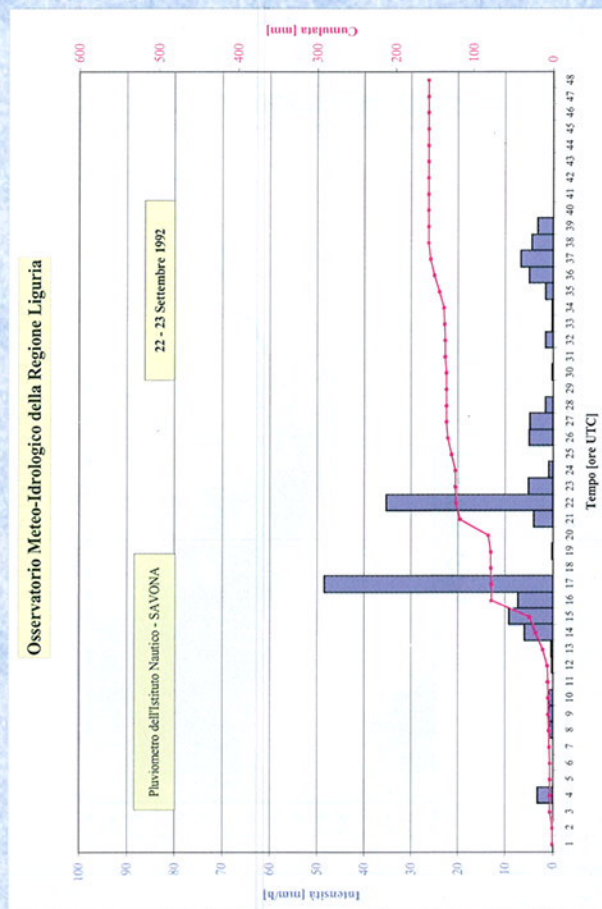
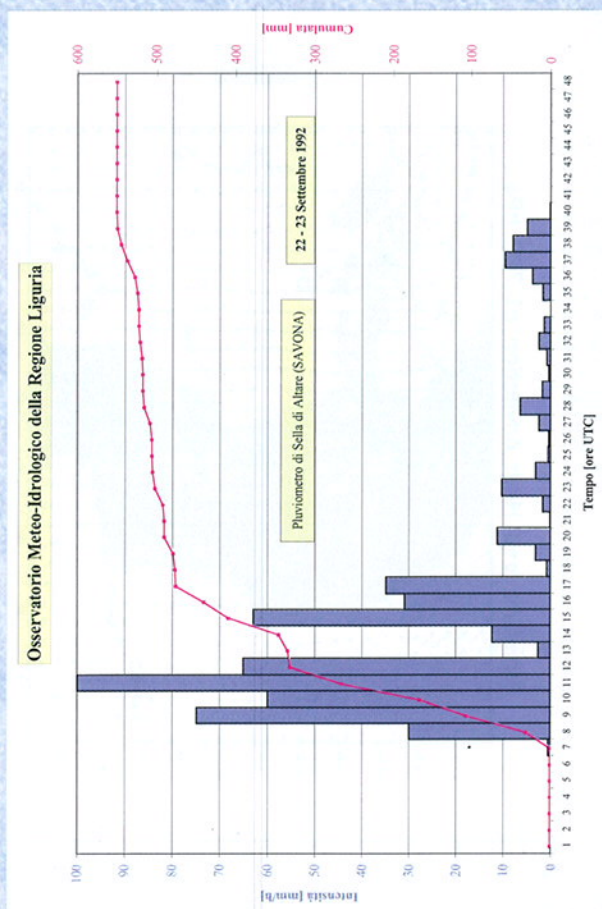
PREVISIONE DEL
MODELLO LILAM



CORRETTA SPAZIALMENTE E NEI TOTALI DI PRECIPITAZIONE PREVISTI
ERRATA NEL TEMPO CON UN RITARDO DI CIRCA 20 ORE

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Precipitazioni al suolo



Ietogramma di pioggia oraria e cumulata sulle 48 ore rilevata a partire dalle 00.00 GMT del 22 Settembre 1992 al pluviometro di Sella di Altare (SAVONA) e all'Istituto Nautico di Savona

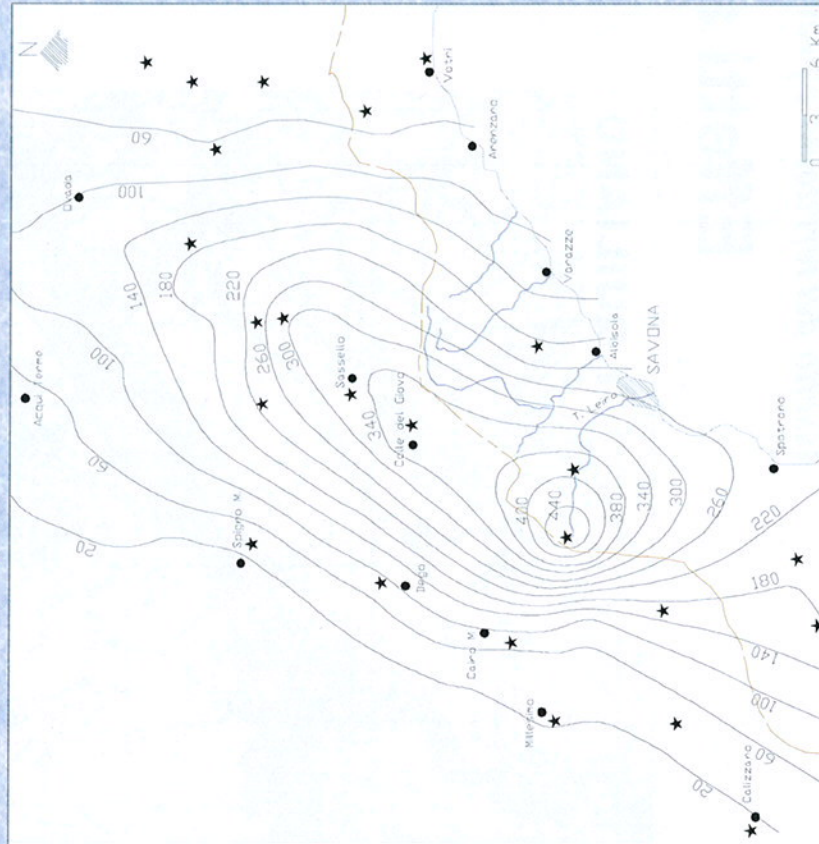
Precipitazioni al suolo

**Distribuzione spaziale delle precipitazioni
 del 22 Settembre 1992**

ISOIETE TOTALI (tra le ore 10 e le 22)

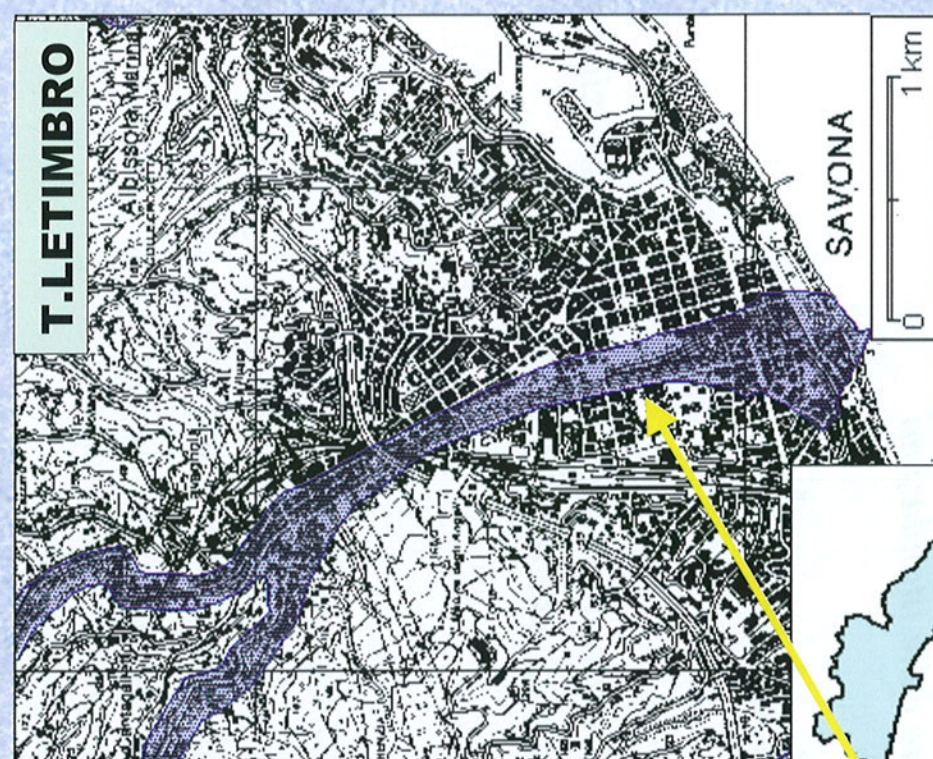
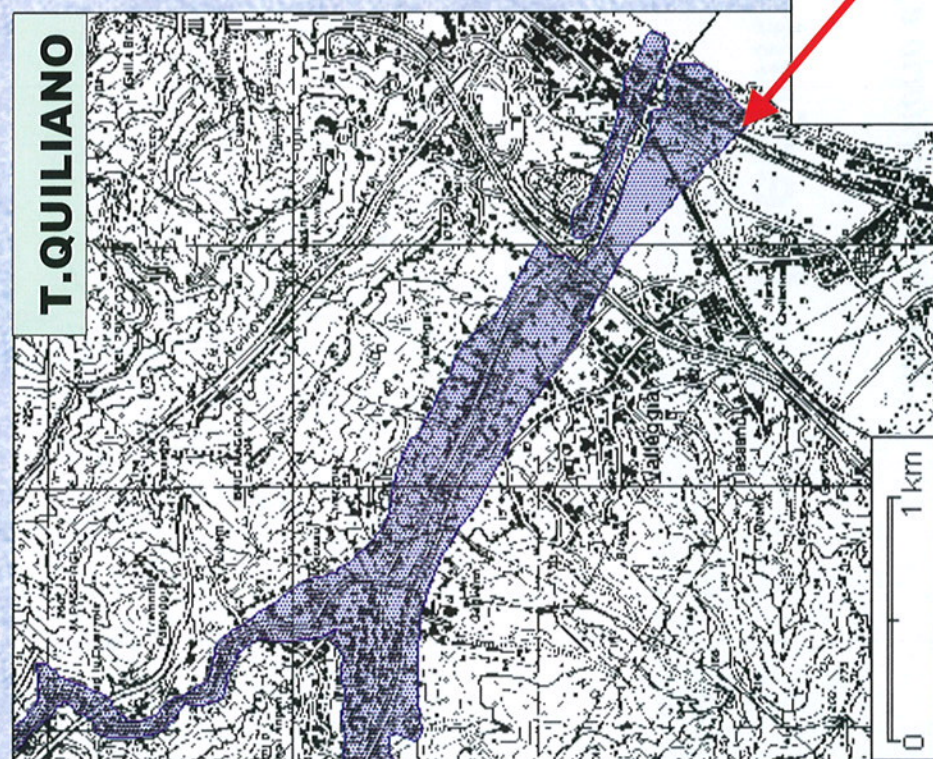
Si osserva che:

- il solido di pioggia ha una disposizione a dorsale orientata da Sud-Ovest a Nord-Est;
- I gradienti di pioggia sono diversificati: molto elevato ad ovest (circa 100 mm/km) e minore verso est (10 mm/km) ;
- l'area interessata da altezze di precipitazione superiori a 300 mm in 24 ore è di circa 220 Km²



Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Effetti al Suolo

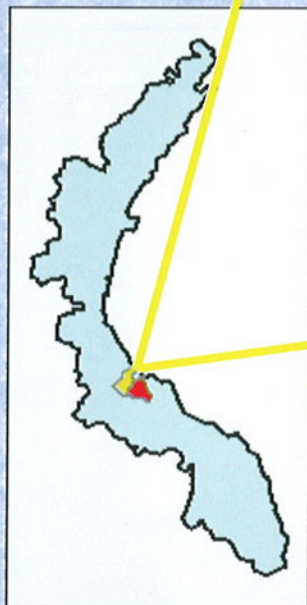


**Estensione AREE INONDATE nel
del T. Quiliano e del T. Letimbro**

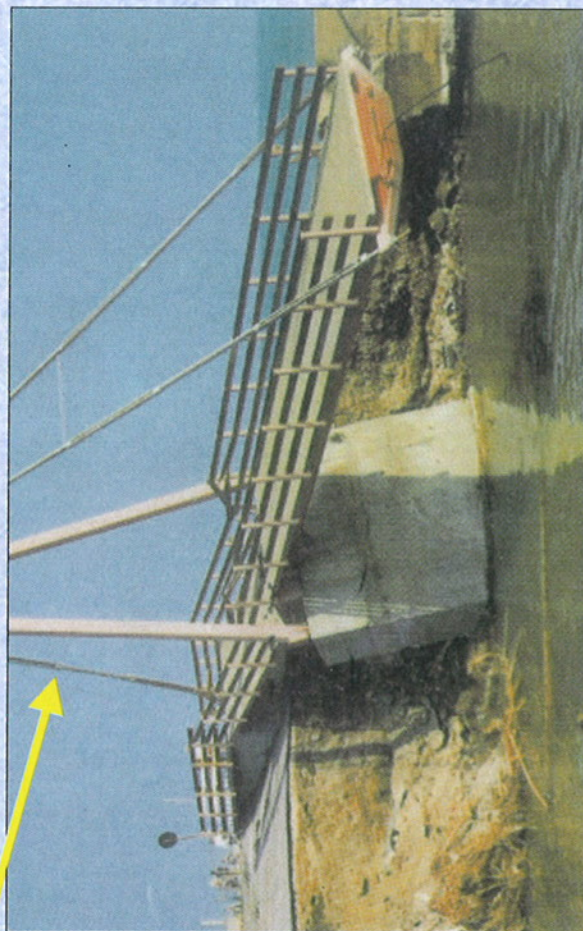
tratto terminale dei bacini

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Effetti al Suolo



TORRENTE LETIMBRO: portata di piena ordinaria in prossimità del centro cittadino a circa 1 km dalla foce.



TORRENTE LETIMBRO: passerella pedonale alla foce, danneggiata irrimediabilmente dall'evento e successivamente ricostruita

La portata stimata per l'evento risultò di circa 550 m³/s, con un tempo di ritorno stimabile in 25-50 anni.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Foto 1: ore 10.45 del 22

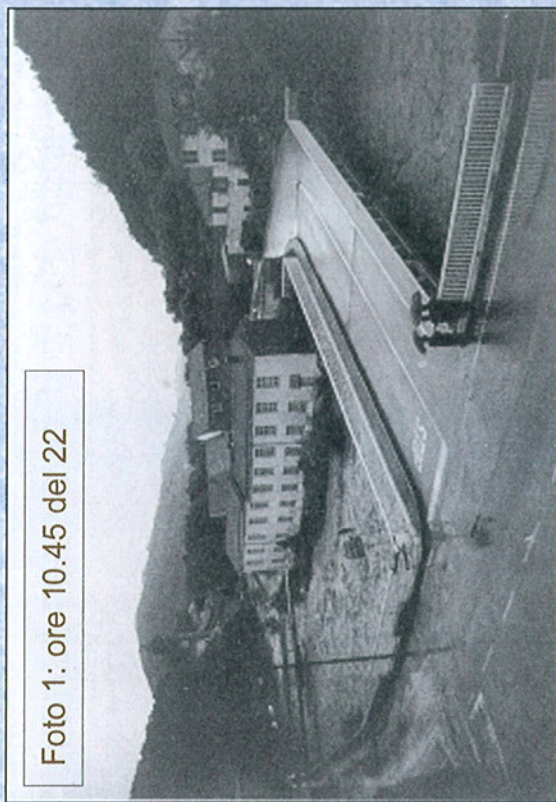


Foto 2: ore 15.30 del 22

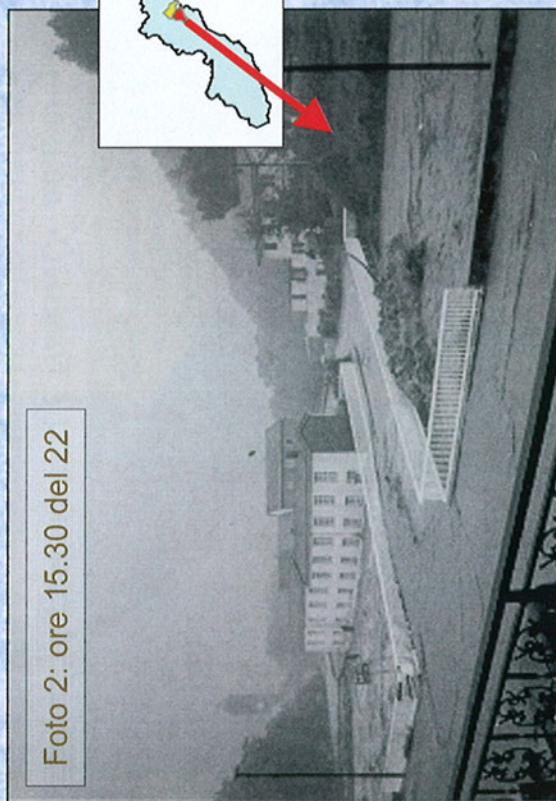
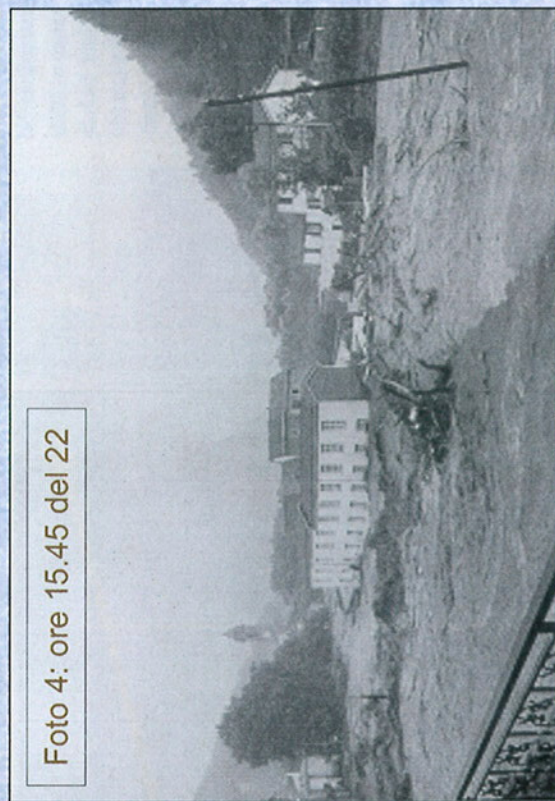


Foto 3: ore 15.40 del 22



Foto 4: ore 15.45 del 22



TORRENTE QUILIANO: Portata di piena straordinaria. Nelle fotografie è visualizzata l'evoluzione della piena

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

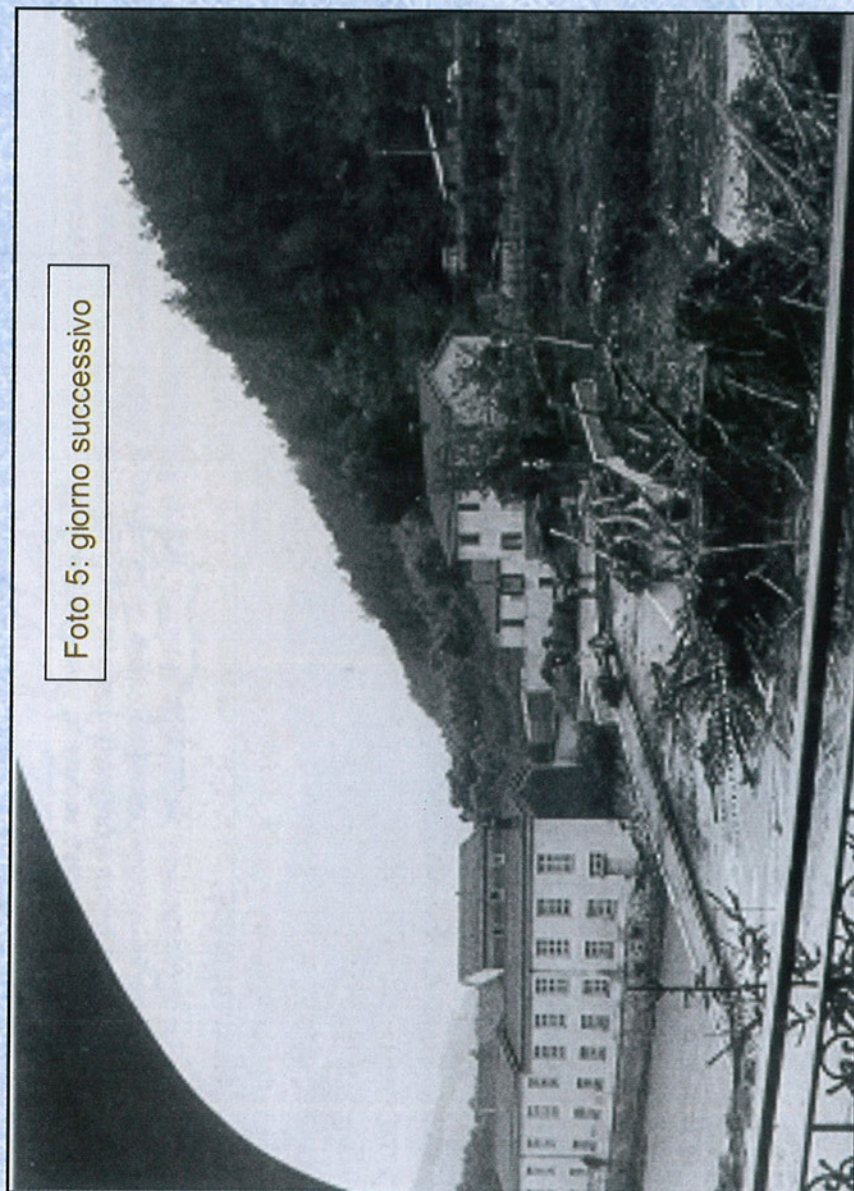


Foto 5: giorno successivo

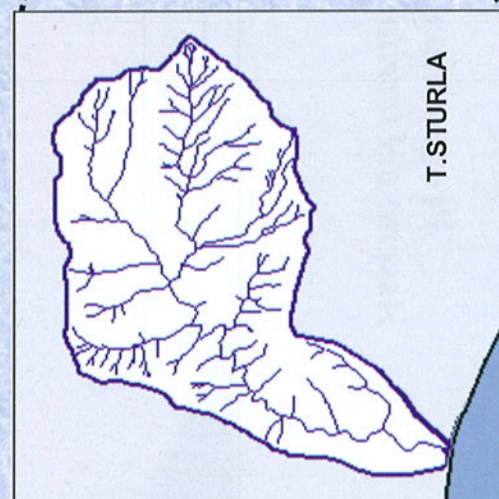
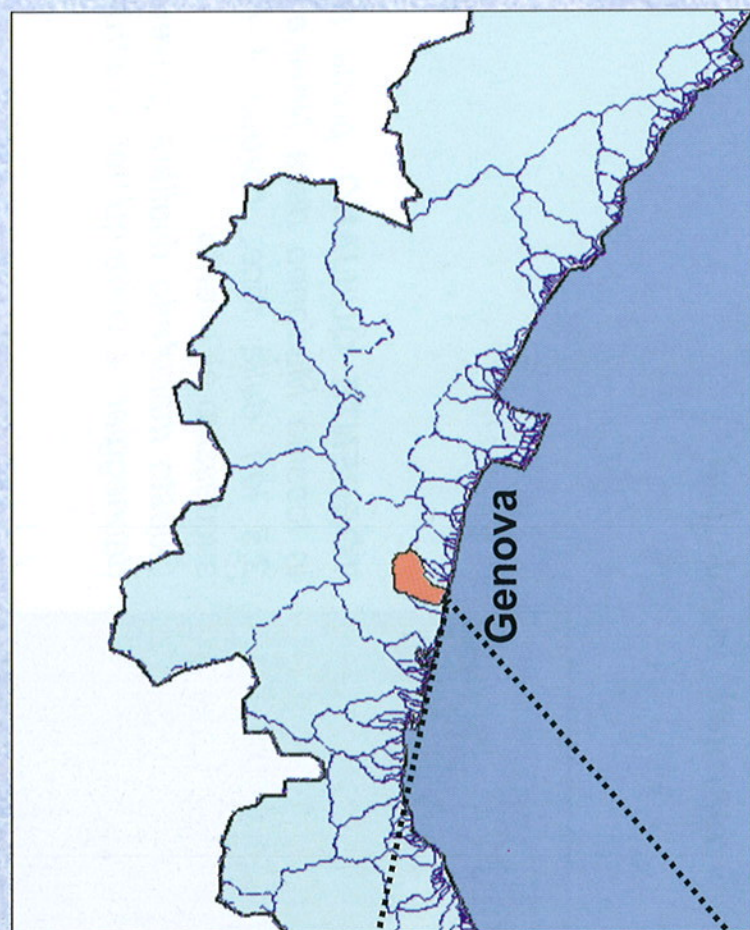
TORRENTE QUILIANO: ponte situato in località Madonna della Neve, a circa 3,5 km dalla foce, ripreso il giorno successivo all'evento. Questo manufatto risulterà gravemente danneggiato e verrà quindi ricostruito.

