

ANALISI DELL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 22 OTTOBRE 2008

Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna

SEDE LEGALE E AMMINISTRATIVA
via Palabanda, 9 c/o ARPAS
09123 CAGLIARI
tel. 070 652108 fax 070 652109

CENTRO OPERATIVO REGIONALE
viale Porto Torres, 119
07100 SASSARI
tel. 079 258600 fax 079 262681
www.sar.sardegna.it
sarinfo@sar.sardegna.it

Partita IVA 01949720922



Descrizione dell'evento

Le precipitazioni alluvionali del 22 ottobre 2008 sono state causate da una *cella temporalesca eccezionalmente estesa* (tecnicamente una *supercella* successivamente evolutasi in un *sistema convettivo di mesoscala*) che si è formata pochi km a Est di Cagliari nelle prime ore del mattino e si è rapidamente estesa a quasi tutti i territori delle province di Cagliari e di Lanusei-Tortolì. Dopo alcune ore, poi, la cella si è spostata verso Nord-Est, arrivando ad interessare anche la parte orientale della provincia di Nuoro.

Il fenomeno ha portato precipitazioni di eccezionale intensità sull'area ad Est di Cagliari tra le 03 e le 08 GMT