La portata stimata risultò per l'evento di circa 750 m³/s con un periodo di ritorno di 100 anni.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

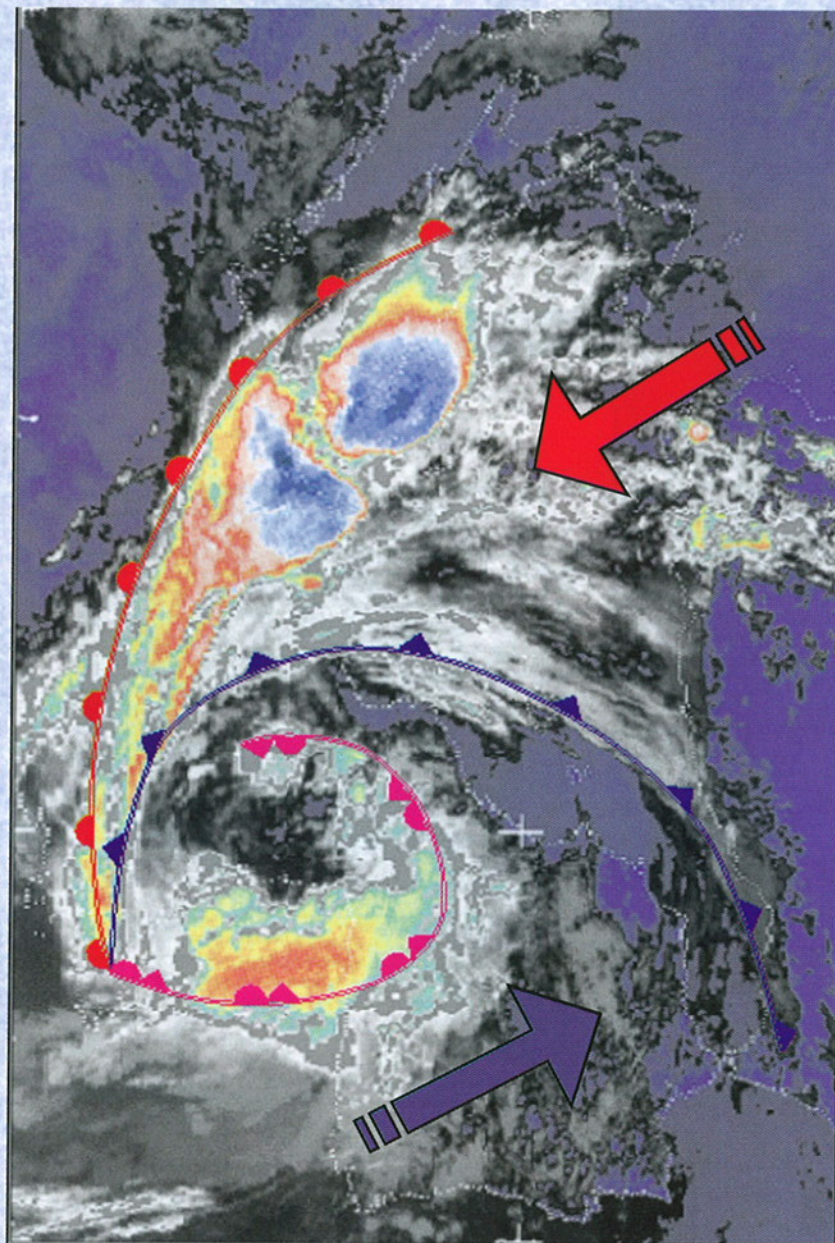
Evento del 27-28 Settembre 1992

**INQUADRAMENTO DEL
BACINO DEL T. STURLA**



Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Condizione sinottica



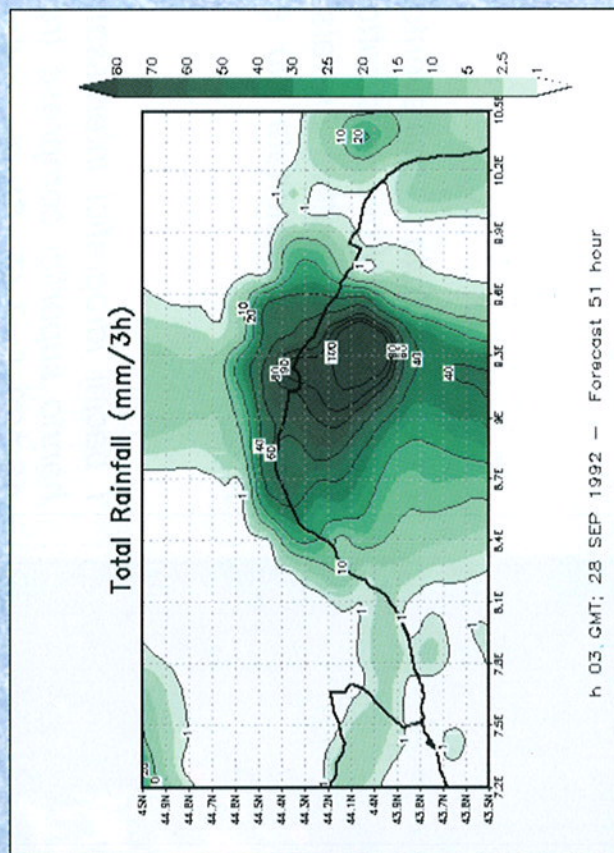
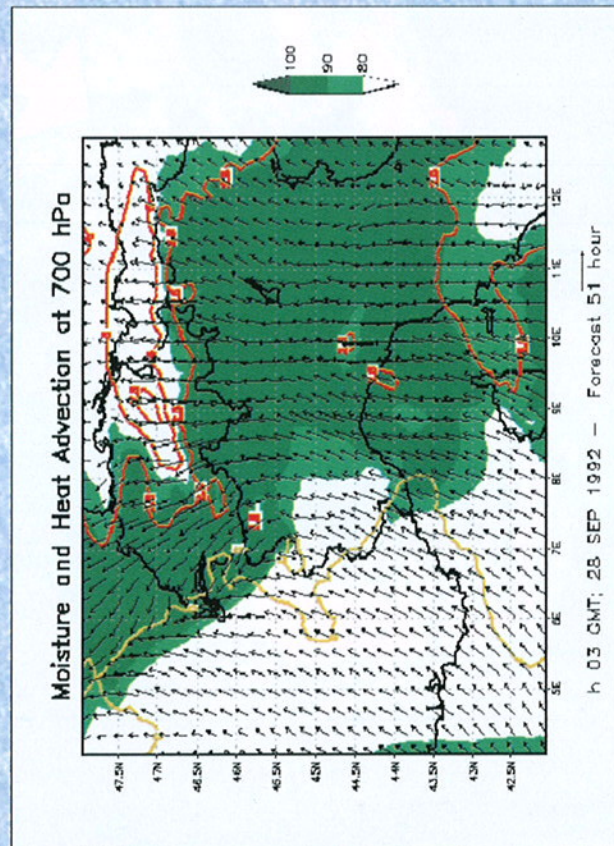
L'area colpita dall'evento alluvionale si trova al disotto della cella convettiva (in falsi colori blu) posizionata più a nord.

I bacini idrografici interessati hanno superfici comprese tra 15-100 km² (T. Sturla, sotto-bacini del T. Polcevera, T. Nervi, T. Bisagno).

Immagine ripresa dal satellite geostazionario METEOSAT alle ore 15:00 GMT del 27 Settembre 1992.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

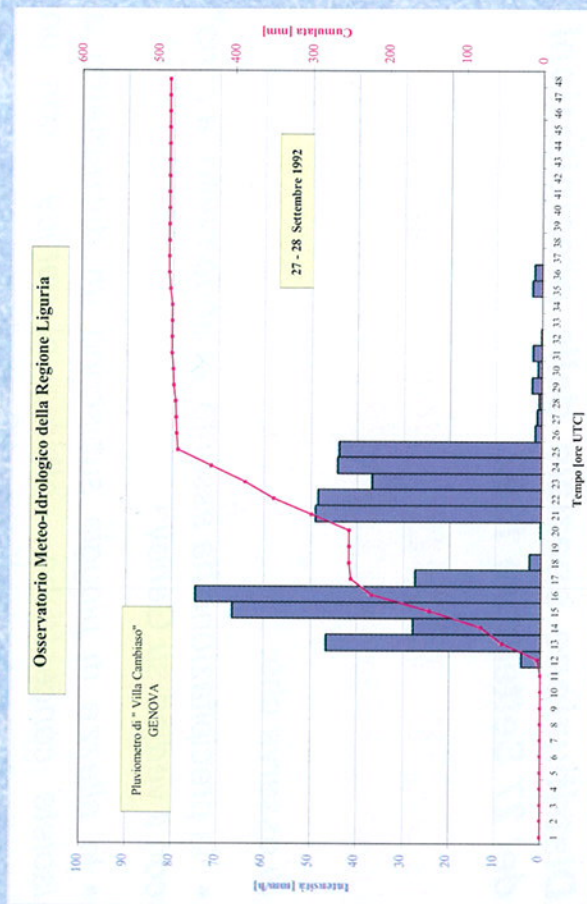
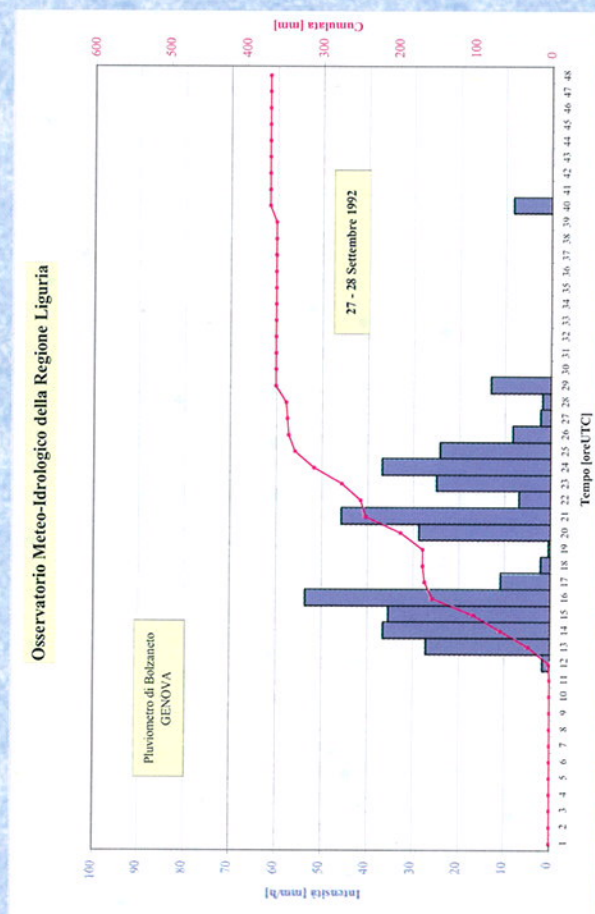
Previsioni atmosferiche



Previsioni del campo di advezione d'umidità a 700 hPa e del campo di precipitazione per il giorno 28 Settembre 1992, a 51 ore, ottenute a partire dall'analisi delle ore 0:00 GMT del giorno 26 Settembre 1992, con il modello **LILAM (Liguria Limited Area Model) su una finestra spazio-temporale di 10x10 km ogni 3 ore**

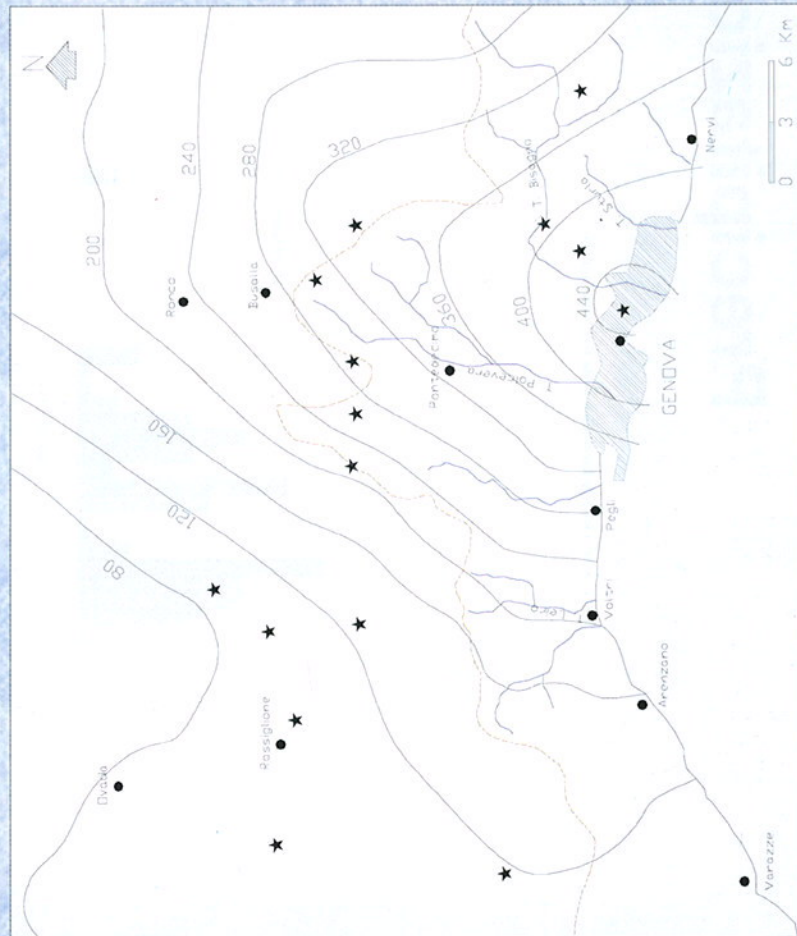
Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Precipitazioni al suolo



Ietogramma di pioggia oraria e cumulata rilevata a partire dalle 00.00 GMT del 27 Settembre 1992 al pluviometro di Genova Bolzaneto e di Villa Cambiaso - Facoltà di Ingegneria - Genova

Precipitazioni al suolo



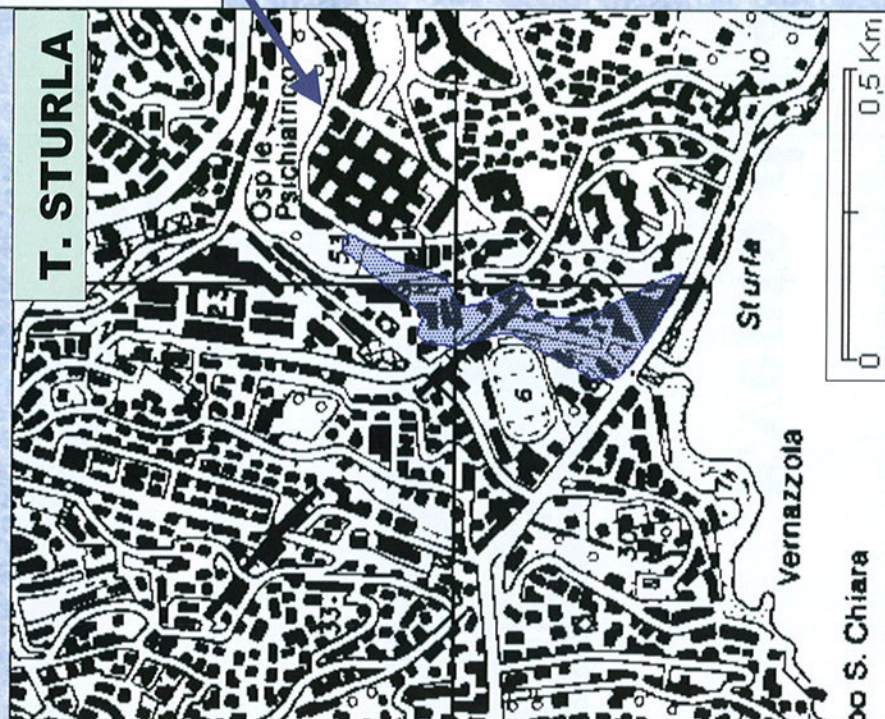
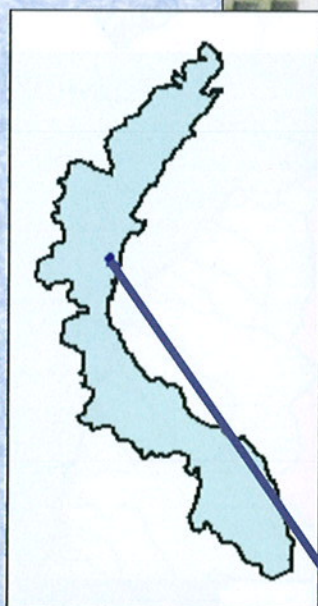
**Distribuzione spaziale delle precipitazioni
del 27 Settembre 1992**

**ISOIETE TOTALI (tra le ore 12 del
giorno 27 e le 03 del 28)**

Si osserva che:

- la precipitazione ha assunto un andamento "a cono" con il vertice su Genova;
- le altezze di pioggia subiscono un decremento a isoiete concentriche attorno al vertice con un gradiente costante di circa 20 mm/km;
- l'area interessata da altezze di precipitazione superiori a 300 mm in 24 ore è di circa 340 Km²

Effetti al Suolo



TORRENTE STURLA: ponte carrabile presso la foce danneggiato dall'evento e successivamente demolito.

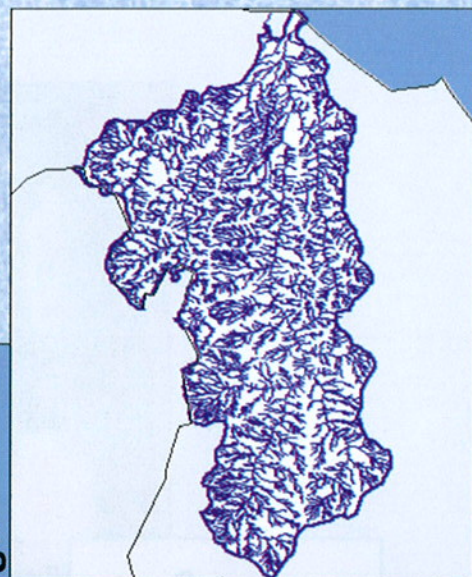
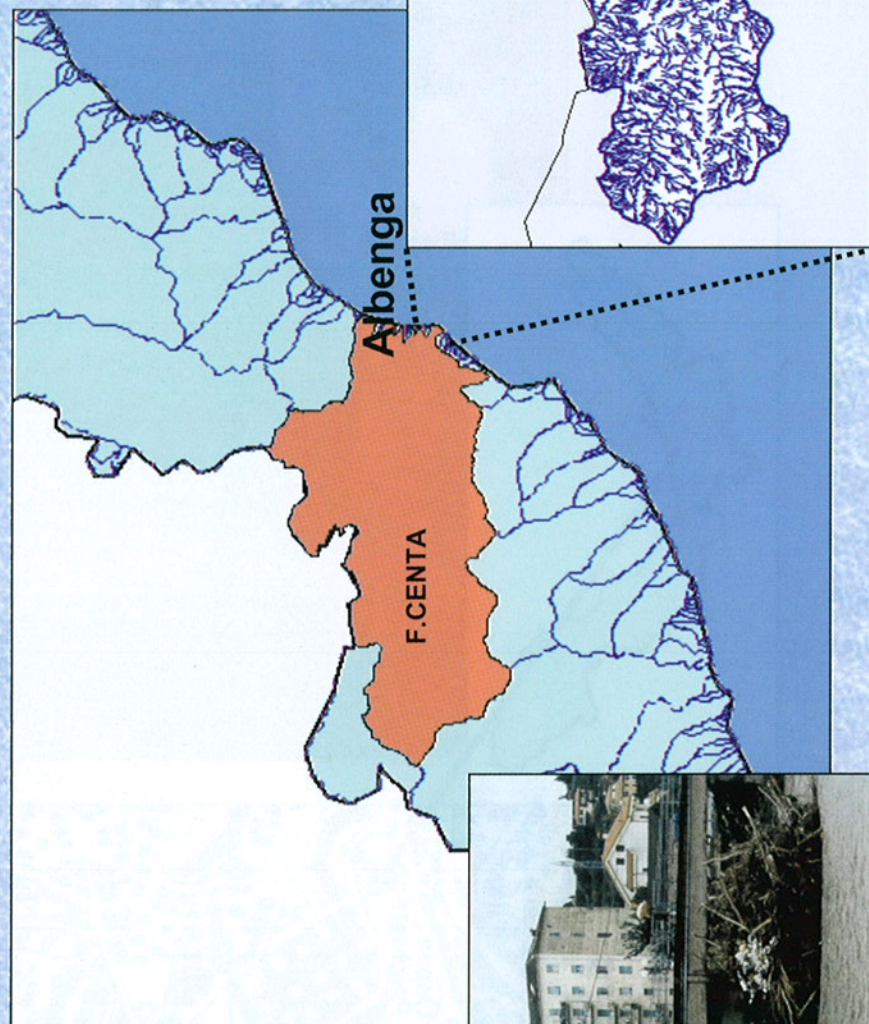
**Estensione delle AREE INONDATE
nel tratto terminale del bacino del
T. Sturla**

**La portata stimata risulta di circa 150 m³/s, con
un tempo di ritorno stimabile in 50 anni.**

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Evento del 4-5 Novembre 1994

INQUADRAMENTO
DEL BACINO DEL F.
CENTA



Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Condizione sinottica

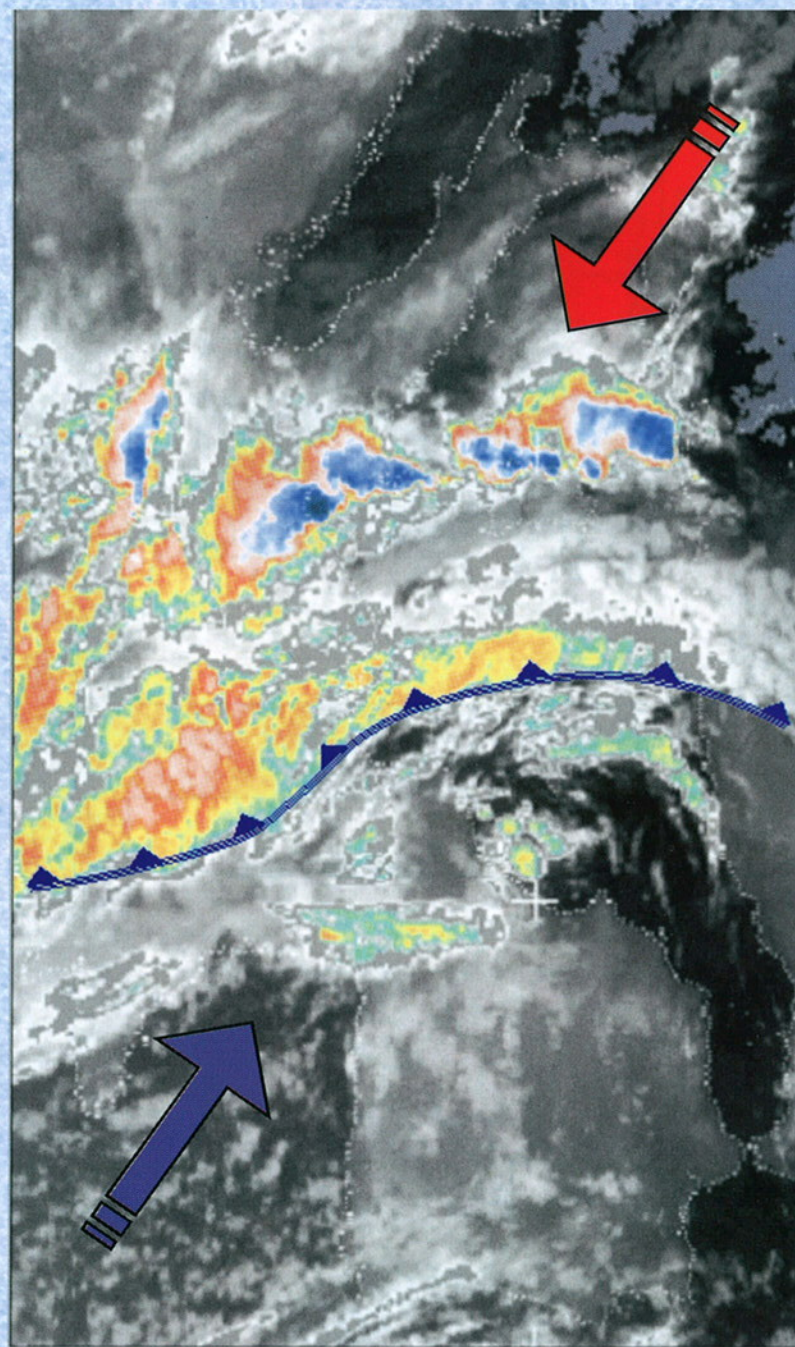
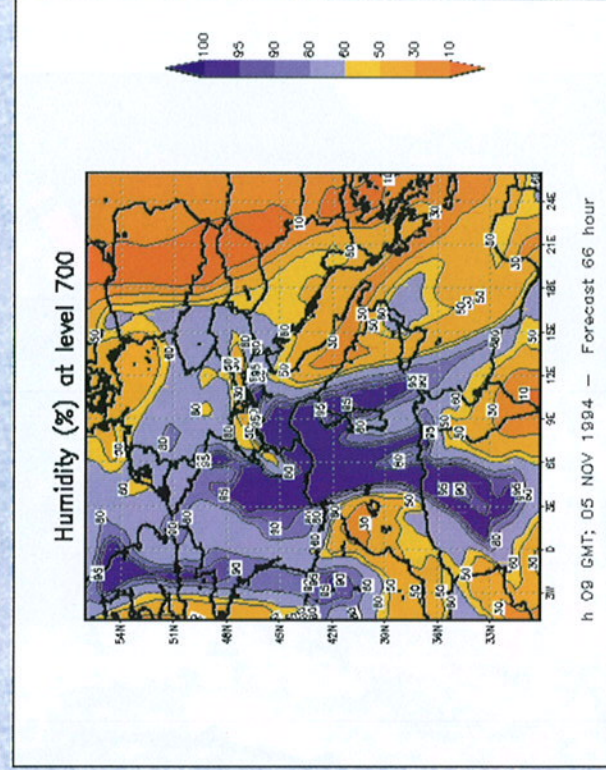
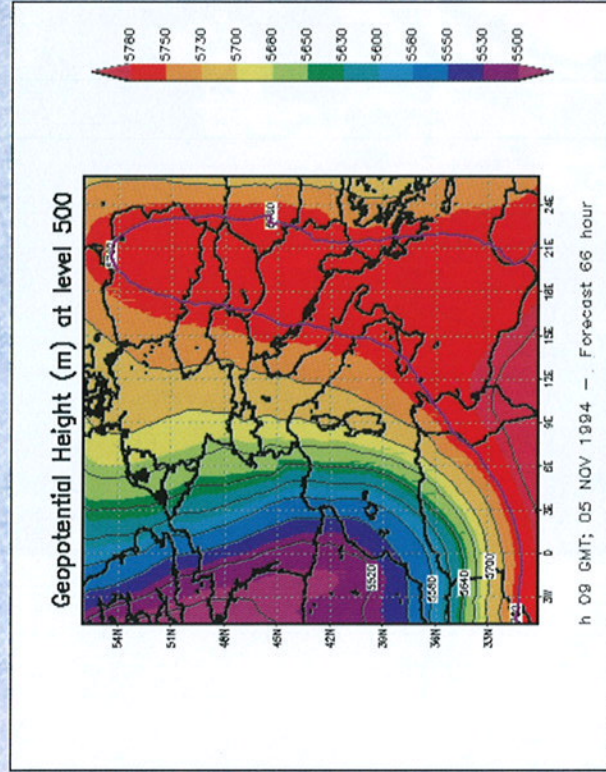


Immagine dal satellite geostazionario METEOSAT alle ore 15:00 GMT del 5 Novembre 1994.

Si evidenzia la presenza di una SQUALL LINE costituita da una serie di intense celle convettive di ridotte dimensioni spaziali situata nel settore caldo dell'area interessata dalla perturbazione.

Programma Operativo INTERREG II C
Aspetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Previsioni atmosferiche



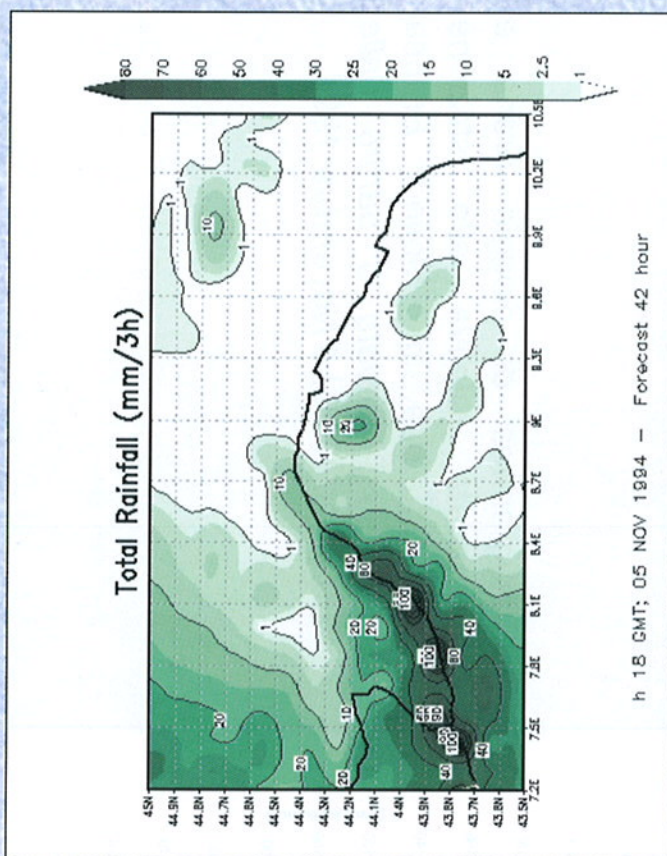
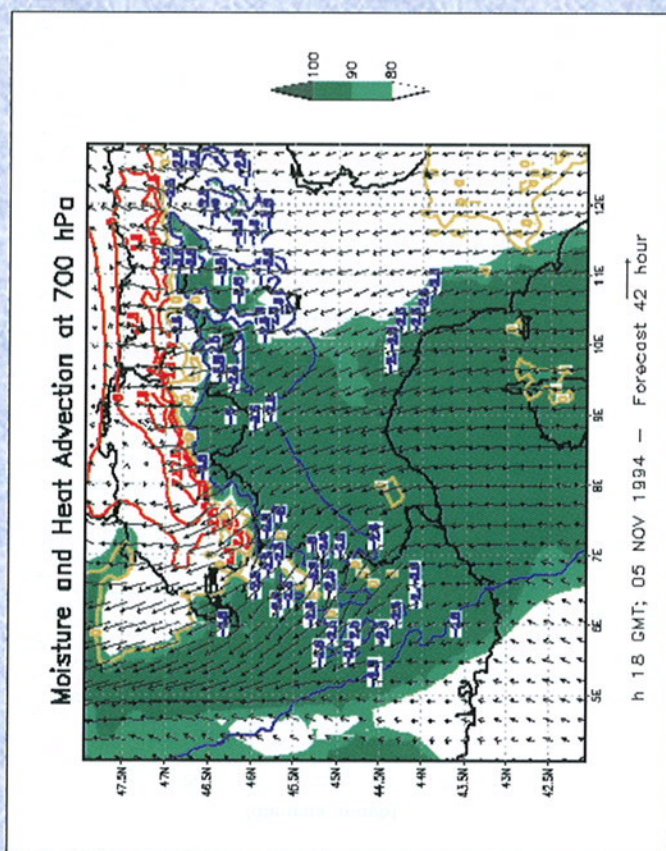
Previsione del campo di geopotenziale a 500 hPa e del campo di umidità a 700 hPa per il giorno 5 Novembre 1994 alle ore 9:00 GMT a partire dall'analisi delle ore 0:00 GMT del giorno 4 Novembre 1994, con il modello **DALAM (Data Assimilation Limited Area Model) su una finestra spazio-temporale di 30x30 km ogni 3 ore**

STRUTTURA A W
NEL CAMPO DI
GEOPOTENZIALE
A 500 hPa

SITUAZIONE DI BLOCCO SUI
BALCANI

PERSISTENZA DI FORTI
VENTI DA S-E CON
INTENSA AVVEZIONE DI
UMIDITA' A TUTTI I LIVELLI

Programma Operativo INTERREG IIC Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni



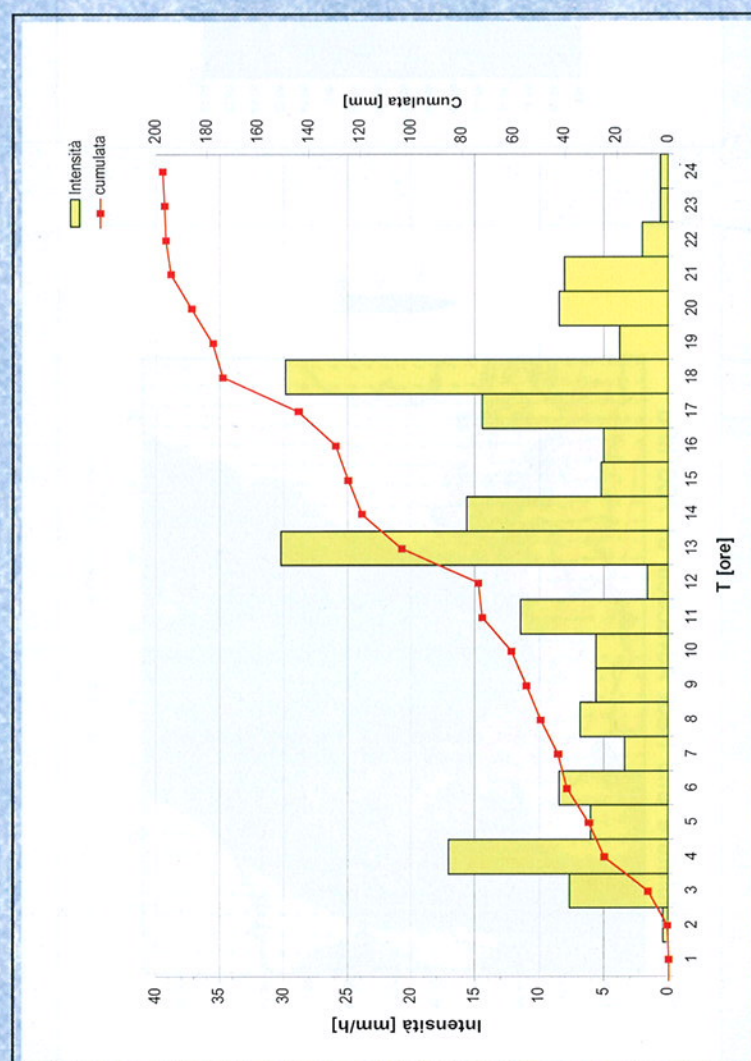
*Previsione del campo di advezione d'umidità a 700 hPa e del campo di precipitazione per il giorno 5 Novembre 1994, a 42 ore, a partire dall'analisi delle ore 0:00 GMT del giorno 4 Novembre 1994, con il modello **LILAM** (Liguria Limited Area Model) su una finestra spazio-temporale di 10x10 km ogni 3 ore*

PREVISIONE DEI MODELLI
DALAM E LILAM

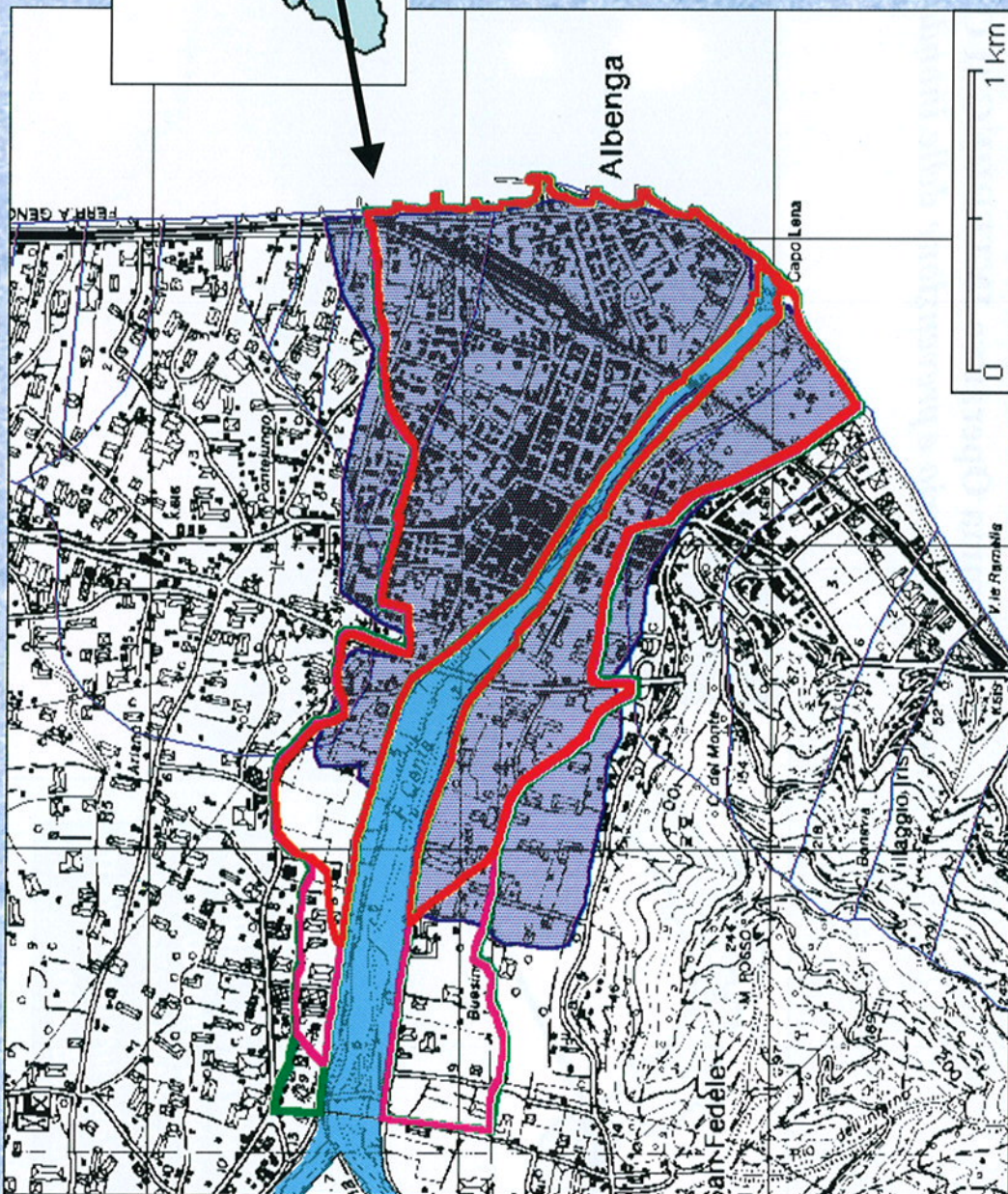
CORRETTA LOCALIZZAZIONE SPAZIO-TEMPORALE DELL'EVENTO
CORRETTA QUANTITATIVAMENTE SUI TOTALI DI PRECIPITAZIONE PREVISTI

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

Precipitazioni al suolo



letogramma di pioggia oraria e
cumulata relativa alla stazione
pluviometrica di Molino Branca
(Albenga) rilevata a partire dalle
00.00 GMT del 4 Novembre 1994.



Effetti al Suolo

Confronto tra le aree storicamente inondate (campite in blu) e le aree inondabili calcolate con il metodo "acqua in discesa" per differenti periodi di ritorno:

- In verde è rappresentata l'estensione dell'area inondabile con periodo di ritorno pari a 500 anni;
- in fucsia quella per periodo di ritorno 200 anni;
- in rosso quella di 50 anni;

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni

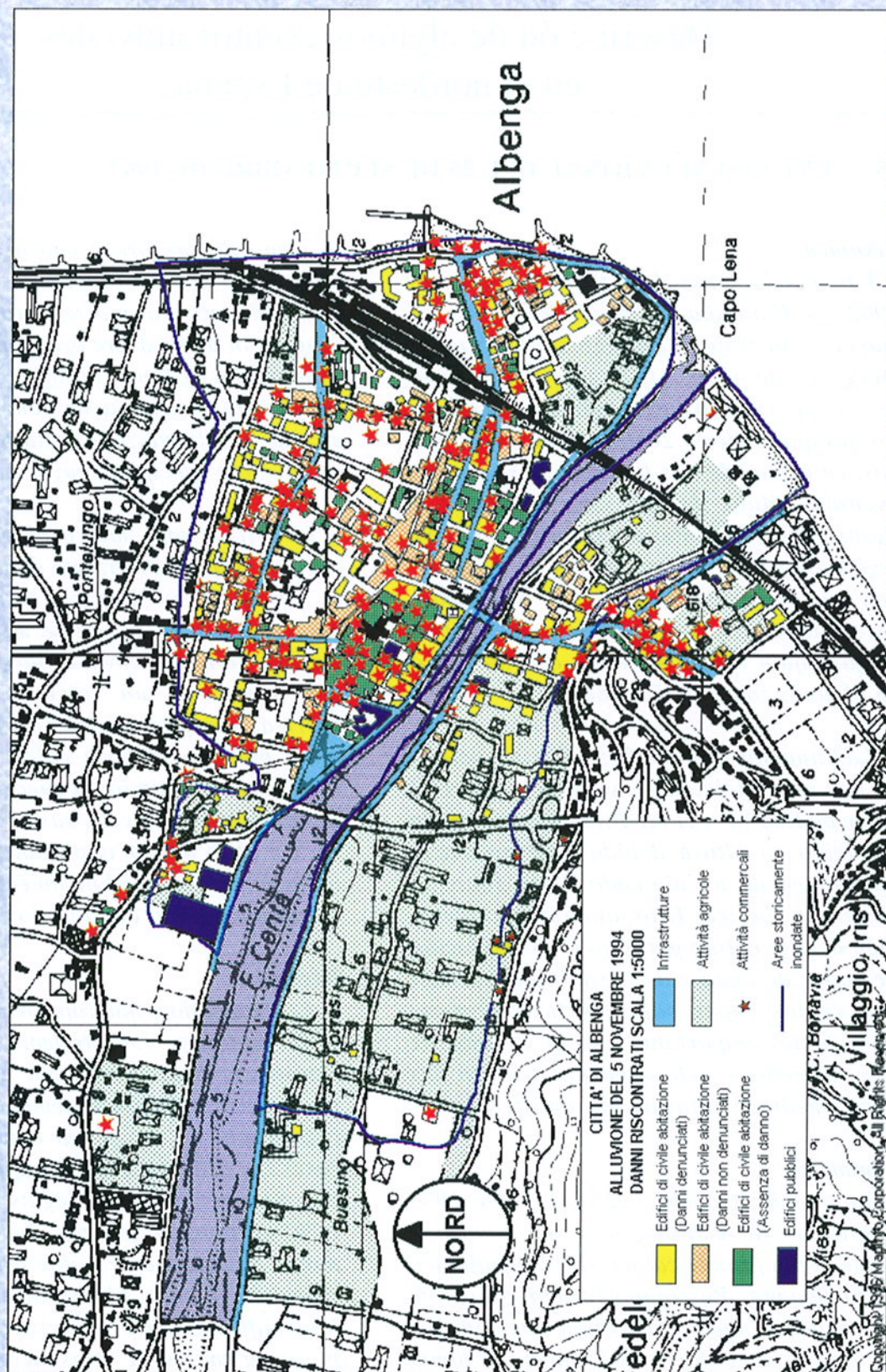


La portata stimata dell'evento risultò pari a circa 1400 m³/s con associato un periodo di ritorno di 25 anni.



FIUME CENTA: ponte sull'Aurelia, danneggiato irrimediabilmente dall'evento e successivamente demolito.

Programma Operativo INTERREG II C
Assetto del territorio e prevenzione delle inondazioni



Planimetria in scala 1:5000 con evidenziati gli edifici di civile abitazione, le attività produttive, le infrastrutture e gli edifici pubblici danneggiati

Descripción de algunos eventos aluviales en el nordeste de España

25. EVENTO ALUVIONAL DEL 25 DE SEPTIEMBRE DE 1962

Resumen

Las inundaciones del 25 de setiembre de 1962 en Cataluña se recuerdan como la mayor catástrofe hidrológica de España. Desgraciadamente fue una catástrofe récord en víctimas 815 muertos incluidos los desaparecidos y 2650 millones de pérdidas, en menos de dos horas a causa de una avenida súbita de los ríos Llobregat y Besós, y sus afluentes en su parte baja. Se registraron 212 mm en menos de 3 horas, con una intensidad máxima de 6 mm/min. Este episodio tuvo lugar después de una larga sequía (hacía 4 meses que no llovía en algunas zonas de España).

La situación meteorológica se caracterizó por un anticiclón en superficie sobre el oeste de Europa y el Mediterráneo asociado situación en altura debido a la presencia simultánea de un marcado surco sobre la Península Ibérica. Esto unido a una advección de aire cálido permitió la acumulación de vapor de agua y de inestabilidad potencial en las capas bajas de la troposfera. Otro factor importante fue la llegada de aire húmedo y relativamente frío en las capas medias y altas de la troposfera.

Sommario

Le inondazioni che il 25 settembre 1962 colpirono la Catalogna sono ricordate come la più grande catastrofe idrogeologica della Spagna. Purtroppo fu una catastrofe record per il numero di vittime che comportò: infatti, si contarono 815 morti e i danni ammontarono a 2650 milioni. Tutto accadde

in meno di due ore a causa di una piena improvvisa dei fiumi Llobregat e Besòs e dei loro affluenti. Furono registrati 212 mm di pioggia in meno di tre ore, con una intensità massima di 6 mm al minuto. L'evento si verificò in seguito a un lungo periodo di siccità (in alcune zone della Spagna non vi erano state precipitazioni per 4 mesi).

La situazione meteorologica in quel periodo era caratterizzata da un anticiclone in superficie sull'Europa Occidentale e sul Mediterraneo associato ad una "situazione omega" in quota dovuta alla presenza contemporanea di un solco sulla Penisola Iberica. A questo quadro occorre aggiungere la presenza di aria calda, che permise l'accumulo di vapore acqueo e di instabilità potenziale nei livelli bassi della troposfera. Un altro fattore importante fu l'afflusso di aria umida e relativamente fredda nei livelli medi e alti della troposfera.

Résumé

Les inondations qui frappèrent la Catalogne le 25 septembre 1962 restent la plus grande catastrophe hydro-géologique dont l'Espagne se souvient. Malheureusement, ce fut une catastrophe record de par le nombre de victimes qu'elle entraîna : en effet, on dénombrera 815 morts et les dégâts s'élevèrent à 2650 millions de pesetas. Tout se passa en moins de deux heures suite à une crue soudaine des fleuves Llobregat et Besòs et de leurs affluents. On enregistra 212 mm de pluie en moins de trois heures, avec une intensité maximale de 6 mm par minute. Cet

événement survint après une longue période de sécheresse (dans certaines régions d'Espagne, il n'y avait pas eu de précipitations depuis 4 mois).

La situation météorologique de cette période était caractérisée par un anticyclone en surface sur l'Europe Occidentale et sur la méditerranée, associé à une " situation oméga " en altitude due à la présence contemporaine d'un sillon sur la Péninsule Ibérique. Il faut ajouter à cette situation la présence d'air chaud qui permet une accumulation de vapeur d'eau et d'instabilité potentielle dans les couches inférieures de la troposphère. Un autre facteur important réside dans l'afflux d'air humide et relativement froid dans les couches intermédiaires et hautes de la troposphère.

25.1 AMBITO TERRITORIAL IMPLICADO

Las inundaciones del 25 de setiembre de 1962 en Cataluña se recuerdan como la mayor catástrofe hidrológica de España. Fue una catástrofe récord causada por una avenida súbita de los ríos Llobregat y Besós, y sus afluentes en su parte baja.

25.2 LA SITUACIÓN METEOROLÓGICA Y HIDROMETEOROLÓGICA

25.2.1 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO

Días precedentes

En los días que preceden al episodio se produce un fuerte calentamiento, en especial el día 24 en el que se llega a sobrepasar los 30°C. Sobre el oeste de Europa hay un anticiclón asociado a una dorsal en altura. El eje de la dorsal se sitúa al oeste de Cataluña



Fig. 25.1 Mapa de la inundación

hasta el día 25. El anticiclón favorece la creación de una capa de subsidencia que permite, junto con el fuerte calentamiento, la acumulación de aire húmedo y de inesta-

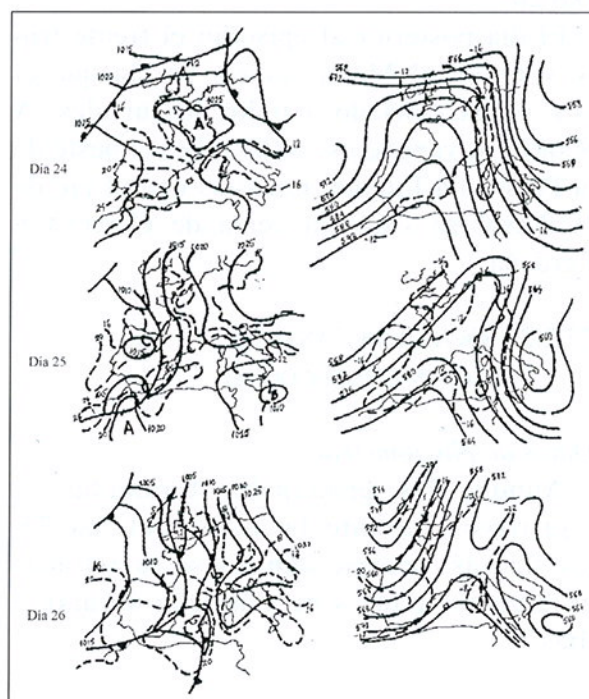


Fig. 25.2 Anàlisis en superfície i a 500hPa.

bilidad potencial en las capas bajas de la troposfera.

Día 25

El día 25 a las 00 TMG el anticiclón se ha retirado un poco hacia el este, mientras que el eje de la dorsal está cruzando Cataluña dejando tras de sí viento del SW a 500hPa. Se sitúa sobre Mallorca a la altura de 500hPa aire frío que es posible que llegue hasta Cataluña. Un frente frío separa una masa de aire frío y húmedo al oeste de la Península Ibérica, de otra cálida y seca al este. Sin embargo el frente no fue el responsable de la formación de las tormentas que dieron lugar a las avenidas, ya que cuando estas se produjeron, todavía no había llegado a Cataluña. A lo largo de este día se produjo una advección muy marcada de aire cálido y húmedo del SE sobre Cataluña lo que incremento la inestabilidad en bajos niveles.

Día 26

El día posterior al episodio el frente frío se sitúa en el Mediterráneo, por lo que el aire se ha enfriado a todos los niveles. A 500hPa la vaguada se sitúa sobre el oeste de la Península Ibérica, mientras que el eje de la dorsal se sitúa ya cerca de Córcega y Cerdeña.

25.2.2 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS HIDROMETEOROLÓGICO

Datos de pluviometría

Aunque las principales tormentas se registraron durante la noche del día 25, las lluvias, aunque débiles se registraron en diversos puntos de Cataluña durante 3 días.

Día 24.

Primeras lluvias en Tarragona inapreciables.

Día 25

Durante la mañana sigue la tónica del día anterior. Por la tarde se registran tormentas en todas las estaciones. La precipitación acumulada en 24h fue superior a 60 mm en casi todas las Cuencas Internas de Cataluña, superándose los 200 mm (250 mm en Martorelles) en la parte baja de las cuencas del Besós y del Llobregat (Comarcas del Vallés, del Baix Llobregat y del Barcelonés).

Entre las 14:30 y las 16:00 TMG se registraron las primeras lluvias en el Sur de Cataluña. En el Vallés se registran las lluvias máximas a partir de las 22:00 TMG.

Como se ve en los diagramas del Archivo Meteorológico Municipal de Sabadell la lluvia cayó en su gran mayoría en el transcurso de una hora, llegándose a la intensidad instantánea de 6mm/min a las 21:51. En Sabadell cayeron 95mm en sólo 44 minutos, lo que da una intensidad media de 2.2 mm/min.

Días 26-27.

Se registran tormentas más débiles y aisladas durante la tarde y la noche del día 26, deja de llover de forma total el día 27.

25.3 PROCESOS DE INSTABILIDAD

Datos de caudales

La respuesta de los sistemas fluviales fue muy rápida, así la avenida del río Ripoll se formó en una hora (Sanz 1983), y en algunos casos en menos. Sólo se dispone de datos directos de aforos del río Llobregat debido a la escasa monitorización de las cuencas en aquella época, sin embargo se dispone de datos estimados. Salvador Llobet estima la avenida de la riera las

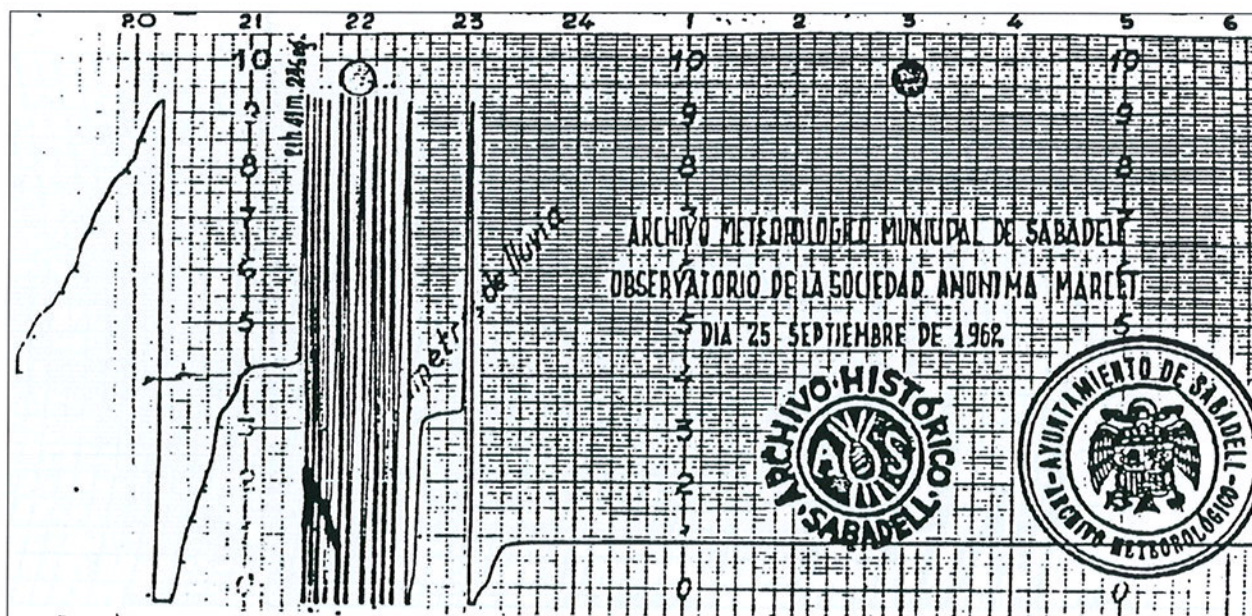


Fig. 25.3 Detalle de una banda de pluviógrafo tipo sifón en que se muestra la lluvia del día 25

Arenes (Cuenca del Llobregat) en 1750 m^3/s , para el río Ripoll (cuenca del Besós) la estimación llega a 2000 m^3/s aumentando en aproximadamente 10 Km. a 3200 m^3/s , la riera de Caldes (cuenca del Besós) sobrepasó el caudal de 1000 m^3/s . Para contrastar los datos, citamos a Martín Vide (1997) que estima el caudal medio anual del río Besós en 3,9 m^3/s .

Estos datos, la mayoría estimados, llegan a multiplicar por diez mil los caudales medios de unos cauces secos durante la mayor parte del año.

25.4 EFECTOS INDUCIDOS

25.4.1 DAÑOS

Personales

441 muertos, 374 desaparecidos, 213 heridos.

Materiales

Pérdidas evaluadas en 2650 millones de pesetas.

Destrucción total de numerosas viviendas, puentes y otras infraestructuras hidráulicas así como parte de la red viaria y ferroviaria e industrias (sólo en Sabadell 50 fábricas textiles destruidas).

Por ciudades el 90% del total de pérdidas se distribuye entre Sabadell 40%, Terrassa 30% y Rubí 20% aproximadamente, el 10% restante se reparte por la cuenca del Besós y otros lugares puntuales como el Prat de Llobregat.

Casi el 80% de los daños repercutió en la industria y el comercio. En agricultura la valoración de las pérdidas superó los 100 millones de pesetas. Pérdida de cosechas, se arrancó casi todas las cepas justo en época de vendimia. En el valle del Llobregat se perdió más de la mitad de la cosecha.

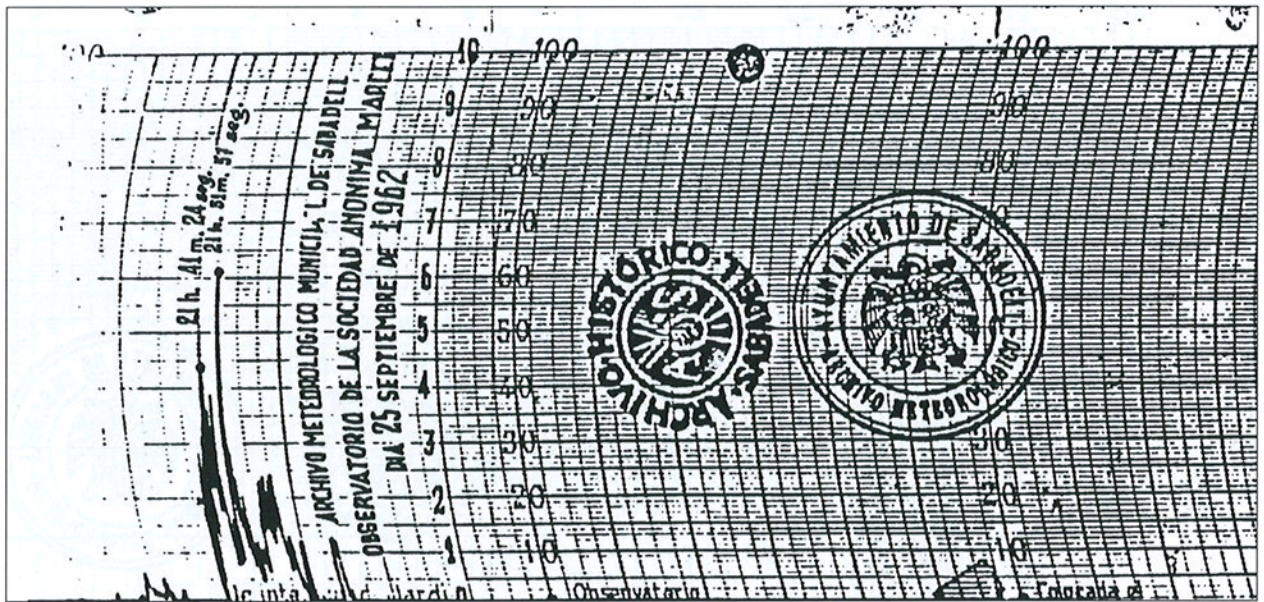


Fig. 25.4 Detalle de una banda de pluviógrafo tipo Jardí en que se muestra la intensidad de la lluvia del día 25



Fig. 25.5 Aspecto de un edificio hundido durante la catástrofe



Fig. 25.6 Escenario de la desolación dejada por la riada

25.4.2 CORTES

Los suministros básicos de agua y electricidad se cortaron, hubo también cortes de carreteras y de la red ferroviaria.

25.5 CONSIDERACIONES CONCLUSIVAS

Actuaciones

Son numerosas las actuaciones que siguieron al desastre. El Vallés fue declarada inter-

nacionalmente zona catastrófica, todo tipo de organizaciones públicas y privadas (administración, Cruz Roja, radios, asociaciones de taxi, particulares, transportistas...) acudieron a socorrer a las víctimas. El ejército ayudó durante los días posteriores al desastre en los trabajos de limpieza, junto con montones de voluntarios civiles.

En la década de los 60 empezó la canalización de los lechos afectados llegando a ampliar el lecho llegando hasta 50 m.

26. EVENTO ALUVIONAL DEL 19-23 DE SEPTIEMBRE DE 1971

Resumen

Durante los días comprendidos entre el 19 y el 23 de Septiembre de 1971 numerosas tormentas azotaron Cataluña y Aragón, en especial las zonas más próximas al Mar Mediterráneo. Así, en cualquiera de estos días, hubo algunas poblaciones de Cataluña en las que se registraron más de 100 mm diarios. En Figueras, durante los dos primeros días, la precipitación total acumulada llegó a la cifra de 535 mm.

Una gota de aire frío sobre la península Ibérica, más la elevada inestabilidad potencial del Mediterráneo Occidental, fueron factores que favorecieron la formación de tormentas sobre Cataluña y Aragón. Varios ríos y torrentes se desbordaron. El río Llobregat alcanzó el caudal punta más alto en todo el siglo: La cresta de la avenida se elevó 10 o 12 metros por encima de su nivel habitual inundando varias poblaciones y arrasando los cultivos del delta del Llobregat.

Los destrozos producidos se valoraron en 7000 millones de pesetas, aunque más trágica fue la cifra de 19 víctimas mortales.

Sommario

Dal 19 al 23 settembre 1971 numerosi temporali colpirono la Catalogna e l'Aragona, ed in particolare le zone più vicine al Mar Mediterraneo. Così, durante quei giorni, in alcuni paesi della Catalogna si registrarono più di 100 mm di precipitazioni al giorno. A Figueras, durante i primi due giorni, le precipitazioni raggiunsero i 535 mm.

Una "goccia" di aria fredda localizzata sulla penisola Iberica e l'elevata instabilità potenziale del Mediterraneo Occidentale furono i fattori che favorirono la formazione di temporali. Alcuni fiumi e torrenti straripa-

rono. Il fiume Llobregat raggiunse la massima portata in tutto il secolo: l'onda di piena raggiunse i 10 - 12 metri oltre il suo livello abituale, allagando vari quartieri e radendo al suolo i campi del delta del Llobregat.

I danni stimati si aggirarono intorno ai 7000 milioni di pesetas, anche se il dato più tragico riguarda indubbiamente le 19 vittime.

Résumé

Du 19 au 23 septembre 1971, de nombreux orages s'abattirent sur la Catalogne et l'Aragon, et en particulier sur les régions plus proches de la Mer Méditerranée. Ainsi, durant ces jours-là, on enregistra plus de 100 mm de précipitations par jour dans certains villages de Catalogne. A Figueras, au cours des deux premiers jours, les précipitations atteignirent 535 mm.

Une "goutte" d'air froid localisée sur la péninsule ibérique ainsi que la haute instabilité potentielle de la Méditerranée Occidentale furent les facteurs qui favorisèrent la formation d'orages. Certains fleuves et torrents débordèrent. Le fleuve Llobregat atteignit son débit le plus élevé de tout le siècle : le niveau de crue atteignit 10-12 mètres de plus que son niveau habituel, inondant ainsi différents quartiers et rasant les champs du delta du Llobregat.

Les dégâts évalués tournent autour de 700 millions de pesetas. Cependant, le chiffre le plus tragique est sans aucun doute celui des 19 victimes.

26.1 AMBITO TERRITORIAL IMPLICADO

Durante los días comprendidos entre el 19 y el 23 de Septiembre de 1971 numerosas tor-

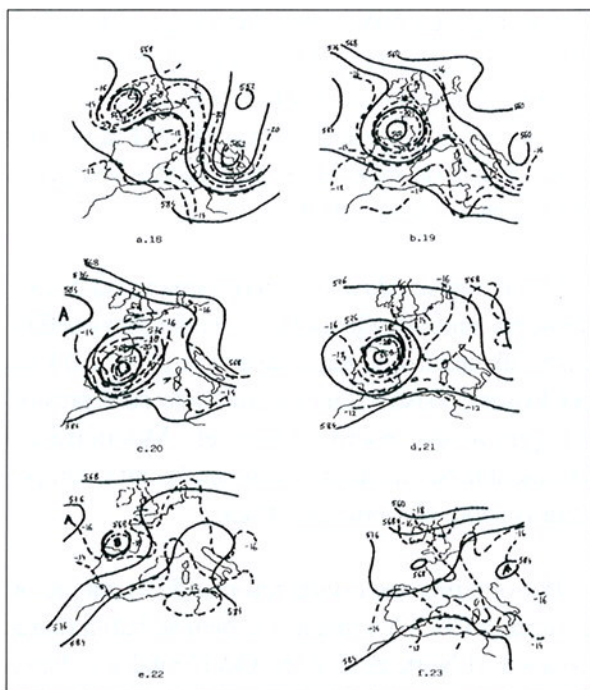


Fig. 26.1 Anàlisis a 500 hPa de los días 18 a 21 de septiembre de 1971

mentas azotaron Cataluña y Aragón, en especial las zonas más próximas al Mar Mediterráneo.

26.2 LA SITUACIÓN METEOROLÓGICA Y HIDROMETEOROLÓGICA

26.2.1 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO

Una de las principales características del episodio es la presencia de una gota fría. En origen, la gota fría, se reflejaba en superficie como una perturbación, esta característica no es propia de una gota fría pero en este caso se puede considerar que lo es dada la poca importancia de dicha perturbación en superficie y el rápido relleno que sufrió. Las demás características: ciclo de vida, distribución de temperaturas, actividad... sí que fueron típicas de una gota fría, por lo que la vamos a considerar como tal.

Otro parámetro interesante para el estudio del episodio es la situación anticiclónica sobre el Mediterráneo Occidental, que junto a la alta temperatura del mar fueron factores importantes en la creación de una capa de aire muy húmedo en superficie bajo de la inversión de subsidencia. El anticiclón también tuvo el papel de bloqueo al paso de la gota fría con lo que permaneció algunos días sobre la misma zona.

Día 18

Se encontraba sobre Francia un anticiclón a todos los niveles que abarcaba la Península Ibérica. A 500hPa, al Oeste de Irlanda se encontraba una perturbación fría sin un claro reflejo en superficie. A 300 hPa la perturbación se presentaba como una ondulación del chorro en fase de crecimiento, que también penetraba en las isotermas de 500hPa.

Día 19

La situación anticiclónica abarcaba el Mediterráneo Occidental mientras que la per-

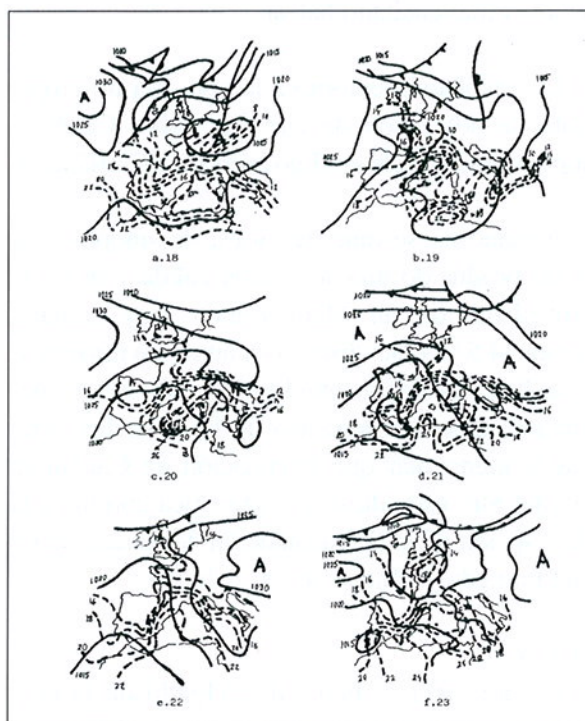


Fig. 26.2 Anàlisis de superfície a las 00 TMG de los días 18 a 23 de septiembre de 1971

turbación fría en altura se encontraba sobre el Mar Cantábrico. Esta perturbación en altura, sin apenas reflejo en superficie, se encontraba en la fase de profundización encerrando aire frío en su interior y manifestándose con fuerza desde 850 a 300 hPa (como se ha mencionado: esta perturbación adquiere propiedades de gota fría, por lo que a partir de ahora la citaremos con esta denominación).

A 700 hPa la masa de aire situada sobre el Mediterráneo Occidental era muy seca a causa de la inversión de subsidencia. Por el contrario la gota fría, estaba vinculada a una masa de aire húmedo atlántico que se extendía hasta Cataluña. Separaba las dos masas de aire una línea seca, característica común en muchos episodios de inundaciones.

Sobre el Norte de África la masa de aire era muy caliente, lo que atendiendo al flujo dominante producía una advección de aire muy cálido sobre el mar catalano-balear.

La circulación entorno a la gota fría no propiciaba la advección de aire frío sobre Cataluña aunque sí favorecía un flujo húmedo del Atlántico.

Aunque no se muestre en escala sinóptica, se había producido una advección cálida y húmeda procedente de un Mediterráneo muy caliente (hasta 24.5 °C). Se observó un aumento importante de la temperatura entre los días 18 y 19 sin apenas reflejarse un descenso de la humedad, sólo queda mencionar que la situación de Catalunya era del Sur, esta última característica completa la descripción de la típica situación de advección de aire húmedo y cálido sobre Catalunya.

Día 20

La gota fría se había descolgado de la corriente en chorro situándose sobre la Meseta y afectando a toda la Península Ibérica y forzando una situación del Sur en altura sobre

Catalunya, del SW a 500 hPa y del SE a 850 hPa. Asimismo se había profundizado alcanzando un mínimo de temperatura a 500 hPa de -22 °C, en tanto que sobre Catalunya la temperatura había descendido hasta valores comprendidos entre -16 y -20 °C.

Seguía vinculada a la gota fría una masa de aire húmedo, aumentando así la eficiencia pluviométrica. Se mantenía una masa de aire muy seca al Este por lo que persistía el fuerte gradiente de depresión de punto de rocío sobre el Mediterráneo Occidental. Se mantenían también las altas temperaturas sobre el Norte de África.

Por otra parte se estaba reforzando el anticiclón europeo a todos los niveles, si bien se había retirado hacia el Norte de Europa Occidental y se había fusionado con la alta atlántica.

Sobre el Mediterráneo la situación no estaba muy definida. En superficie había una situación moderada del Este sobre la costa Catalana que advectaba aire húmedo del Mediterráneo en tanto que en bajos niveles existía una fuerte advección de aire cálido y húmedo del SE sobre Catalunya.

Día 21

La gota fría se encontraba en unas condiciones, constitutivas y de posición, parecidas a las del día anterior, no obstante se habían suavizado considerablemente los gradientes de temperatura y presión que rodeaban la gota fría. Cabe mencionar el aumento del radio de acción de la gota fría en especial a 300 hPa.

La gota fría en altura seguía advectando aire húmedo procedente del Atlántico.

Por otra parte seguía asociada a la gota fría una masa de aire húmedo situada al Este de la gota fría, y por lo tanto sobre Catalunya. Continuaba así una situación de aire húmedo en altura y como se menciona en el párrafo

siguiente también en superficie, por lo que la eficiencia pluviométrica continuaba alta.

En el centro de Europa se estaba reforzando la situación anticiclónica a todos los niveles. Mientras, en Gibraltar, se había formado una pequeña borrasca relativa. Entre la borrasca y el anticiclón se creó un gradiente de presión en superficie que impulsaba vientos del Sudeste sobre el Mediterráneo Occidental que a la vez advectaban aire cálido y húmedo sobre el Levante español, Catalunya y el sur de Francia. No olvidemos que el mar Mediterráneo se encontraba a temperaturas excepcionalmente altas por la época.

Sobre el Este del Mediterráneo Occidental se encontraba todavía una masa de aire muy seca en altura consecuencia de una situación de subsidencia producida por la situación anticiclónica.

Día 22

La gota fría se había desplazado hacia el Noroeste alejándose de Catalunya. Simultáneamente, la gota fría se había debilitado, tanto por lo que respecta a la temperatura como a la presión. Evidentemente la influencia de la gota fría sobre Catalunya había disminuido; aun así se mantenían bajas las temperaturas a 500 hPa y se mantenía la circulación del Sur-Sudoeste a 500 hPa sobre Catalunya, con advección de aire atlántico.

Por el contrario, la situación anticiclónica centroeuropea se había reforzado considerablemente a todos los niveles y en superficie llegaba a 1030 hPa. La presencia de este anticiclón en superficie mantenía la situación del Sudeste en sobre el Mediterráneo Occidental, alimentando la advección de aire cálido y húmedo sobre Catalunya iniciada los días anteriores. Así, durante el día 22 se percibió un segundo máximo de la temperatura y un aumento de la humedad en varias estaciones.

Sobre el Este de la Península Ibérica seguía el fuerte gradiente de temperatura fruto de la continuada situación del sudeste de los días anteriores, lo que indica que la advección de aire procedente del Mediterráneo y el Norte de África no llegó a penetrar hasta el interior de la Península Ibérica, con lo que cabe suponer que la causa principal de la precipitación caída sobre los Pirineos Aragoneses fue la presencia de la gota fría en altura, mientras que en Catalunya la advección de aire cálido y húmedo en bajos niveles jugó un papel primordial.

Día 23

La gota fría, casi inexistente, se encontraba sobre la Bretaña Francesa reincorporándose a la circulación del Oeste. La desaparición de la influencia de la gota fría sobre la Península Ibérica acabó con la situación de circulación del Sur-Sudoeste en altura en tanto que en superficie, el descenso latitudinal de la franja anticiclónica produjo una situación generalizada del Este sobre la Península Ibérica con advección de aire cálido sobre la España septentrional.

Durante la tarde del día 23 la tendencia de la humedad fue aumentar en todas las estaciones menos las de montaña (Montseny en la cima de un pico y la Molina en los Pirineos), pudo ser un buen indicativo de la estabilización del aire en las capas bajas de la troposfera.

Evolución temporal

En las diferentes estaciones representadas la humedad aumentó a partir del día 19 y se mantuvo alta durante los días 20, 21, 22 y 23. Durante estos días el viento en superficie se mantuvo en el cuadrante Sudeste, por lo que transportó agua evaporada del Mediterráneo que estaba a una temperatura que rondaba los 24 °C. La humedad del ambiente posiblemente fue uno de los factores coadyuvantes en la inestabilidad de la atmósfera y el crecimiento de las nubes convectivas.

Cabe notar que durante todo el episodio se mantuvo una cizalladura vertical importante, entre superficie, con una situación del Sudeste, y 500 hPa, con una situación del Sudoeste, el giro del viento era de 90 grados, el episodio acabó cuando dejó de existir esta cizalladura.

Si bien los valores absolutos de la presión no son extraordinariamente bajos para este tipo de fenómenos (la presión se mantiene por encima 1013 hPa durante casi todo el episodio), destaca el descenso de los valores de presión de algunos barómetros (Barcelona 9 hPa), i la forma de valle que estos presentan en su representación espacial.

26.2.2 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS HIDROMETEOROLÓGICO.

Datos de pluviometría

Durante estos días la precipitación a escala local fluctuó de forma muy considerable, por lo que se obtuvieron registros como el de Cadaqués: el día 22 se registra la copiosa cantidad de 285 mm, mientras que el día 23 sólo caen 5.4 mm. Dados estos registros cabe sospechar que la lluvia se debe a numerosas tormentas locales.

Entre los días 20 y 23 son numerosas las estaciones que recogieron más de 200 mm, los lugares más destacados fueron: en el Prelitoral Central, Sant Boi de Llobregat, 400.5 mm; en la Costa Brava, Cadaqués (en el Cap de Creus), 390.6 mm; en la costa Sur, El Perelló, 313 mm.

La máxima actividad pluviométrica ocurrió entre las 06 de la tarde del día 19 y las 06 de la tarde del día 20 hora local, aunque durante los días siguientes 21, 22, 23 fueron numerosos los lugares en los que se registraron lluvias de más de 100mm en 24 horas. La precipitación, por lo

general, cayó en forma de tormenta con importante aparato eléctrico.

La lluvia llegó a sobrepasar los límites de Cataluña llegando de forma importante a Aragón (124.5 mm en el Pantano de el Grado el día 20) y a la zona del Rousillon de Francia (95.9 mm en Perpignan el día 21). Otro fenómeno destacable fue el granizo registrado en Tudela, Valle del Ebro en Navarra, el día 21.

Día 19

La precipitación caída sobre Cataluña se concentró en la provincia de Girona (al Noreste de Catalunya). Así, por ejemplo, en Figueras se llegó a recoger 445 mm, Capmany 117,7 mm y Breda 117.3 mm.

Día 20

Llovió copiosamente en toda Cataluña y también en parte de Aragón, destacan puntos como Figueras (de nuevo) con 90 mm. Estos 90 más 445 del día anterior suman 535 mm en sólo 2 días. Más al Sur, en Palautordera, se llegó a 275 mm, aunque el máximo de precipitación registrada el día 20 se sitúa en el prelitoral Barcelonés: 308 mm en Esparraguera. Otros registros destacables de precipitación diaria acumulada son: en el interior, Balsareny 200 mm; en el litoral, Sant Boi de Llobregat, 270 mm, y en el prelitoral, Llinars, 247.7 mm. En Aragón la máxima fue de 124.5 mm.

Días 21-22-23

Se registran tormentas de intensidad moderada o fuerte en diferentes puntos del litoral o prelitoral catalán. Así en la zona Norte (Costa Brava) se registraron tormentas en la Escala (193 mm) y en Cadaqués (285 mm).

En las zonas litoral y prelitoral centrales se muestra a modo de ejemplo: La Batllòria el día

21, 107.7 mm y Cardedeu el día 23, 158.6mm. Más al Sur, en la costa de Tarragona, en El Perelló el día 23 se recogieron 175.5 mm. Alguna tormenta se adentró un poco más, llegando a lugares más interiores como Moià (que registró 142.3 mm el día 23). En los Pirineos, Ribes de Freser el día 23 registró 136 mm.

26.3 PROCESOS DE INSTABILIDAD

Datos de caudales

Se estima que el caudal punta del río Llobregat llegó a 3080 m³/s a su paso por Martorell (zona prelitoral, comarca Vallès Occidental) y que en la cresta de la avenida el río se elevó unos 10 o 12 metros por encima de su nivel medio; motivo por el cual el río se desbordó en numerosas de las poblaciones que se encuentran a su paso así como en la zona agrícola del delta del Llobregat. Vale la pena destacar que este es el caudal punta máximo del río Llobregat en el todo el siglo XX.

Cerca de la desembocadura del río Besós,

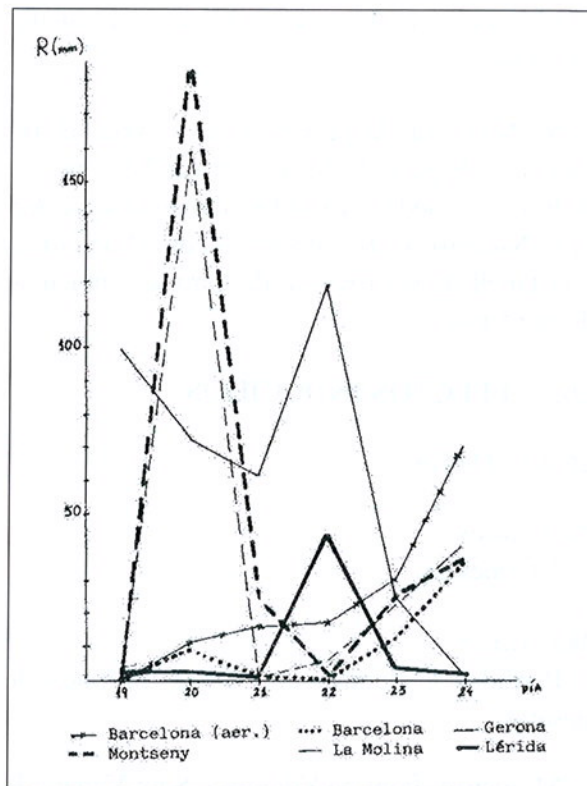


Fig. 26.3 Evolució de la precipitació diària

en la població de Santa Coloma de Gramanet, vecina de Barcelona, se llegó a un caudal máximo de este río, 960 m³/s, valor



Fig. 26.4 Imàgen de la inundació

notable comparado con los $3.9 \text{ m}^3/\text{s}$ de media anual del río.

Al Norte, en la provincia de Girona, el río Fluvià en Esponellà alcanzó un caudal punta de $1630 \text{ m}^3/\text{s}$ cuando el caudal medio anual es de $6.8 \text{ m}^3/\text{s}$. Numerosos afluentes y ríos como La Tordera y el Güell de la provincia de Girona también se desbordaron.

26.4 EFECTOS INDUCIDOS

26.4.1 DAÑOS

Personales

19 muertos.

Materiales

Pérdidas evaluadas en 7000 millones de pesetas.

Monistrol, Pont de Vilamura, Sant Vicenç de Castellet, Castellbell y Martorell, son algunos de los pueblos inundados por el río Llobregat. Girona quedó inundada por el Güell.

Destrucción total de algunas viviendas, puentes e infraestructuras hidráulicas.

Se produjeron daños graves en 450 industrias. La agricultura sufrió la pérdida total de las cosechas del delta del Llobregat.

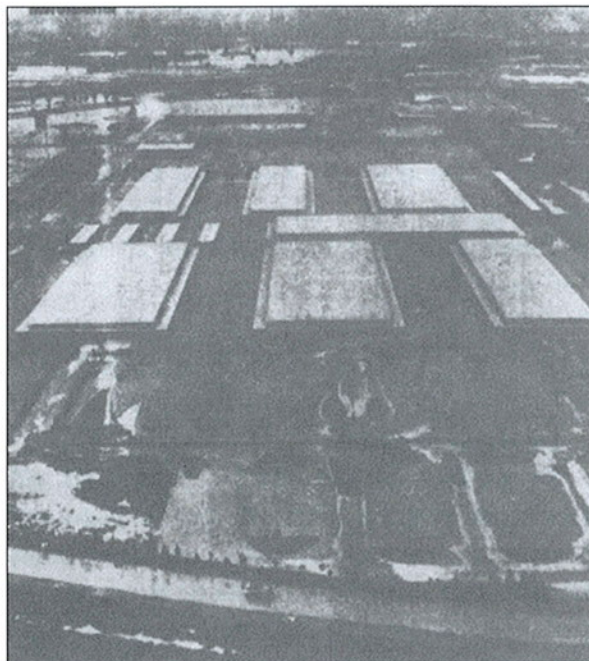


Fig. 26.5 Imàgen de la inundaxiòn

A los daños de la inundación se puede añadir el daño ocasionado por el viento que sopló el día 20. En Barcelona llegó a 112 Km/h con lo que destrozó parte del arbolado, parte del tendido eléctrico y algunas antenas.

26.4.2 Cortes

Se cortaron los suministros de agua y electricidad, así como las comunicaciones, la red viaria y la red ferroviaria en numerosos puntos.

27. EVENTO ALUVIONAL DEL 18-19 DE OCTUBRE DE 1977

Resumen

Durante los días 18 y 19 de octubre en las comarcas catalanas de El Ripollès, Empordà, Garrotxa y Osona, el total de lluvia caída superó los 200 mm, llegando a los 280 mm en las dos primeras. También llovió con intensidad en la vertiente Norte de los Pirineos Orientales: un ejemplo de ello son los 103 mm que se registraron en Perpignan en 6 horas. El episodio más intenso ocurrió durante la madrugada del día 18 y la noche del día 19.

Las mayores avenidas se registraron en la parte alta del río Ter y en el Fluvià, este último registró en Esponellà el mayor caudal desde el episodio de 1940.

Afortunadamente este episodio no contó con víctimas mortales.

Sommario

Tra il 18 e il 19 ottobre, nelle regioni catalane di Ripollès, Garrotxa, Osona e Empordà, la quantità di pioggia caduta superò i 200 mm, arrivando a 280 mm nelle regioni di Empordà e Ripollès. Le precipitazioni furono molto intense anche nel versante Nord dei Pirenei orientali: ad esempio, in Perpignan si registrarono 103 mm in 6 ore. L'episodio più intenso si verificò nel periodo compreso tra l'alba del 18 e la notte del 19, e nei giorni successivi piovve in alcune zone della Catalogna.

Gli eventi più significativi si verificarono nella parte alta del fiume Ter (dalla foce fino a Ripoll) e nel Fluvià, che registrò in Esponellà la maggior portata dall'evento del 1940.

Fortunatamente questo evento non ha provocato vittime.

Résumé

Entre le 18 et le 19 octobre, dans les régions catalanes de Ripollès, Garrotxa, Osona et Empordà, la quantité de pluie dépassa les 200 mm, arrivant à 280 mm dans les régions d'Empordà et Ripollès. Les précipitations furent très intenses également sur le versant Nord des Pyrénées orientales : à Perpignan, par exemple, on enregistra 103 mm en 6 heures. L'épisode le plus intense se déroula entre l'aube du 18 et la nuit du 19, et dans les jours qui suivirent, il plut dans certaines zones de Catalogne.

Les événements les plus significatifs concernèrent la partie haute du fleuve Ter (de l'embouchure jusqu'à Ripol) et le Fluvià qui enregistra à Esponellà son plus haut débit depuis 1940.

Heureusement, cet événement ne fit pas de victimes.

27.1 AMBITO TERRITORIAL IMPLICADO

El episodio ocurrió Durante los días 18 y 19 de octubre en las comarcas catalanas de El Ripollès, Empordà, Garrotxa y Osona.

Las mayores avenidas se registraron en la parte alta del río Ter y en el Fluvià.

27.2 LA SITUACIÓN METEOROLÓGICA Y HIDROMETEOROLÓGICA

27.2.1 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO

Día 16

Se encontraba una borrasca fría al Oeste de

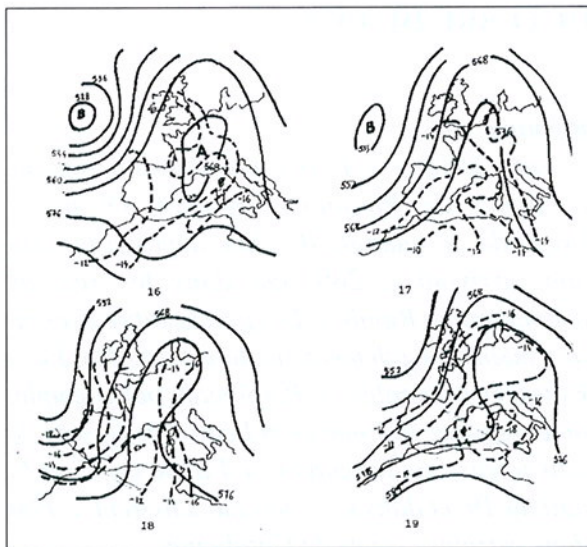


Fig. 27.1 Anàlisi en superfície a las 12 TMG de los días 16 a 19 de octubre de 1977

Irlanda y un frente frío delante de las costas de Portugal. Una situación anticiclónica centroeuropea a todos los niveles bloqueaba la borrasca. Cataluña y el Mediterráneo Occidental se encontraban bajo la influencia de esta situación anticiclónica.

Día 17

La perturbación fría del Oeste se había desplazado ligeramente hacia el Sudeste. Mientras la situación anticiclónica se había reforzado, principalmente a 500 hPa. Esto hizo que entre las dos situaciones aumentara considerablemente el gradiente bórico. Así la situación del Sur, con advección cálida del Norte de África en superficie, se reforzó. En altura la circulación era del Sudoeste con una ligera advección cálida.

Sobre Portugal sigue estancado el frente frío del día anterior. En el Norte de África se registran zonas muy cálidas, aumentando así los efectos de la advección sobre Cataluña.

Día 18

Continuaba la situación de bloqueo en el

centro de Europa, mientras el frente frío había avanzado hasta el centro del Golfo de Vizcaya.

En superficie, el anticiclón y la baja fría mantenían la situación del Sur Sudeste sobre el Mediterráneo Occidental forzando la advección cálida desde el Norte de África sobre Catalunya.

En 500 hPa se mantenía la circulación del Sur que también advectaba aire cálido procedente del Norte de África.

Continuando con la superficie de 500 hPa, se acercaba a Catalunya un tálveg de longitud de onda corta por el Sur, forzando una advección de vorticidad positiva.

En la superficie de 300 hPa la corriente en chorro, que provenía del Sur, se bifurcaba hacia el Norte y el Sudeste creando una zona de divergencia en altura.

En todos los niveles, de superficie hasta

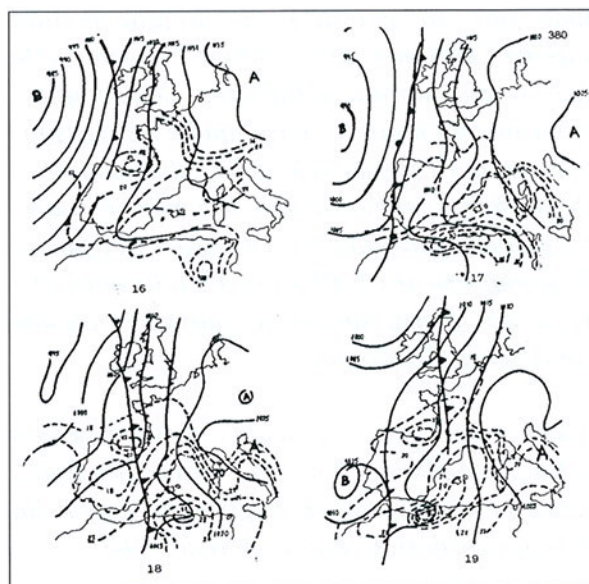


Fig. 27.2 Anàlisi de la superfície de 500 hPa a las 00 TMG

500 hPa, la depresión del punto de rocío era baja a pesar de los altos valores de la temperatura, por lo que Catalunya se encontraba bajo una columna de aire con un alto contenido de agua.

Día 19

Persistía la situación anticiclónica sobre el centro de Europa. Por el contrario la borrasca atlántica se había retirado de nuestras latitudes, sólo quedaba una pequeña borrasca en el Sudoeste de Portugal. El frente frío se encontraba sobre Catalunya en fase de disipación. Posiblemente este frente estaba desplazando la masa de aire cálido que se encontraba sobre Catalunya destruyendo a su paso la situación convectiva y las advecciones de aire cálido.

Un tálveg de onda corta cruzaba Catalunya de Sur a Norte en 500 hPa, el paso del tálveg significaba el fin de la advección de vorticidad positiva en altura.

A pesar del cambio de masa de aire, sobre Catalunya aún se detectaban altos niveles de humedad, por lo que se mantenía la situación de alta eficiencia pluviométrica.

El chorro de 300 hPa había disminuido significativamente de intensidad.

Análisis temporal

Del día 17 al día 18 hubo un cambio notable de la humedad en las capas medias ya que la estación del Montseny, en la cumbre de la montaña del Turó de l'Home (1706 m.), registró un notable ascenso de la humedad durante la llegada de la advección caliente Mediterránea. Efectivamente, entre el día 17 y el día 18 la temperatura, en especial la mínima, aumentó notablemente con la excepción de Girona, donde el ascenso se produjo un día después.

27.2.2 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS HIDROMETEOROLÓGICO

Datos de pluviometría

Aunque en el mapa de isoyetas de los días 18 y 19 parece que hubo un cierto equilibrio en la distribución de la lluvia, éste no se presenta al observar las isoyetas diarias. En estas figuras, las isoyetas se encuentran muy focalizadas entorno ciertos puntos diferentes para cada día, por lo que podemos suponer que la lluvia fue fruto de tormentas locales.

Día 18

Las comarcas más afectadas fueron el Ripollès, la Garrotxa y l'Osona.

Las intensidades máximas de lluvia cayeron en la franja comprendida entre el Montseny y la cabecera del río Ritort, afluente del río Ter. Es una zona dominada por una orografía moderada, cuya cresta se mantiene por encima los 1000 metros de altitud y en muchas ocasiones supera los 1500 m. Durante todo el día la costa catalana apenas se ve afectada por la precipitación.

Citamos a continuación algunos de los registros más importantes:

De la comarca del Ripollès: Camprodon (272 mm), y Ripoll (114.3 mm). De la Garrotxa: Les Planes d'Hostòles (200.0 mm), Sant Esteve d'en Bas (195 mm) y Castellfollit de la Roca (182.5 mm). De Osona: Vilanova de Sau (180 mm) y Turó de l'Home (142 mm).

Día 19

La lluvia cayó también en la costa: se detectaron grandes cantidades de precipitación en la costa Norte y en la misma zona que el día anterior. Los niveles más altos del campo de precipitación correspondieron a la costa.

Las montañas costeras sobre las que llovió el día 17 apenas superaban los 600 metros en alguno de sus picos, por lo que es posible que se hubiera producido un aumento de la inestabilidad. Las poblaciones de Cadaqués, Rosas, Portbou, y Port de la Selva son un notable ejemplo de la dependencia entre lluvia y orografía. Mientras que el día 19, las tres primeras registraron 276, 260 y 220 mm respectivamente, Port de la Selva registró 34.6 mm. Esta última población se encontraba a sotavento de las montañas.

Otras poblaciones con registros destacables de lluvia son: la Escala (219.6 mm), Vilanova de Sau (205.0 mm), Vilallonga de Ter (200.0 mm), Jafre (160.5 mm) y Susqueda (128.5 mm).

27.3 PROCESOS DE INSTABILIDAD

Datos de caudales

Fue en el río Fluvià donde los efectos de la avenida fueron más importantes. Las lluvias recogidas el día 18 fueron las causantes de la avenida en el río Fluvià.

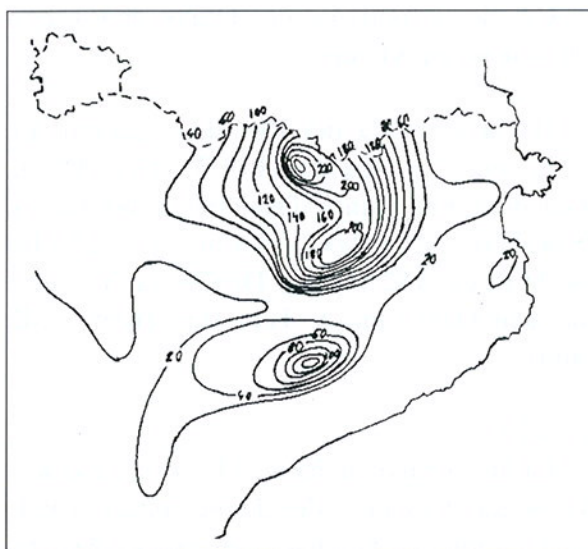


Fig. 27.3 Distribución de la lluvia en Cataluña el día 18

Se presenta a continuación algunos datos de caudales referentes al río Fluvià.

Estación	Superficie de la cuenca (Km ²)	Caudal	Altura de la cresta (m)
		Punta (m ³ /s)	
Olot	128	270	4.5
Esponellà	804	1200	8.5
Garrigàs	909	1300	4.3

Las lluvias afectaron sólo el margen izquierdo del río Ter (es el margen que està en contacto con el río Fluvià), cayendo la precipitación principalmente en la cuenca media.

Se presenta a continuación algunos datos de caudales referentes al río Ter.

Estación	Superficie de la cuenca (Km ²)	Caudal	Altura de la cresta (m)
		Punta (m ³ /s)	
Sant Joan de les Abadeses	303	3202	
Ripoll	738	350	3.5
Roda	1390	4.5	2.5
Pasteral	1802	28	

La última estación se encuentra aguas debajo de los embalses de mayor capacidad de las CIC, Sau (capacidad 177 Hm³) y Susqueda (capacidad 233 Hm³), la laminación de estos embalses es la responsable de los bajos registros de la estación.

Algunos afluentes del Ter como el Llemana y el Onyar también registraron crecidas en su caudal: 137 y 47 m³/s respectivamente.

Otro río afectado fue la Tordera que alcanzó el caudal de 90 m³/s.

27.4 EFECTOS INDUCIDOS

27.4.1 DAÑOS

Afortunadamente el episodio no cuenta con víctimas mortales. Un terreno con baja densidad de habitantes más una población aco-

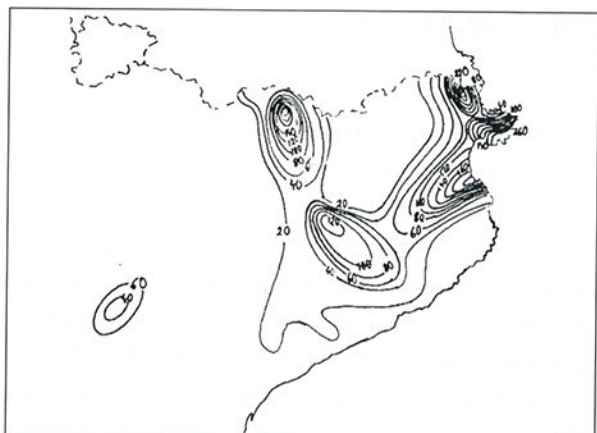


Fig. 27.4 Distribució de la lluvia en Catalunya el dia 19

stumbrada a las avenidas y quizá el recuerdo de la avenida de 1940 contribuyeron a una conducta más responsable con el entorno fluvial.

El río Fluvià ocasiono los principales problemas, desbordó a lo largo de su curso por ambos márgenes, salvo las angosturas. Se llevó fincas y huertas a lo largo del cauce, por poblaciones cabe destacar: la inundación de San Esteve d'en Bas, en Montagut se llevó un puente antiguo, en Argelaguer rompió el margen izquierdo llevándose una plantación de ICONA, en Besalú abrió un nuevo cauce tras romper el margen derecho en un tramo de 20 metros, San Pere Pescador quedó inundado, las aguas alcanzaron medio metro. Por último citamos que cerca de la desembocadura las aguas desbordaron en un frente de 2 kilómetros.

Los efectos de las avenidas del Ter fueron menores i concentrados en la parte alta: los

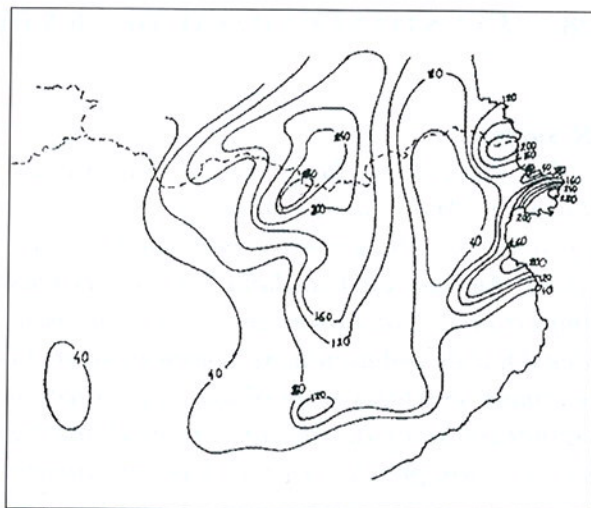


Fig. 27.5 Distribució de la lluvia en Catalunya y en el Departamento de los Pirineos Orientales

desbordamientos más importantes ocurrieron en los núcleos de Sant Joan de les Abadeses y Camprodon afectando numerosas industrias.

Las lluvias del día 19 ocasionaron el desbordamiento de numerosas rieras de la costa norte. La población maás afectada fue Cadaques, cuya riera desbordó e inundó el paseo.

27.4.2 CORTES

Por lo que respecta al Fluvià, la carretera de Girona a Olot quedó cortada en varios tramos y casi todas las carreteras de la parte baja del río también quedaron cortadas.

Las carreteras de Camprodon a Francia y de Camprodon a Vic quedaron cortadas por las avenidas del Ter, esta última por el arrastre de un puente.

28. EVENTO ALUVIONAL DEL 6-8 DE NOVIEMBRE DE 1982

Resumen

En 1982 tuvo lugar en el Sudeste de Francia, Andorra, Cataluña y Aragón, el episodio de lluvias más importante desde 1940. Aunque en Cataluña las lluvias más importantes afectaron una zona con baja densidad de población, se contabilizaron 14 víctimas mortales y pérdidas superiores a 45000 millones de pesetas. A los desastres provocados por las riadas hay que añadir los destrozos causados por los vientos, que alcanzaron velocidades superiores a 170 Km/h en el Sur de Francia, levantando un fuerte oleaje que anegó muchos pueblos costeros del Sudeste de Francia. Las lluvias en los Pirineos Orientales, sobrepasaron los 500 mm en 48 horas en diversos puntos de la cuenca del Segre, del Tet y del Tech. La mayor parte de las avenidas se pudieron laminar gracias a los distintos embalses de las principales cuencas pirenaicas. En el pantano de Oliana, situado en la parte alta del Segre, se registró una entrada media de 1886 m³/s entre las 22:00 y las 23:00 horas del día 7 con una elevación máxima de nivel de 10.9 m.

Además de los desastres producidos por las inundaciones y las avenidas hubo importantes coladas de barro que afectaron numerosos tramos de carretera y llegaron a afectar diversos pueblos. Finalmente y a consecuencia del súbito incremento del nivel de las aguas en el embalse de Oliana se produjo un terremoto de intensidad II-III en la escala Mercalli modificada.

Sommario

Nel 1982 nel sud-est della Francia, ad Andorra, in Catalogna e Aragona, si verificò il più importante evento meteorico dal

1940. Sebbene in Catalogna l'evento riguardò principalmente una zona a bassa densità abitativa, si contarono in tutto 14 vittime e le perdite superarono i 45.000 milioni di pesetas. Ai danni provocati dalle piene, occorre aggiungere quelli causati dal vento, che raggiunse velocità superiori ai 170 km/h nel sud della Francia, sollevando una forte mareggiata che colpì molti villaggi costieri. Nei Pirenei Orientali, le piogge superarono i 500 mm in 48 ore in vari punti del bacino del Segre, del Tet e del Tech. Fu possibile laminare la maggior parte delle piene grazie alle diverse dighe localizzate nei principali bacini pirenaici. Nel bacino artificiale di Oliana, situato nella parte alta del Segre, si registrò una entrata media di 1886 metri cubi al secondo tra le 22 e le 23 del giorno 7 con un aumento di livello massimo pari a 10.9 metri.

Oltre ai danni provocati dalle inondazioni, si verificarono colate di fango che colpirono vari tratti di strada e raggiunsero molti paesi. Come conseguenza dell'improvviso aumento di livello delle acque nella diga di Oliana, si verificò un terremoto di intensità II-III della scala Mercalli Modificata.

Résumé

En 1982, dans le sud-est de la France, en Andorre, en Catalogne et en Aragon, on enregistra le plus grand événement météorologique depuis 1940. Bien que l'événement ait concerné en Catalogne principalement des régions à faible densité de population, on compta au total 14 victimes et les pertes dépassèrent 45 000 millions de pesetas. Aux dégâts causés par les crues, il convient d'ajouter ceux entraînés par le vent qui atteignit des vitesses supérieures à 170 km/h dans le sud de la France, soule-

vant une importante onde de tempête qui frappa de nombreux villages côtiers. Dans les Pyrénées Orientales, les pluies dépassèrent les 500 mm en l'espace de 48 heures à différents endroits du bassin du Segre, du Tet et du Tech. Il fut possible d'endiguer la plupart des crues grâce aux différents barrages situés dans les principaux bassins pyrénéens. Dans le bassin artificiel de Oliana, situé dans la partie haute du Segre, on enregistra un débit moyen de 1886 mètres cubes par seconde entre 22 heures et 23 heures le 7, avec une augmentation du niveau de 10,9 mètres.

Outre les dégâts causés par les inondations, il y eut des coulées de boue qui frappèrent différentes portions de route et touchèrent de nombreux villages. Suite à l'augmentation soudaine du niveau des eaux dans le barrage d'Oliana, on enregistra un tremblement de terre d'une intensité de II-III sur l'échelle de Mercalli Modifiée.

28.1 ÀMBITO TERRITORIAL IMPLICADO

El episodio de lluvias más importante desde 1940 tuvo lugar en el Sudeste de Francia, Andorra, Cataluña y Aragón.

28.2 LA SITUACIÓN METEOROLÓGICA Y HIDROMETEOROLÓGICA

28.2.1 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO

A diferencia de otros episodios, éste sucedió bajo una situación de fuertes vientos en superficie de componente Sur y Sudeste sobre la zona afectada.

Sobre el norte del Mediterráneo Occidental se produjo una advección de aire

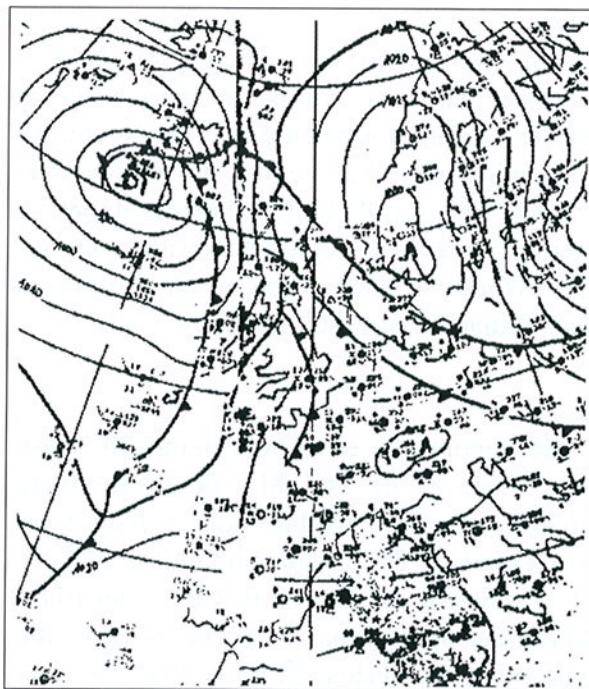


Fig. 28.1 Anàlisis en superfície del dia 05/11/1982 a 00 TMG

cálido y húmedo, dando lugar a una situación de inestabilidad potencial. Los Pirineos pudieron actuar como factor desencadenante de esta inestabilidad potencial.

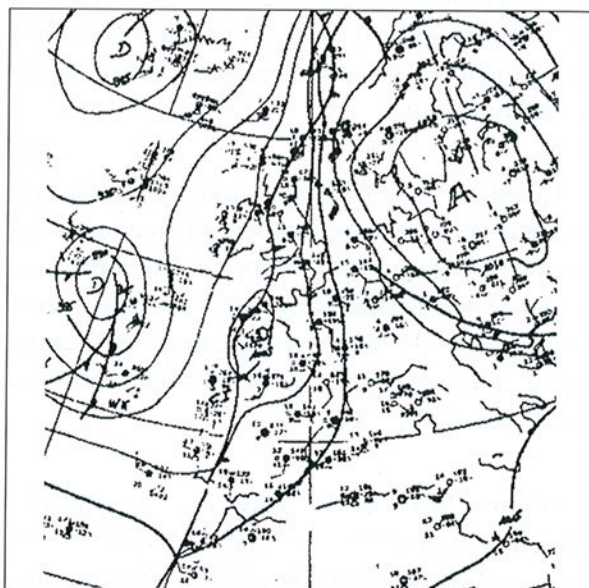


Fig. 28.2 Anàlisis en superfície del dia 06/11/1982 a 00 TMG

Día 5

Un frente frío con orientación N-S se aproximaba a la Península Ibérica por el Oeste. Simultáneamente se observaba un anticiclón sobre el centro de Europa bloqueando la entrada de los sistemas depresionarios. La zona afectada posteriormente por el episodio se encontraba en un extremo de esta situación anticiclónica.

Día 6

Se encontraba en el meridiano 20° Oeste una borrasca de 965 hPa de profundidad. Esta borrasca avanzaba hacia el Este a una velocidad de 20 Kt aproximándose al Cabo de Finisterre. Mientras, el frente del día 5, ahora cuasiestacionario, se encontraba sobre la Península Ibérica. El anticiclón centroeuropeo, alcanzó 1032 hPa.

Día 7

La borrasca se profundizó hasta 945 hPa y se reforzó el anticiclón provocando un aumento del gradiente de presión llegando hasta 4 hPa/100 km a lo largo de 1800 km. La existencia de un marcado gradiente en los campos isalobárico y térmico reforzó la componente Este del viento y contribuyó a su aceleración.

En la zona del Mediterráneo la orografía fue uno de los principales modificadores del viento, lo que permite suponer que entre los Alpes y los Pirineos existía una importante confluencia de origen orográfico que contribuyó a la aceleración del viento sobre el Golfo de León.

Sobre el Norte de Argelia se registraron temperaturas de hasta 27 °C, en Baleares la temperatura llegó a los 22 °C, mientras que en Cataluña y el Levante español la temperatura oscilaba entre los 19 y 21 °C.

De la distribución de la temperatura y de la temperatura del punto de rocío se deduce que lenguas de aire cálido y húmedo penetraron por los Pirineos Orientales y por el valle del Ródano. Esta entrada de aire cálido se mantuvo durante la noche estabilizando la temperatura. Por el contrario en el Noroeste de la Península Ibérica la circulación entorno a la borrasca arrastraba aire frío procedente de más altas latitudes. Un fuerte gradiente de temperatura de Sudeste a Noroeste a través de la Península Ibérica separaba las dos masas de aire.

Día 8

La borrasca se había desplazado hacia Gran Bretaña y se rellenó hasta los 970 hPa, mientras el anticiclón había bajado de latitud.

Por la mañana, cesó la advección de aire cálido en los Pirineos. Sólo quedaba la lengua de aire cálido que penetraba hacia el continente a través del valle del Ródano y del Gard.

Durante el día, una lengua de aire frío cruzó los Alpes de Este a Oeste alcanzando el Valle del Ródano donde se encontraba aprisionado el aire cálido provocando un aumento de la inestabilidad sobre este Valle.

Por la tarde cesó la advección cálida del Mediterráneo, aunque en el Valle del Ródano persistieron algunas burbujas residuales de aire caliente.

El campo de temperaturas registradas muestra un notable efecto Fohn, efectivamente a sotavento de la línea de crestas aparecieron estelas cálidas que llegaron hasta 500 Km de distancia.

Día 9

El anticiclón se situó sobre los Balcanes,

mientras Europa Occidental se encontraba bajo la influencia de una depresión situada al Norte de Escocia. Esta nueva configuración restableció el usual flujo del Oeste-Sudoeste sobre la zona afectada por las intensas lluvias durante los días 6, 7 y 8, finalizando así el episodio.

Los frentes que cruzaron la Península Ibérica no son suficientes para justificar la cuantiosa precipitación que cayó en los Pirineos: Existieron otros factores tales como la formación de un frente cálido fruto de la advección de aire cálido procedente de Argelia, así como otros responsables de la focalización y disparo de los procesos convectivos pendientes todavía de estudio.

Evolución temporal en superficie

En los días 6 y 7 los máximos de humedad se encontraban en el litoral catalán y en la vertiente Norte de los Pirineos. El día 8 aunque permanecía un máximo de humedad en la costa catalana, se registró un segundo

máximo a lo largo del valle del Ródano, lo que corrobora el viraje de la corriente general.

Queda patente la aproximación de la depresión y su posterior alejamiento y disipación.

En todas las estaciones se observa la entrada de aire cálido procedente de Argelia a partir del día 6, y hasta el día 9 cuando se restablece el ciclo diurno.

Se refleja un aumento de la temperatura del punto de rocío, que impidió que se registraran valores mayores de la humedad relativa, aunque es indudable que esta ya se encontraba en valores altos el día 6 y se mantuvo alta durante el episodio en casi todas las estaciones.

28.2.2 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS HIDRO-METEOROLÓGICO

Datos de precipitación

En un estudio pluviométrico a partir de las estaciones completas de España no se refleja la gran cantidad de precipitación caída en los Pirineos. Si bien en alguna estación completa se llegó a precipitaciones notables (en Málaga durante el día 6 caen 150 mm, en Navacerrada entre las 6h del día 6 y las 6h del día 7 se registran 90 mm, en el Turó de l'Home el día 7 cayeron 96 mm), estas cayeron de forma dispersa y sin ningún indicio que diera pie a suponer que en los Pirineos acontecía el desastre. El día 8 la lluvia remitió en los puntos con estación completa del territorio Español. En Francia la lluvia abundó en muchos puntos del Sudeste y se superaron los 400mm en las regiones de Le Gard, l'Herault, la Lozère y l'Ardeche.

En la realización de un estudio detallado

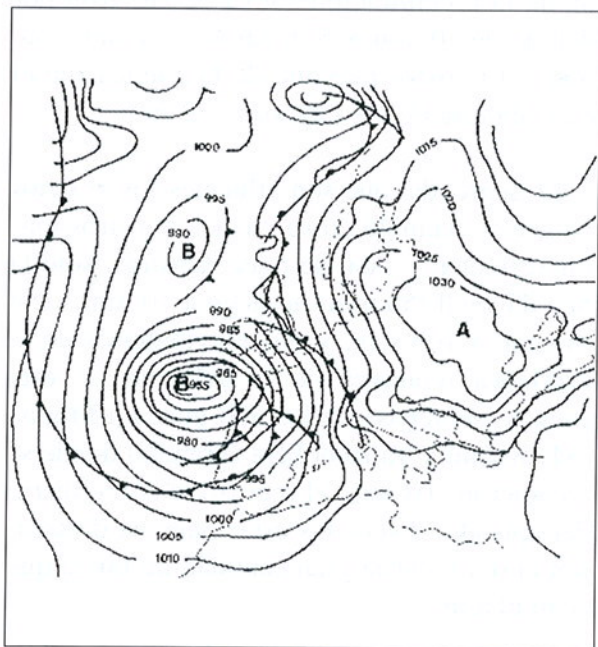


Fig. 28.3 Anàlisi en superfície del dia 07/11/1982 a 00 TMG

no se debe olvidar que la zona se presta a grandes variaciones en el campo de lluvia a causa de la importante orografía, por lo que cabe sospechar que existieron valores superiores a los que reflejan los datos que presentamos (tablas del anexo).

A modo general la distribución de lluvia se repitió bastante durante los días 6 y 7, siendo el día 7 cuando se recogieron las máximas cantidades de lluvia en casi todos los puntos. Cabe señalar que las máximas cantidades se recogieron cerca de cadenas montañosas importantes con una buena superficie efectiva para obstaculizar el viento. Estas dos características, la misma distribución pluviométrica en días diferentes y cercanía a las montañas de los máximos de precipitación, muestra que la orografía fue uno de los principales factores en la generación de las tormentas.

Día 6

Se alcanzaron valores notables de precipitación en el Alto Aragón, más concretamente en la cuenca del Gállego donde en 15 estaciones se sobrepasó el umbral de 100 mm. El máximo de la cuenca se registró en Gistain Molino (200.3 mm). Este máximo no estuvo aislado ya que otros siete pluviómetros cercanos registraron valores comprendidos entre 102.2 y 150.2 mm. Por la proximidad entre estas estaciones cabe sospechar que se trató de la misma tormenta o del mismo grupo de tormentas. En la misma cuenca existieron otros núcleos de lluvia intensa; destacamos 5 pluviómetros cercanos entre sí con valores comprendidos entre los 135.4 mm registrados en Fiscal y los 105 mm registrados en Bergua y en San Juste. Otro registro importante de la cuenca fue el de Goriz donde cayeron 170 mm.

En la cuenca superior del Segre y del Llobregat, en la zona de la Cerdanya, varios

pluviómetros registraron cantidades importantes: La Molina 214 mm, Vallcebollère 158 mm, Porte Puymorens 88 mm, y La Pobla de Lillet 72 mm. Cerca de esta zona, en Francia, bajo el Macizo del Canigó cayeron 260 mm en Py.

Otro registro importante del día fueron los 117 mm de Senet en la cuenca del Noguera Ribagorçana. Por último citamos Millàs y Ossejà, en Francia, donde los pluviómetros llegaron a 155.8 y 158 mm respectivamente.

Día 7

Se percibió una generalización de las lluvias copiosas superándose los registros del día anterior. Una idea de lo acontecido durante el día 7 la dan los registros de los cinco puntos de la cuenca del río Noguera Ribagorçana, ya que todos superaron el umbral de 100 mm. El registro mínimo de la cuenca fue de 112 mm y el máximo fue de 178 mm. En una cuenca vecina, la del río Noguera Pallaresa, de trece puntos de medida de la precipitación sólo 2 se situaron por debajo de 50 mm y 5 llegaron al centenar de mm. El registro máximo de la cuenca fue el de Cabdella donde cayeron 252 mm.

El Segre, del que son afluentes los dos ríos Noguera, acumuló en su cuenca registros más impresionantes. Así, de trece registros, sólo la Seu d'Urgell (56 mm) no llegó a 70 mm, siete superaron 100 mm, y dos pluviómetros de la Cerdanya (comarca de la cabecera de esta cuenca) sobrepasaron los 300 mm: La Molina (341.8 mm) y Vallcebollère (Francia) donde se recogieron 408 mm, el registro máximo diario del episodio. Estas dos estaciones ya destacaron el día 6 por la gran cantidad de lluvia que acumularon.

Cerca de la Cerdanya, en la Cuenca del Llobregat destacan La Pobla de Lillet, con

266 mm y Berga con 153.9 mm. Este río causó numerosos problemas al llegar a las cercanías de Barcelona.

Se repitieron las lluvias copiosas en la cuenca del Gállego y de nuevo destacó la lluvia caída en la zona cercana a Gistain (214.9 mm): 10 pluviómetros vecinos registraron más de 100 mm, destacando el valor de S. Juan Plan con 248.6 mm. En esta misma cuenca, cuyo registro máximo fue de 290 mm en Goriz, existen 8 pluviómetros más que llegaron hasta 100 mm.

La Vall d'Aran en la cabecera del Garona también destacó con valores comprendidos entre 112 mm y 170 mm.

En la vertiente francesa de los Pirineos Orientales numerosos pluviómetros superaron los 100 y 200 mm además de Vallcebollère. Citamos a modo de ejemplo: Lamanère 231.9 mm, Le Tech (EDF) 201.4 mm, l'Hospitalet 240 mm, Ossejà que al igual que Vallcebollère llegó a 408 mm y Py con 350 mm que junto a los 260 mm caídos durante día 6 sumaron 610 mm en sólo dos días, lo que constituyó el registro total máximo del episodio.

Día 8

La lluvia se había desplazado a la zona francesa del Ardeche donde el episodio ocurrió entre los días 7 y 8 (días en los que la lengua de aire caliente del Sur subió por la cuenca del Ródano). En los Pirineos pocos puntos superaron 50 mm. Citamos en la cuenca del Ter el registro de Susqueda, 171.2 mm y en la cuenca del Gállego, El Pueyo Araguanas donde se registraron 73 mm. Estos fueron algunos de los valores más destacables, ya que en la mayoría de los puntos la intensidad de lluvia quedó muy por debajo estas cantidades.

La precipitación en algunos puntos se prolongó hasta el día 10, aunque en ningún punto alcanzó valores significativos comparados con los ya citados.

28.3 PROCESOS DE INSTABILIDAD

Datos de caudales

La zona de los Pirineos concentra una gran cantidad de pantanos que laminaron las avenidas.

Presentamos a continuación una tabla con las avenidas de los principales ríos catalanes afectados por el episodio.

En el estudio de la tabla anterior cabe tener en cuenta que las estaciones de Tortosa, Lleida, Camarasa, Pinyana, Martorell y Manresa se sitúan aguas abajo de una o más presas que laminaron la avenida.

El Segre en la población de Organyà, situada río abajo de la Seu d'Urgell, antes del primer pantano y después de recibir el agua del afluente Valira, aumentó en 13 metros su nivel. Unos kilómetros río abajo, sin que la cuenca haya aumentado más que algún centenar de Kilómetros cuadrados, en el pantano de Oliana, se registró una entrada media de $1886 \text{ m}^3/\text{s}$ en el período de tiempo transcurrido entre las 22:00 y las 23:00 horas del día 7. La elevación máxima del nivel de las aguas durante éste período fue de 10.9 m. Este aumento súbito de la cantidad de agua almacenada en el pantano indujo un terremoto de intensidad II-III en la escala de Mercalli modificada.

En la cabecera del Llobregat, a la entrada del embalse de la Baells, el máximo caudal de entrada fue de $1250 \text{ m}^3/\text{s}$, lo que ocurrió a las 22 horas del día 7.

Datos de las avenidas

Río	Estación	Cuenca (Km ²)	Cresta (m ³ /s)	Caudal relativo (l/s/Km ²)	Caudal medio anual (m ³ /s)
Ebro	Tortosa	84230	3200	38	540
Segre	Puigcerdà	297	600	2020	
	Seu d'Urgell	1233	1000	811	
	Oliana	2700	2000	740	32
	Lleida	11369	3200	281	
Noguera Pallaresa	Pobla de Segur	1950	620	318	
	Camarasa	2820	1300	460	47
Noguera Ribagorçana	Pinyana	1757	180	409	
Llobregat	Martorell	4561	1600	328	20,7
Cardener	Manresa	1332	600	450	6,2
Ter	Ripoll	738	1000	1355	9,6
	Sau-Roda	1523	1300	853	

La laminación de los pantanos no rebajó suficientemente la cresta de la avenida, por lo que numerosas poblaciones quedaron inundadas. Por supuesto también se inundaron muchas poblaciones aguas arriba de los pantanos.

Algunos pantanos, por ejemplo el pantano de la Baells de la Cuenca del Llobregat, abrieron sus compuertas a fin de evitar desastres mayores.

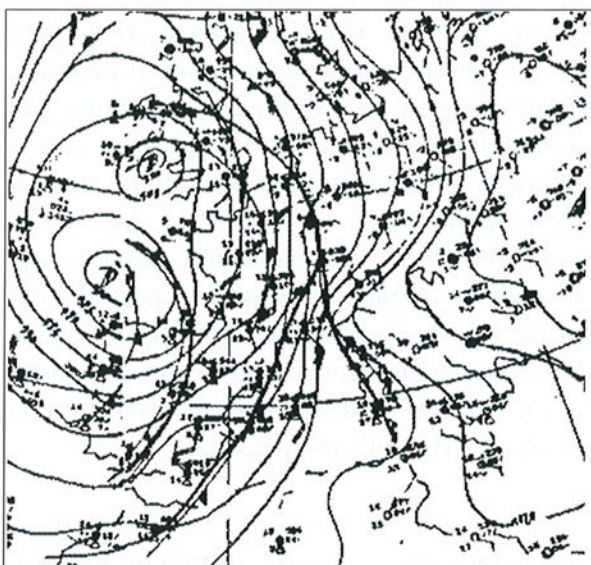


Fig. 28.4 Anàlisi en superfície del dia 8/11/1982 a 00 TMG

Según David Saurí (97) si no fuera por el efecto laminador de los pantanos la avenida hubiera provocado el desbordamiento generalizado de los ríos en sus tramos medios y bajos. Este autor estima que a su paso por Lleida el Segre hubiera superado el caudal de 5200 m³/s, en lugar de los 3200 m³/s que pasaron. El río Segre se desbordó en numerosos tramos cercanos a Lleida por lo que se entiende que sin los pantanos el desastre podía haber alcanzado magnitudes escalofriantes.

En Francia el nivel del agua del Tarn y del Garone se elevó 4 m en 24 horas, mientras que en el Gard y en el Florac, el nivel del río subió 6.5 m.

28.4 EFECTOS INDUCIDOS

28.4.1 DAÑOS

Personales

En Cataluña, 14 víctimas mortales en una zona con una muy baja densidad de población.

Materiales

45000 millones de pesetas en pérdidas sólo en Cataluña. Esta cifra crece en importancia al calcular los daños sufridos por habitante. Albentosa (1983) estimó esta relación, tal como sigue:

Las comarcas más afectadas: Pallars Sobirà (cuenca alta del Noguera Pallaresa) 278000 ptes/hab, Alt Urgell (cuenca media alta del Segre) 262000 ptes/hab.

Los municipios más afectados: la Guingueta d'Àneu en la comarca Pallars Sobirà (1815000ptes/hab); la Vansa y Fórns en la comarca Alt Urgell (1237000 ptes/hab) y el Pont de Bar también en la comarca Alt Urgell (1230000 ptes/hab)

Casi todas las poblaciones ribereñas de las cuencas del Segre, del Llobregat y de las cuencas de los afluentes pirenaicos de ambos ríos sufrieron los efectos de las avenidas. A modo de ejemplo se citan Balaguer, La Pobla de Segur, La Seu d'Urgell, Senterada, Seròs e incluso la zona Franca (barrio de Barcelona).

Las pérdidas repercutieron en especial sobre el mundo rural, y sobre la red viaria. Aunque no se debe olvidar poblaciones como la Guingueta d'Àneu que quedó barrida completamente por una colada de barro, y Pont de Bar que también sufrió los efectos de una colada de barro.

28.4.2CORTES

Algunas poblaciones quedaron aisladas durante varios días, otras fueron evacuadas.

Muchas zonas pirenaicas se quedaron sin servicio de electricidad, agua ni teléfono.

Numerosos tramos de carretera fueron

destruidos bien por las riadas que arrastraban arboles y rocas, bien por las coladas de barro.

28.5 CONSIDERACIONES CONCLUSIVAS

La respuesta después de las avenidas se caracteriza por su rapidez en el restablecimiento de los daños causados. Al año del desastre se aseguraba que en Lérida ya se había recuperado hasta el 90% de lo que el agua se llevó.

La mayoría de las inversiones se destinaron a restablecer infraestructuras públicas, municipales, viarias e hidráulicas así como a incorporar mejoras en las protecciones de la red hidráulica.

Las avenidas mostraron los defectos de los planes de prevención de avenidas de una gran parte de las poblaciones de los Pirineos. Con posterioridad a las avenidas se revisaron los planes municipales de ordenación del espacio fluvial de algunas poblaciones como Ripoll y la Seu d'Urgell introdu-

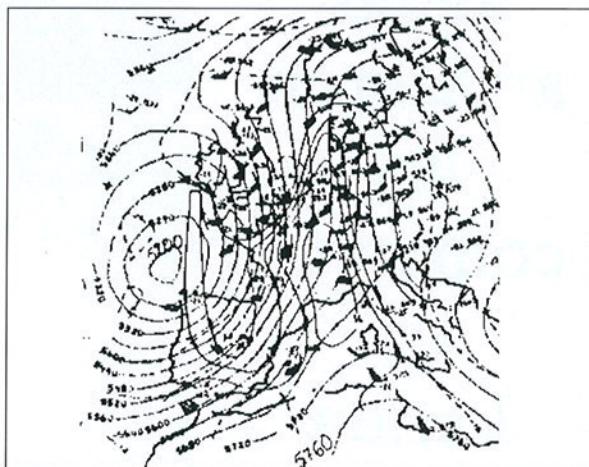


Fig. 28.5 Topografía de 500 hPa del día 8/11/1982 a 00 TMG

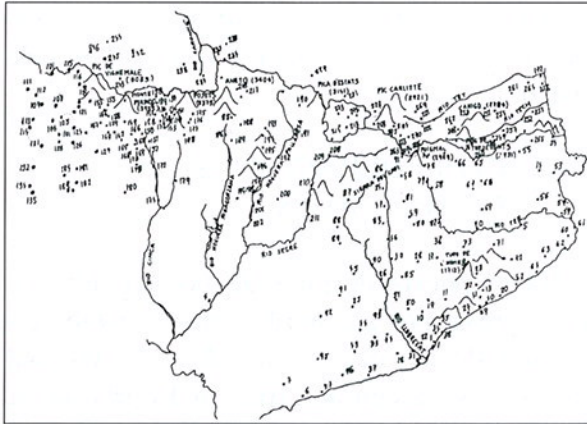


Fig. 28.6 Distribución de las estaciones pluviométricas utilizadas en este apartado

ciendo el riesgo de inundaciones dentro de las planificaciones urbanísticas. Actualmente los municipios pirenaicos están mucho mejor preparados para las avenidas.

Otro efecto de la avenida fue el abandono del cultivo y del pasto de los suelos que no estaban bien establecidos. El abandono del cultivo hizo que la economía de la zona pasara de tener una base agrícola a tener una base lúdica y deportiva. Este tipo de actividad en muchas ocasiones se desarrolla dentro de las zonas inundables, con lo que se ha generado nuevos puntos de riesgo.



Fig. 28.7 Las aguas arrasaron las comarcas de Llerida



Fig. 28.8 Imàgen de periòdico de la inundaciòn



Fig. 28.9 Días inmediatamente posteriores: el río Segre



Fig. 28.10 Días inmediatamente posteriores

29. EVENTO ALUVIONAL DEL 6-8 DE NOVIEMBRE DE 1983

Resumen

Los días 6, 7 y 8 de noviembre de 1983 un episodio de lluvias copiosas causó el desbordamiento de numerosos torrentes, importantes avenidas en los ríos Llobregat, Besòs, Fluvià y Ter, así como la inundación de diversas zonas urbanas y agrícolas. Este episodio de lluvia se produjo un año después de otro importante episodio ocurrido los días 6, 7 y 8 de noviembre de 1982. Algunos de los destrozos que se produjeron no estaban completamente reparados, por lo que hubo zonas especialmente afectadas al no estar preparadas para las avenidas.

Las lluvias cayeron con especial intensidad sobre las laderas meridionales de las cordilleras litoral y prelitoral. En el área metropolitana de Barcelona, donde se encuentra la máxima concentración de población de Catalunya, durante los días 6, 7 y 8 llegaron a acumularse 347 mm. Otra zona seriamente afectada fue la provincia de Girona donde en numerosas estaciones se superó los 100 mm. De esta zona destacamos los 236 mm de Castellfollit de la Roca, en la cuenca del río Fluvià.

Sommario

Nei giorni 6, 7 e 8 novembre, abbondanti piogge causarono lo straripamento di numerosi torrenti, forti correnti nei fiumi Llobregat, Besòs, Fluvià e Ter, nonché l'inondazione di varie zone urbane e agricole. Questo evento si verificò esattamente un anno dopo l'altro importante evento avvenuto il 6, 7 e 8 novembre 1982. Alcuni dei danni causati dall'episodio precedente non erano ancora stati completamente riparati, per cui vi furono zone che vennero danneggiate in modo particolare in quanto non erano pronte al ripetersi dell'evento.

Le piogge caddero con forte intensità sui pendii meridionali delle catene montuose costiere.

Nell'area metropolitana di Barcellona, che presenta la maggior densità abitativa di tutta la Catalogna, durante i giorni 6, 7 e 8 arrivarono ad accumularsi 347 mm. Un'altra zona seriamente colpita fu la provincia di Girona, dove in numerose stazioni si superarono i 100 mm. In questa zona si segnalano in particolare i 236 mm di Castellfollit de la Roca, nel bacino del Fluvià.

Résumé

Les 6, 7 et 8 novembre 1983, des pluies abondantes causèrent le débordement de nombreux torrents, de forts courants dans les fleuves Llobregat, Besòs, Fluvià et Ter, ainsi que l'inondation de différentes zones urbaines et agricoles. Cet événement survint exactement un an après l'autre important phénomène des 6, 7 et 8 novembre 1982. Certains des dégâts causés par l'épisode précédent n'avaient pas encore été complètement réparés, c'est pourquoi il y eut des régions qui furent frappées plus particulièrement car elles n'étaient pas prêtes à ce qu'un tel événement se répète.

La pluie tomba avec une forte intensité sur les pentes méridionales des chaînes de montagne côtières. Dans la région métropolitaine de Barcelone, qui présente la densité de population la plus élevée de Catalogne, les précipitations atteignirent un total de 347 mm pendant les journées du 6, 7 et 8 novembre. Une autre région sérieusement touchée fut la province de Gérone où la pluie dépassa les 100 mm dans de nombreuses stations. Dans cette région, on peut citer en particulier les 236 mm de Castellfollit de la Roca, dans le bassin du Fluvià.

29.1 ÀMBITO TERRITORIAL IMPLICADO

El episodio afectó las cuencas de los ríos Llobregat, Besòs, Fluvià y Ter, en Catalunya.

29.2 LA SITUACIÓN METEOROLÓGICA Y HIDROMETEOROLÓGICA

29.2.1 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS METEOROLÓGICO

Entre los días 4 y 6 se reforzó una situación anticiclónica sobre el Este y el Centro de Europa, bloqueando el paso a los sistemas depresionarios. Durante el mismo periodo se profundizó una perturbación fría situada en el Golfo de Cádiz, en tanto que una onda frontal penetró en el Mediterráneo, descolgándose de dicha perturbación.

Día 6

La onda frontal se encuentra sobre el sur del Mediterráneo Occidental, demasiado lejos para asociarla con la lluvia registrada en Cataluña.

La situación descrita hasta el momento no es suficiente para explicar la intensidad de la lluvia caída en Cataluña. Para mejorar la comprensión del episodio cabría destacar otros factores como la

existencia de una advección cálida en superficie procedente del Norte de África.

Sobre Cataluña existe una gran eficiencia pluviométrica debido a los altos grados de humedad en los niveles de 850, 700 y 500 hPa. Se observa la presencia de moderados gradientes de depresión del punto de rocío cerca de las zonas donde se registraron máximos de lluvia en los niveles de 850, 700 y 500 hPa.

Para finalizar citaremos la situación Sinóptica en la que se encontraba Cataluña: entre un talweg al Oeste y una loma al Este. Cabría estudiar la posible presencia de un surco de onda corta que estuviera llegando a Cataluña.

Día 7

Desde el día 6 el anticiclón centroeuropeo se ha reforzado mientras que la borrasca del Golfo de Cádiz se ha rellenado. A las 12 UTC la onda frontal se encuentra sobre la costa catalana como fren-



Fig. 29.1 Anàlisis en superfície a las 12 TMG de los días 4 a 9 de noviembre

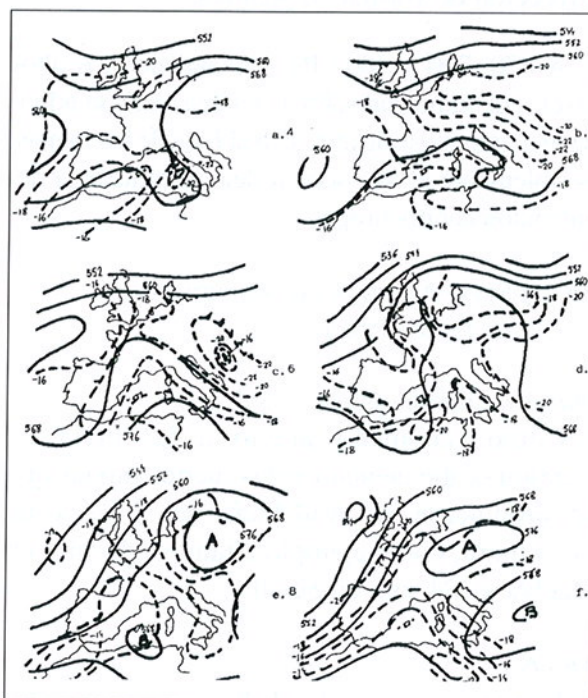


Fig. 29.2 Anàlisis a 500 hPa a las 00 TMG de los días 4 a 9 de noviembre

te ocluido. La llegada de la onda frontal interrumpe la situación de advección cálida del día anterior manteniéndose así la entrada de aire cálido.

Sobre Cataluña las condiciones de humedad y temperatura en los niveles de 850, 700 y 500 hPa no han sufrido variaciones considerables, por lo que persiste la situación de gran eficiencia pluviométrica.

A 500 hPa se mantiene la situación de un tálweg poco profundo al Oeste y una loma al Este, por lo que se mantiene la advección de vorticidad positiva.

Día 8

En superficie Cataluña se encuentra en una zona de pantano barométrico situada entre la situación anticiclónica centroeuropea y una borrasca atlántica. La onda frontal se ha disipado. En altura se percibe una borrasca sobre la costa argelina, ésta no parece afectar Cataluña.

A diferencia de los días anteriores no existe advección de vorticidad positiva.

A 850, 700 y 500 hPa se mantienen los altos niveles de humedad sobre Cataluña, pero se adivina una gran masa de aire seco al Este de los mapas, posiblemente el aire seco refleja la influencia del anticiclón centroeuropeo.

29.2.2 SÍNTESIS DEL ANÁLISIS HIDRO-METEOROLÓGICO

Datos de pluviometría

Como fenómeno previo a la lluvia en Cataluña cabe mencionar las fuertes lluvias que se produjeron en Andalucía del 2 al 4 de noviembre, como ejemplo citamos 145 mm en Huelva y 121 mm en Sevilla.

Día 6

Excepto casos aislados, la lluvia empieza a últimas horas de la tarde de este día. El campo de isoyetas presenta un máximo en el Vallès Occidental,

que también abarca el Baix Llobregat, este máximo llega hasta 220 mm en Terrassa. En el Baix Llobregat se llega a registros como 94 mm en Begues (Cuenca del Llobregat). Un segundo máximo, se encuentra en la Garrotxa, Castellfollit de la Roca 94 mm (Cuenca del Fluvià). Otros dos pequeños máximos en los que se llega a superar los 60 mm se sitúan en el Montseny (Cuencas del Tordera y el Besòs) y el Bages (Cuenca del Llobregat)

Día 7

La distribución de los máximos de lluvia es casi la misma que la del día anterior. El máximo del Montseny ha aumentado hasta 105.5 mm en el Turó de l'Home. El máximo del Vallès Occidental ha disminuido hasta los 120 mm de Rubí. En la Garrotxa no se aprecia gran diferencia, 87.4 mm en Castellfollit de la Roca. El único máximo nuevo se sitúa en el delta del río Llobregat, donde en El Prat el registro llega a 101.7 mm.

Día 8

No hay ningún registro de lluvias excepcionales en Cataluña, sólo el máximo de lluvia del Bages supera 60 mm.

En la representación de las isoyetas diarias y de las isoyetas de lluvia acumulada no se muestran ninguna traslación de los máximos a lo largo del episodio, con lo que cabe suponer una fuerte dependencia en las condiciones locales durante la evolución del episodio.

29.3 EFECTOS INDUCIDOS

29.3.1 DAÑOS

Personales

2 muertos, numerosos rescates y evacuados.

Materiales

Varios miles de millones en pérdidas. Numerosos torrentes y rieras se desbordaron.

Numerosas calles de Barcelona se inundaron, incontables sótanos, plantas bajas e industrias quedaron inundados. Hubo pérdidas importantes en ganadería al inundarse alguna granja. Algún techo de edificio se derrumbó.

Los bomberos realizaron 240 servicios.

29.3.2 CORTES

Innumerables carreteras fueron cortadas, por coladas de barro o por los torrentes. También se suspendió el transporte en camión.

Entre los numerosos cortes de teléfono y



Fig. 29.3 Barro y agua en el Cinturón-plaza Cerdà

corriente, destaca la comarca del Baix Llobregat, que quedó aislada telefónicamente durante todo el día.



Fig. 29.4 Plaza Cordà

BIBLIOGRAFIA

Piemonte

Evento alluvionale del novembre 1705

- AA.VV (1729), "Atti di visita de' danni patiti dalle comunità per le corrosioni". Archivio di Stato di Torino. Il documento è stato anche pubblicato su: Contratto M. (1994) "Locano e i suoi dieci ducati: Pont e valle 1545-1900". Tipografia Saviglianese.
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Camera dei Conti, Mazzo 10 / art. 755 let. N, fasc. 395, 1705, novembre 23. "Atto di visita e concessione di testimoniali di stato ad istanza del sig. Patrimoniale delle rovine causate dal fiume Tanaro alla fitta de molini di Monchie (Novello)".
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Camera dei Conti, Serie Corrosioni, Mazzo art. 466, Fascicolo par. 1, 1680 – 1713. "Transazioni tra il Regio Patrimonio e le comunità per corrosioni nelle provincie di Asti, Cuneo, Ivrea, Mondovì, Pinerolo, Susa, Torino e Vercelli"
- Boniforti L., 1972, "Il Lago Maggiore e dintorni con viaggi ai laghi e monti circonvicini". Pietro Gribaudo, Torino.
- Caputo M., "Ricostruzione storica degli eventi alluvionali del t. Orco tra Cuorgnè e la confluenza nel f. Po", in Quaderno n. 13, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, Centro Stampa Giunta Regionale del Piemonte, Torino, 1999.
- Crosio F., Ferrarotti B., 1996, "Trino gli anni del diluvio", in Studi Trimesi/13.
- Fontana E., "Alluvioni in Valsesia (dal Medioevo ai nostri giorni)" in Quaderno n. 14, Regione Piemonte, Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche, Centro Stampa Giunta Regionale Piemonte, Torino, 1999.
- Monticelli P., "Ricostruzione storica degli eventi alluvionali nelle valli di Lanzo tra il 1400 e il 1990", in Quaderno n. 12 Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, Centro Stampa Giunta Regionale del Piemonte, Torino.
- Troisi C., "Esame di alcuni dati storici relativi ad eventi alluvionali e fenomeni di instabilità naturale nelle valli dei t. Orco e Soana, Alto Canavese, Provincia di Torino", in Quaderno n. 7, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, Centro Stampa Giunta Regionale del Piemonte, Torino, 1997.
- Tropeano D., 1989, "Eventi alluvionali e frane nel bacino del Bormida. Studio restrospettivo". In Quaderni di studi e documentazioni, n. 10. Supplemento al Bollettino Associazione mineraria subalpina, anno XXVI n. 4. CNR – IRPI Torino, Associazione mineraria subalpina.
- Tropeano D., Turconi L., "Valutazione del potenziale detritico in piccoli bacini delle Alpi occidentali e centrali", Pubblicazione n. 2058, GNDICI, Editore L'Artistica Savigliano, Torino 1999.
- Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 – 1981", CNR – IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale dell'ottobre 1755

- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Prima Archiviazione, Serie Elemosine, Mazzo 2, Fascicolo 3, 1756, marzo 11. "Informative dell'Intendente di Torino sul ricorso de' particolari di Coazzolo e Monastero attesa l'inondazione sofferta."

- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Prima Archiviazione, Serie Ponti e strade, Mazzo 4, Fascicolo 10, 1756, feb. 6 - mar. 20. "Lettera continente informativa dell'Intendente di Torino sul ricorso della comunità di Mezzenile per potersi valere del fondo d'anticipata per la ricostruzione del ponte sul fiume Stura stato per le escrescenze d'acqua rovinato".
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Prima Archiviazione, Serie Miniere, Mazzo 3, Fascicolo 12, 1759 - 1773. "Informativa dell'Intendente Blanciotti sovra ricorso delli Giovanni Ferraris, Andrea Matazolio, e Stefano Perotto sublocatori della provvista del carbone per la fonderia di Scopello in vigor di contratto 12 ottobre 1754 per essere indenizzati de' gravi danni causati dalle escrescenze improvvise della Sesia, che esportò dal carbonile il carbone in provvisione."
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Prima Archiviazione, Serie Inondazioni, corrosioni e gragnuola, Mazzo 4, Fascicolo 1, 1755. "Regie determinazioni col parere del Consiglio Finanze, istruzione ai Delegati e relazioni delli rispettivi Intendenti per il soccorso dato alli danneggiati dalla grave inondazione seguita in ottobre".
- Bazzetta N., "Storia della città di Domodossola", La Cartografica Gozzano Omegna, Domodossola, 1911.
- Fontana E., 1999, "Alluvioni in Valsesia (dal Medioevo ad oggi)". In Quaderno n. 14 della Collana informativa tecnico-scientifica - Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, Centro Stampa Giunta Regionale del Piemonte, Torino, 1999.
- Peco L., "L'alluvione del 14.10.1755 in Valsesia", in Atti del Convegno "La Sesia: Piano di bacino e gestione del territorio", Comunità Montana Valsesia, 1955.
- Tropeano D., M. Arattano, A.M. Degagnutti, F. Luino, L. Ciarmatori, F. Dutto, F. Godone, E. Beretta, A. Casagrande, P.G. Trebò, "L'evento alluvionale del 23 - 25 settembre 1003 in Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta. Aspetti idrologici e geomorfologici" in Geam n. 2/3, Anno XXII, 1995, Torino.
- Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 - 1981", CNR - IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale dell'ottobre 1839

- Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Affari speciali dei Comuni, Mazzo 206, Fascicolo 2.23, 1814 - 1840. "Testimoniali di convocato. Mandamento di Bassignana. 1. Comune di Bassignana. 2. Comune di Alluvioni Cambiò."
- Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Corrispondenza, Mazzo 185, Fascicolo Reg.1, 1838 - 1845. "Registro degli impiegati d'ogni grado del Genio Civile e dell'Amministrazione dei boschi e selve."
- Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Corrispondenza, Mazzo 193, Fascicolo 3 Regg., 1837 - 1839. "Registro corrispondenza coi Sindaci e autorità diverse."
- Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Mazzo 261, Fascicolo unico 1839. "Registro dei decreti di tutti i Comuni della provincia di Alessandria".
- Archivio di Stato di Novara, Fondo Intendenza Generale - Affari Generali, Fondo Acque, mazzo b.6, fascicolo 5, 1839 - 1840 "Piene dei fiumi e dei torrenti della provincia di Novara avvenute nei mesi di settembre e ottobre 1839. Danni subiti dai Comuni e dai privati."
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo cart.88, Fascicolo 17, 1843. "Torino - torrente Mallone. Torrente Malone presso il ponte di Brandizzo. Istanza dell'avv. Crosa per ripari."

- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo cart.19, Fascicolo 2, 1839 – 1846. “Casale. Fiume Po. Argine di Morano. Ripari.”
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo cart.98, Fascicolo 1.17, 1840 - 1841. “Vercelli - fiume Sesia. Ripari contro la Sesia in territorio di Caresana a difesa di proprietà comunali e private.”
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo cart.48, Fascicolo 1.15, 1840 – 1849. “Novara - Fiume Sesia. Ripari alla Sesia in territorio di Ghemme, regione Mosteila.”
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo 61, Fascicolo 2.7, 1840. “Saluzzo - fiume Po e torrente Varaita. Ripari alla Varajta. Vertenza fra la comunità di Brossasco e alcuni particolari.”
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo 61, Fascicolo 1-2, 1839 - 1840. “Saluzzo - fiume Po e torrente Varaita. Sanfront. Bealera del molino Mottura. Trasporto della derivazione”.
- Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Acque, Mazzo 61, Fascicolo 2.9, 1841 – 1844. “Saluzzo - fiume Po e torrente Varaita. Ripari al torrente Varaita in territorio di Villanova Solaro ai confini di Bastia.”
- Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Intendenza di Vercelli, Serie seconda, Mazzo 347, Fascicolo 7, 1839. “Danni arrecati dallo straripamento dei fiumi e torrenti avvenuto negli ultimi giorni di ottobre alle Comunità ed ai particolari della Provincia.”
- Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Intendenza di Vercelli, Serie seconda, Mazzo 347, Fascicolo 6, 1839. “Lettera in risposta alla circolare della Regia Intendenza di Vercelli del 1839, ottobre 31 circa le “Notizie sui danni cagionati dalle recenti inondazioni”.”
- Bazetta G., “L’evento, le piene ed i ripari del t. Bogna”, Tipografia Ossolana, Torino, 1896.
- Caputo M., “Ricostruzione storica degli eventi alluvionali del t. Orco tra Cuorgnè e la confluenza nel f. Po”, in Quaderno n. 13, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, Centro Stampa Giunta Regionale del Piemonte, Torino, 1999.
- Crosio F., Ferrarotti B., 1996, “Trino gli anni del diluvio”, in Studi Trimesi/13.
- Monticelli P., “Ricostruzione storica degli eventi alluvionali nelle valli di Lanzo tra il 1400 e il 1990”, in Quaderno n. 12 della Collana informativa tecnico-scientifica – Settore prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte.
- Troisi C., “Esame di alcuni dati storici relativi ad eventi alluvionali e fenomeni di instabilità naturale nelle valli dei t. Orco e Soana, Alto Canavese, Provincia di Torino”, in Quaderno n. 7, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico della Regione Piemonte, Centro Stampa Giunta Regionale del Piemonte, Torino, 1997.
- Tropeano D., Turconi L., “Valutazione del potenziale detritico in piccoli bacini delle Alpi occidentali e centrali”, Pubblicazione n. 2058, GNDICI, Editore L’Artistica Savigliano, Torino 1999.
- Tropeano D., M. Arattano, A.M. Degagnutti, F. Luino, L. Ciarmatori, F. Dutto, F. Godone, E. Beretta, A. Casagrande, P.G. Trebò, “L’evento alluvionale del 23 – 25 settembre 1003 in Liguria, Piemonte e Valle d’Aosta. Aspetti idrologici e geomorfologici” in Geam n. 2/3, Anno XXII, 1995, Torino.
- Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrìto O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, “Eventi alluvionali e frane nell’Italia Settentrionale. Periodo 1975 – 1981”, CNR – IRPI Torino, L’Artistica Savigliano.

Evento alluvionale del settembre-ottobre 1857

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Affari speciali dei Comuni, Mazzo 207, Fascicolo 9, 1841 – 1859. “Testimoniali di convocato. Mandamento di Bassignana. 1. Comune di Alluvioni Cambiò; 2. Comune di Bassignana; 3. Comune di Montecastello; 4. Comune di Pavone; 5. Comune di Pietramarazzi; 6. Comune di Rivarone. Mandamento di Canelli. 7. Comune di Bagnasco (mandamento di Montafia); 8. Comune di Calosso; 9. Comune di Canelli; 10. Comune di Moasca; 11. Comune di San Marzano.”

Archivio di Stato di Novara, Fondo Prefettura di Novara - I versamento, Serie Affari comunali, Mazzo 180, Fascicolo 28, 1859 – 1860. “Casale Corte Cerro. Progetto per l'inalveamento del rivo denominato "Rivo di Casale" e restauri ai ripari del Rivo stesso.”

Archivio di Stato di Novara, Fondo Prefettura di Novara - I versamento, Serie Affari comunali, Mazzo 212, Fascicolo 19, 1847 - 1874. “Cavaglietto. Riparazioni alle sponde laterali del ponte sull'Agogna.”

Archivio di Stato di Novara, Fondo Prefettura di Novara - I versamento, Serie Affari comunali, Mazzo 66, Fascicolo 27, 1859. “Baveno. Progetto di arginamento al torrente Oltrefiume.”

Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Ponti e Strade, Mazzo 173, Fascicolo 2, 1857 – 1858. “Divisione di Alessandria. Asti - da Asti ad Alba, strada provinciale, e ponte sul Torrente Trivera, ricostruzione.”

Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Ponti e Strade, Mazzo 179, Fascicolo 1, 1854 - 1860. “Divisione di Cuneo. Mondovì. Strada comunale da Farigliano a Mondovì. Fiume Tanaro. Ponte su detto fiume e strade d'accesso. Rovina del nuovo ponte in ottobre 1857.”

Archivio di Stato di Torino - Sezioni Riunite, Fondo Lavori Pubblici, Serie Ponti e Strade, Mazzo 173, Fascicolo 1, 1854 - 1860. “Divisione di Alessandria. Alessandria. Danni delle piogge. Inconvenienti e sinistri.”

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Intendenza di Vercelli, Serie Serie seconda, Mazzo 455, Fascicolo 1, 1842 - 1859. “Acque, ponti e strade della provincia di Vercelli. Guasti causati dalle acque.”

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Sottoprefettura di Vercelli, Serie Consorzi d'acque, Mazzo 206, Fascicolo 12, 1840 - 1867. “Consorzio per opere contro Sesia in territorio di Caresana e Motta dei Conti.”

Evento alluvionale dell'ottobre 1868

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Sottoprefettura di Novi Ligure, Mazzo 488, Fascicolo 1, 1860 – 1885. “Carte riguardanti gli affari comunali. 1. Albera; 2. Arquata; 3. Arquata; 4. Borghetto Borbera.”

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Sottoprefettura di Novi Ligure, Mazzo 493, Fascicolo 1, 1860 – 1885. “Carte riguardanti gli affari comunali. 1. Casaleggio; 2. Castelletto d'Orba; 3. Fiaccone”.

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Sottoprefettura di Novi Ligure, Mazzo 505, Fascicolo 3, 1860 – 1885. “Carte riguardanti gli affari comunali. 1. Tagliolo; 2. Tassarolo; 3. Vignole Borbera

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Sottoprefettura di Vercelli, Serie Fondi di sussidio, Mazzo 45, Fascicolo 2, 1868. “Sussidio a favore dei danneggiati dalle recenti inondazioni.”

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Sottoprefettura di Vercelli, Serie Acque, Mazzo 68, Fascicolo 13, 1861 - 1870. “Saluggia. Ripari alla Dora.”

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Sottoprefettura di Vercelli, Serie Acque, Mazzo 68, Fascicolo 14, 1867 - 1872. "Greggio. Ripari contro il Sesia."

Azzoni E., "La fotografia sul Lago Maggiore 1840-1890".

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 - 1981", CNR - IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale dell'ottobre 1872

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Sottoprefettura di Novi Ligure, Mazzo 504, Fascicolo 1, 1860 - 1885. "Carte riguardanti gli affari comunali. 1. Silvano d'Orba; 2. Stazzano; 3. Torre de' Ratti".

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Sottoprefettura di Novi Ligure, Mazzo 497, Fascicolo 2, 1860 - 1885. "Carte riguardanti gli affari comunali. 1. Montaldeo; 2. Mornese; 3. Novi Ligure".

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Intendenza Generale di Alessandria, Serie Sottoprefettura di Novi Ligure, Mazzo 502, Fascicolo 1, 1860 - 1885. "Carte riguardanti gli affari comunali. 1. Pozzolo-Formigaro; 2. Roccaforte; 3. San Cristoforo".

Archivio di Stato di Novara, Fondo Prefettura di Novara - I versamento, Serie Affari comunali, Mazzo 454, Fascicolo 4, 1873 - 1888. "Mergozzo. Ripari ai torrenti Albo e Nibbio."

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Sottoprefettura di Vercelli, Serie Acque, Mazzo 207, Fascicolo 3.1, 1858 - 1879. "Arginature contro il fiume Sesia. Caresana. Consorzio argini fiume Sesia."

Archivio di Stato di Vercelli, Fondo Sottoprefettura di Vercelli, Serie Acque, Mazzo 207, Fascicolo 3.4, 1869 - 1878. "Arginature contro il fiume Sesia. Costituzione di un consorzio per ripari contro Sesia nei comuni di Albano Verellese, Oldenico, Quinto."

Azzoni E., "La fotografia sul Lago Maggiore 1840-1890".

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 - 1981", CNR - IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale dell'ottobre 1878

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 - 1981", CNR - IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale dell'ottobre 1896

Archivio di Stato di Alessandria, Fondo Prefettura di Alessandria, Serie Affari comunali, Mazzo 61, Fascicolo 18, 1898 - 1910. "Comune di Montalero. Strade comunali ordinarie, obbligatorie, vicinali. Appalti, collaudi, sussidi etc."

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 - 1981", CNR - IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale del maggio 1926

Archivio di Stato di Cuneo, Fondo Genio Civile, Serie Danni bellici, danni alluvionali e lavori edilizi,

Mazzo 6, Fascicolo 1, 1926 - 1930. "Alba. Danni alluvionali. Riattamento strade comunali danneggiate".
Archivio di Stato di Cuneo, Fondo Genio Civile, Serie Danni bellici, danni alluvionali e lavori edilizi, Mazzo 227, Fascicolo 1.1, 1915 - 1960. "Garessio. Danni alluvionali. Ricostruzione del ponte comunale Trappa Sparvoira sul Tanaro, asportato dalla piena del 16/V/1926".
Ministero dei LL. PP. Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, Sezione di Torino, Annali Idrogeologici 1926, parte I. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1930.

Evento alluvionale dell'agosto 1935

De Luigi G., "Lungo la valle dell'Orba fino al crollo della diga di Molare", Accademia Urbense, Alessandria, 1999.
De Marchi G., "Sulla rottura della diga di Sella Zerbino", 1937.
Ministero dei LL. PP. Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, Sezione di Torino, Annali Idrogeologici 1935, parte I. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1937.

Evento alluvionale del settembre 1948

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 - 1981", CNR - IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.
Angius E. (1948) Il nubifragio del 4 settembre 1948 in Piemonte. L'acqua nell'agricoltura, nell'igiene e nell'industria. Anno XXVI, N. 11-12, novembre-dicembre 1948, pp. 123-130.

Evento alluvionale del novembre 1951

Anselmo V., Tropeano D., "Eventi alluvionali nel bacino del torrente Banna con speciale riferimento alla piena del 19 febbraio 1972", in CNR, Eventi Alluvionali e Frane nell'Italia Settentrionale, periodo 1972 - 1974, Associazione Mineraria Subalpina, 1983.
Ministero dei LL. PP. Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, Sezione di Torino, Annali Idrogeologici 1951, parte I. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1958.

Evento alluvionale del 12-15 giugno del 1957

Canali L., "La piena del Po del giugno 1957, Ministero dei LL.PP.", "Annali idrografici" n. 2, 1957.
Coop Dialogo in Valle, "Quarant'anni fa: alluvione Val Susa. Memorie di fango, pietre e gente", in Dialogo in valle, Supplemento al n. 4/1997, Torino.
Govi M., "L'evento alluvionale del 12 - 15 giugno 1957. I danni nei bacini del Piemonte e della Valle d'Aosta", Estratto dagli Atti del XXI Congresso geografico Italiano, Verbania 1971.
Ministero dei LL. PP. Servizio Idrografico, Ufficio Idrografico del Po, Sezione di Torino, Annali Idrogeologici 1957, parte I. Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, 1959.
Mortara G., D. Tropeano, "Eventi di piena nei bacini dei rii Gerardo e Perilleux in Val Susa (1972-1973)", in CNR, Eventi Alluvionali e Frane nell'Italia Settentrionale, periodo 1972 - 1974, Associazione Mineraria Subalpina, 1983.
Ramasco M., Susella F., "Studi geologici per il collegamento stradale fra il traforo del Frejus e Torino", Servizio Geologico Regionale, Torino.
Romiti G., "La sistemazione del bacino idrografico del Po nella Regione Piemontese", in Accademia Italiana di Scienze Forestali, 1959.

Susella G.F, Ramasco M., Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino). "Carta delle aree colpite dagli eventi alluvionali del 13-14 giugno 1957 del 19-20 maggio 1977".

Evento alluvionale del novembre 1968

AA.VV., Archivio Fondazione Cassa di Risparmio di Biella. "Raccolta di riprese fotografiche relative all'evento alluvionale del novembre 1968 nel Biellese". Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione.

Bossolasco M., Dagnino I., Flocchi G., 1970: Analisi delle condizioni meteorologiche responsabili della alluvione del 1-3 novembre 1968 sul Piemonte, in "Geografia e Meteorologia - Bollettino della Società Italiana di Geografia e Meteorologia", Volume XIX, n. 1-2, pp. 25-33.

Carraro F., Dal Piaz G. V., Govi M., R. Sacchi, "Il dissesto idrogeologico del 2 novembre 1968 nel bacino della Strona a monte di Cossato", in Studi Geologici nel Vercellese e nella Valle Strona, CNR Torino, 1969.

Giuffrida G., 1971: L'evento alluvionale del 2-3 novembre 1968 in Piemonte, in "Annali Idrologici - Parte seconda", Ministero dei Lavori Pubblici, Roma.

Italconsult, "Studi preliminari sugli interventi di ricostruzione e sistemazione delle zone alluvionate in provincia di Vercelli", Ministero LL. PP., Roma, 1969.

Eventi alluvionali del 18-20 maggio e del 6 – 7 ottobre 1977

AA.VV., "6/7 ottobre 1977. La pioggia è naturale, l'alluvione no", in Mensile Politico e di Informazione, n. 2, anno VI.

Butera L., "Indagine idrologica sull'evento alluvionale dei giorni 8-10 ottobre 1977 nel bacino della Dora Baltea" ENEA, 1993.

Capiluppi G.F., Zanella E. - Comunità Montana Valli Chisone e Germanasca, 1994. "Studio geologico e geotecnico in prospettiva sismica. Carta delle aree soggette a dissesto, caduta di valanghe, alluvioni. A. Aree soggette a dissesto e alluvioni". Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino).

Capiluppi G.F., Zanella E. - Comunità Montana Valli Chisone e Germanasca, 1994. "Studio geologico e geotecnico in prospettiva sismica. Carta dei dissesti e degli eventi alluvionali. Tav.1-2-3, scala 1:5.000. Comuni di Pinasca, Inverso Pinasca". Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino).

Govi M., "Gli eventi alluvionali del 1977 in Piemonte: problemi di protezione idrogeologica". Atti del convegno "Pianificazione territoriale e geologia", Torino, aprile 1978.

Piazzano P., Susella G.F., Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino). "I dissesti prodotti dall'evento alluvionale del 19-5-1977 sul versante sinistro dell'alta e media Val Pellice. Cartografia in scala 1:25.000".

Studio Serte – Pinerolo, 1987, Comunità Montana Val Pellice. "Studio geologico e geotecnico in prospettiva sismica. Carta degli eventi alluvionali. Tav.1-2-3, scala 1:10.000". Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino).

Susella G.F., Ramasco M., Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino). "Carta delle aree colpite dagli eventi alluvionali del 13-14 giugno 1957 del 19-20 maggio 1977".

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, "Eventi allu-

vionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 – 1981”, CNR – IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Evento alluvionale del 7 – 8 agosto 1978

Anselmo V., “Sugli eventi di piena nel bacino del Toce”, Mensile della Svizzera Italiana di Architettura e Ingegneria, Fascicolo 897, Bellinzona, 1983.

Ben G., Forlati F., Gandino E., Lavazza F., Massazza G., Olivero A., Puma F., Stoppa T., Regione Piemonte - Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, Settore Studi e Ricerche (Torino). “I dissesti nei bacini dei Torrenti Melezzo, Fenecchio e Basso Isorno. Studio effettuato a seguito dell'evento alluvionale del 7 agosto 1978 nelle Valli dell'Ossola. Cartografia in scala 1:25.000”.

Regione Piemonte, Ufficio Documentazione, “Alluvione nell'Ossola, 7/8/1978”, 1978.

Tropeano D., Govi M., Mortara G., Turrito O., Sorzana P., Negrini G., Arrattano M., 1999, “Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975 – 1981”, CNR – IRPI Torino, L'Artistica Savigliano.

Eventi alluvionali del settembre – ottobre 1993

Autorità di Bacino del Fiume Po (1993), Evento alluvionale del settembre 1993 nel bacino del Po: analisi del fenomeno e conseguenti proposte. Parma 14-10-1993.

CNR - Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano, “L'evento alluvionale del 23 - 25 settembre 1993 in Liguria, Piemonte e Valle d'Aosta. Aspetti idrologici e geomorfologici”, Supplemento a GEAM, anno XXXII, n. 2-3, Torino, 1995.

Luino E. (1993), “Effetti dell'evento pluviometrico del 23-24 settembre 1993 nell'Italia nord-occidentale”, Nimbus, A. 1, n. 2.

Regione Piemonte (1993), “Prime note sull'evento alluvionale in Piemonte del 22-25 settembre 1993”. Rapporto inedito a cura del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Assessorato Difesa del Suolo e Governo Risorse Idriche della Regione Piemonte.

Regione Piemonte (1994), “Piano di coordinamento tecnico per l'attuazione degli interventi a favore delle zone colpite da fenomeni alluvionali nei mesi di settembre-ottobre-novembre 1993 con particolare riguardo ai torrenti Orco, Soana, Stura di Lanzo e Ama (DGR n. 130-34420 del 2/5/1994)”, elaborato tecnico a cura del Servizio Difesa Assetto Idrogeologico e Difesa del Suolo.

Regione Piemonte, Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, “Gli eventi alluvionali del settembre – ottobre 1993 in Piemonte”, Torino, 1996.

Spinedi, E., Kappenberger G., Sartori S. (1993), “Le alluvioni del Settembre-Ottobre 1993 sul versante sudalpino”. Centro meteorologico dell'Istituto Svizzero di meteorologia, Locarno Monti. Rapporto preliminare: 37 pp.

Telesca P., Fadda M. (1993), “Evento meteorologico 22-23-24-25 settembre 1993: analisi del fenomeno meteorologico; dinamica dei versanti e formazione delle piene; azioni da intraprendere”. Rapporto inedito del Settore OOPP a Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte.

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

AA.VV. (s.d.), “Meteorological Events and Natural Disasters. Report CEC field mission in Piedmont (Northern Italy) of 4-6 November 1994”, ENEA – Consorzio Civita.

Autorità di bacino del fiume Po, “Indicazioni per lo sviluppo del piano di bacino conseguenti all'evento alluvionale del 4-6 novembre 1994”, Parma, 1994.

- Autorità di bacino del fiume Po, "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" PS 45 (Relazione generale; Annesso alla relazione generale: programma degli interventi; Allegato 1: Analisi dell'evento alluvionale in relazione alle componenti fisiche e antropiche del bacino idrografico negli ambiti territoriali interessati; Allegato 2: Sezioni trasversali dell'alveo del fiume Po; Allegato 3: Censimento della domanda di intervento sulla base delle proposte del Magistrato per il Po, delle Regioni e degli Enti locali).
- Autorità di bacino del fiume Po, Sottoprogetto SP11 "Piano e coordinamento interprogettuale": "Alluvione in Piemonte del Novembre 1994: analisi del fenomeno e indicazioni per lo sviluppo del Piano di Bacino", Parma, 1995.
- Bellardone G. (1997), "4-6 novembre 1994, la piena del Belbo. Regione Piemonte", Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica, Quaderno n. 9, Torino, pp. 41.
- Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano - Torino (1995), "5-6 novembre 1994. Un'evento da non dimenticare". A cura di E. Farina. Progetto grafico e stampa a cura di Seat, Divisione Stet, 94 pp.
- Magistrato per il Po, "Piano straordinario degli interventi conseguenti all'evento alluvionale del mese di novembre 1994" -D.L. 24.11.94 n.646 convertito con legge 21.01.95 n.22. Relazione, "Proposte degli interventi finalizzati al ripristino dell'assetto idraulico ed alla prevenzione del rischio idrogeologico". Allegati: Tipologia 1: Pronti Interventi; Tipologia 2: Somme Urgenze; Tipologia 3: Ripristini ed Adeguamenti; Parma, 1995.
- Piccioni C., Ramasco M. (1997), "Gli scivolamenti planari nel territorio delle Langhe piemontesi attivati durante l'evento del 4-6 novembre 1994". Scala 1:10.000. Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica.
- Regione Piemonte, "Primo rapporto sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4-6 novembre 1994" a cura dei Settori Prevenzione Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e Opere Pubbliche a difesa Assetto Idrogeologico, 1° e 2° parte - Aggiornato alla data del 24.11.1994.
- Regione Piemonte, Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, "Eventi alluvionali in Piemonte, 2 - 6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7 - 10 ottobre 1996", Torino, 1998.
- Tropeano D. (1995), "Evento alluvionale del novembre 1994 in Piemonte. Interventi di studio effettuati dall'IRPICNR di Torino". Sintesi delle osservazioni. CNR-IRPI Torino, GEAM VI-IX 1995,135-145.

España

Evento aluvional del 25 de septiembre de 1962

- Llasat, M.C., 1987, 'episodios de lluvias copiosas en Cataluña: génesis, evolución y factores coadyuvantes', Tesis Doctoral, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2, 424-448 pp.
- Llasat, M.C., 1991, 'Gota Fría', Editorial Boixareu Universitaria, 128-134 pp.
- Llasat, M.C., De Battle, J., 2000. Universitat de Barcelona, Meteorological Hazards Analysis Group, Department of Astronomy and Meteorology. Interreg II C. "Informe de junio de 1999 a junio de 2000. Anexo 1.
- Tomás Quevedo, A., 1963, 'Causas meteorológicas de las inundaciones del bajo Vallés, Llano de Llobregat y el Maresme.' Est. Geogr., 91, 137-146 pp.

Saurí, D., 1997, 'L'impacte de les Inundacions a Catalunya Prespectiva Històrica y Situació Recent' en Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 29-30 pp.

Evento aluvional del 19-23 de septiembre de 1971

Llasat, M.C., 1987, 'Episodios de lluvias copiosas en Cataluña: génesis, evolución y factores coadyuvantes', Tesis Doctoral, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 424-448.

Llasat, M.C., 1991, 'Gota Fría', Editorial Boixareu Universitaria, 128-134.

Llasat, M.C., De Battle, J., 2000. Universitat de Barcelona, Meteorological Hazards Analysis Group, Department of Astronomy and Meteorology. Interreg II C. "Informe de junio de 1999 a junio de 2000. Anexo 1

Tomás Quevedo, A., 1963, 'Causas meteorológicas de las inundaciones del bajo Vallés, Llano de Llobregat y el Maresme.' Est. Geogr., 91, 137-146.

Vide, J., 1997, 'Els factors físics: inputs pluviomètrics i la resposta del sistema fluvial', Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 37-49.

Evento aluvional del 18-19 de octubre de 1977

Llasat, M.C., 1987, 'episodios de lluvias copiosas en Cataluña: génesis, evolución y factores coadyuvantes', Tesis Doctoral, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2, 424-448 pp.

Llasat, M.C., 1991, 'Gota Fría', Editorial Boixareu Universitaria, 128-134 pp.

Llasat, M.C., De Battle, J., 2000. Universitat de Barcelona, Meteorological Hazards Analysis Group, Department of Astronomy and Meteorology. Interreg II C. "Informe de junio de 1999 a junio de 2000. Anexo 1

Nóvoa M., 1979, 'Inundaciones del 18-19 de Octubre de 1977 en los ríos Fluvià y Ter en la Provincia de Gerona'.

Tomás Quevedo, A., 1963, 'Causas meteorológicas de las inundaciones del bajo Vallés, Llano de Llobregat y el Maresme.' Est. Geogr., 91, 137-146 pp.

Saurí, D., 1997, 'L'impacte de les inundacions a Catalunya. Prespectiva històrica i situació recent', Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 27-35 pp.

Vide, M., 1997, 'Els factors físics: inputs pluviomètrics i la resposta del sistema fluvial', Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 37-49 pp.

Evento aluvional del 6-8 de noviembre de 1982

Albentosa, L., 1983, 'Precipitaciones excepcionales e inundaciones durante los días 6 a 8 de noviembre de 1982 en Cataluña', Estudios Geográficos, 170-171, 229-273 pp.

Cailleau, C. y Santurette P., 1983, 'Tèmpete des 6, 7 et 8 Novembre 1982', Note de travail du Service Météorologique Métropolitain, 10, Ministère des transports. Direction de la Météorologie, France.

Llasat, M.C., 1987, 'Episodios de lluvias copiosas en Cataluña: génesis, evolución y factores coadyuvantes', Tesis Doctoral, Publicacions de la Universitat de Barcelona, 2, 424-448 pp.

Llasat, M.C., 1991, 'Gota Fría', Editorial Boixareu Universitaria, 128-134 pp.

Llasat, M.C., D. Sempere Torres, 1995, 'Inondations en Catalogne. L'événement de Novembre 1982', Actes du Colloque Crues et Laves Torrentielles, s/n.

Llasat, M.C., De Battle, J., 2000. Universitat de Barcelona, Meteorological Hazards Analysis Group, Department of Astronomy and Meteorology. Interreg II C. "Informe de junio de 1999 a junio de 2000. Anexo 1

- Martin-Vide, J., 1997, 'Els factors físics: inputs pluviomètrics i la resposta del sistema fluvial', Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 37-49 pp.
- Puigdefàbregas, Cai, 1983, 'Efectes geomorfològics dels aiguats del novembre de 1982', Publicacions del Servei Geològic de Catalunya. Departament de Política Territorial i Obres Públiques, 236 pp.
- Pouget, E., y Valette F., 1983, 'La t  p  te des 6,7, 8 et 9 novembre 1982', Note du travail Centre M  t  rologique des Pyrénées Orientales, Perpignan.
- Raffanel, Y., 1982, 'La t  p  te des 7 et 8 novembre 1982 dans l'Herault', Note du travail. Service M  t  rologique des Pyrénées Orientales Perpignan
- Saurí, D., 1997, 'L'impacte de les inundacions a Catalunya. Prespectiva històrica i situació recent', Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 27-35 pp.

Evento aluvional del 6-8 de noviembre de 1983

- Llasat, M.C., 1987, 'Episodios de lluvias copiosas en Cataluña: g  nesis, evolución y factores coadyuvantes', Tesis Doctoral, Publicacions de la Universitat de Bar-ce-lona, 2, 424-448 pp.
- Llasat, M.C., 1991, 'Gota Fría', Editorial Boixareu Universitària, 128-134 pp.
- Llasat, M.C., De Battle, J., 2000. Universitat de Barcelona, Meteorological Hazards Analysis Group, Department of Astronomy and Meteorology. Interreg II C. "Informe de junio de 1999 a junio de 2000. Anexo 1
- Saur  , D., 1997, 'L'impacte de les inundacions a Catalunya. Perspectiva hist  rica i situaci   recent', Les Inundacions, Quaderns d'Ecologia Aplicada, 14, 27-35 pp.

GRUPPO DI LAVORO

Responsabile del procedimento **Dott. Vincenzo Cocco**, Regione Piemonte, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione

CIMA (Centro Interuniversitario in monitoraggio ambientale)

Prof. Franco Siccardi

Dott.ssa Luisella Colla

Direzione lavori

Dott. Ing. Raffaele Perrone, Regione Piemonte, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione

Prof. Ing. Giorgio Roth, Università di Genova

Dott. Carlo Troisi, Regione Piemonte, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione

Commissione di collaudo

Prof. Lucio Ubertini, Università di Perugia

Dott. Ferruccio Forlati, Regione Piemonte, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione

Dott. Arch. Franco De Giglio, Regione Piemonte, Settore Protezione Civile

Per la stesura del capitolato e per fornire competenze tecniche specifiche nei vari campi di attività del progetto la Regione Piemonte ha istituito un gruppo di lavoro così composto:

- Ing. Secondo Barbero ¹, (aspetti idraulici);
- Ing. Marco Belfiore ¹, (interazioni con PAI, piani regolatori e Piano Fasce Fluviali);
- Dott.ssa Gianfranca Bellardone ¹, (dati storici, banche dati e GIS);
- Ing. Stefano Campus, (valutazioni di pericolosità, aspetti informatici);
- Dott. Marco Cordola ¹, (valanghe);
- Dott. Luca Mensio ¹, (definizione soglie di innesco fenomeni franosi);
- Dott. Sandro Peressin ², (piani di protezione civile);
- Ing. Marco Rossino ³, (aspetti informatici);
- Dott. Paolo Tonanzi ¹, (pericolosità da violenta attività torrentizia e da conoide).

(1) Regione Piemonte, Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione

(2) Regione Piemonte, Settore Protezione Civile

(3) CSI Piemonte

Università di Barcellona

Tutti i dati e le descrizioni relative gli eventi alluvionali in Ispagna provengono da rapporti redatti, per il progetto Interreg, dalla Dott.ssa Maria-Carmen Llasat e dal Dott. and Joan de Batlle, GAMA, Meteorological Hazard Analysis Group, Department of Astronomy and Meteorology, Universitat de Barcelona, Spagna.

Responsabile del progetto

Ing. Angelo Zani

Direzione e coordinamento

Advisory Committee

Prof. Ing. Luigi Natale

Prof. Ing. Ugo Maione

Consorzio Italcopò

Ing. Angelo Zani

Responsabile redazione PCPC area Belbo e sviluppo applicazioni informatiche di supporto

Risorse Idriche

Ing. Francesco Tresso

Responsabile operativo del progetto e della redazione PCPC area Valli Susa e Chisone

Dott. Nicola Quaranta

Responsabile della ricerca, raccolta e organizzazione documentale dati

Aquater

Dott. Pieramelio Baldelli

Responsabile area valutazione pericolosità, rischio, scenari e della redazione PCPC area Belbo-Bormida

Dott. Pietro Aleotti

Responsabile analisi relazione piogge-frane

WEBLIOGRAFIA

Internazionale

Community action programme in the field of civil protection, Unione Europea

<http://europa.eu.int/comm/environment/civil/funds.htm>

Dipartimento federale della difesa, della protezione della popolazione e dello sport, Svizzera

<http://www.vbs.admin.ch/internet/B/i/Index.htm>

Home page della protezione civile, Svizzera

<http://www.zivilschutz.admin.ch/i/index.htm>

Piattaforma nazionale Pericoli naturali PLANAT c/o Ufficio federale delle acque e della geologia
UFAEG, Svizzera

<http://www.planat.ch/i/index.htm>

British Civil Defence, Gran Bretagna

<http://www.britishcivildefence.org/>

Home Office Public Enquiry Team Emergency Planning (sito governativo), Gran Bretagna

<http://www.homeoffice.gov.uk/epd/index.htm>

National Council for Civil Protection (NCCP), Gran Bretagna

<http://www.britishcivildefence.org/pages/NCCP.html>

American Civil Defense Association, Stati Uniti.

<http://www.tacda.org/>

Federal Emergency Management Agency, Stati Uniti

<http://www.fema.gov/>

Emergency Preparedness, Canada

<http://www.epc-pcc.gc.ca/>

Italia

Dipartimento di Protezione Civile, Presidenza del Consiglio

<http://www.protezionecivile.it/home.html>

Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali, Presidenza del Consiglio

<http://www.dstn.it/>

Ministero dell'Interno

http://www.cittadinitalia.it/sezioni/protezione_civile/index_protezionecivile.html

Vigili del Fuoco

http://www.protezionecivile.it/vigili_del_fuoco/links.html

Ministero della Difesa

<http://www.difesa.it/>

Servizio Nazionale Dighe

<http://www.dstn.it/snd/index.html>

Servizio Sismico Nazionale

<http://www.dstn.it/ssn/index.html>

Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti

<http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/home.html>

Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Consiglio Nazionale delle Ricerche
<http://www.gndci.pg.cnr.it/>
Istituto Nazionale di Geofisica
<http://www.ingrm.it/>
A. I. NE. VA. Associazione Interregionale Neve e Valanghe
<http://www.aineva.it/>
Federazione Italiana di Scienze della Terra
<http://www.dst.unipi.it/fist/>
Servizio Geologico Nazionale
<http://www.dstn.it/sgn/index.html>
Piemonte: SIPROC, Sistema Informativo di Protezione Civile
<http://www.regione.piemonte.it/protciv/>
Lombardia: Direzione Generale Opere Pubbliche, Politiche per la casa e Protezione Civile: Unità organizzativa Protezione Civile
<http://www.protezionecivile.regione.lombardia.it/>
Emilia Romagna: Servizio Protezione Civile
http://www.regione.emilia-romagna.it/protez_civile/
Toscana: Istituto Geofisico Toscano
<http://www.igt.it/prociv.htm>
Sardegna: Servizio Protezione Civile
<http://www.regione.sardegna.it/ital/ambiente/protciv.htm>
Servizio Protezione Civile, Torino
<http://www.provincia.torino.it/protciv/>
Servizio Protezione Civile, Cuneo
http://www.provincia.cuneo.it/ita_site/Protezione_civile/struttura.htm
Servizio Protezione Civile, Venezia.
www.provincia.venezia.it/protciv
Servizio Protezione Civile, Padova.
www.provincia.padova.it/protezione_civile
Prefettura di Cuneo
<http://www.multiwire.net/prefettura/>
Prefettura, Pisa.
www.prefettura.pisa.it
Prefettura di Torino
<http://www.comune.torino.it/prefto/>
A.N.P.A.S. Solidarietà Internazionale Organizzazione Non Governativa
<http://www.anpas-internazionale.org/>
Associazione Radioamatori Italiani
<http://www.ari.it/>

Spagna

Dirección General de Protección Civil, Spagna
<http://www.proteccioncivil.org>

Protección Civil. Programa de acción comunitaria en favor de la protección civil. Area de Presidencia. Spagna

<http://www.jcyl.es/jcyl/ap/dgaeae/listad.../PROTEC-CIV.htm>

Francia

Fédération nationale de protection civile (FNPC), Francia

<http://www.protection-civile.org/>

Union Departementale de Protection Civile de Paris. Francia

<http://www.udpc75.org/>

Protection Civile del Paris, Francia

<http://www.protectioncivile.org/>

Riviste in rete

Disaster Management: Pianificare e gestire l'emergenza

<http://www.disastermanagement.it>

Civil Protection magazine aims to exchange, promote and update good practice in the field of emergency management.

<http://www.homeoffice.gov.uk/epd/publications/civilprot.htm>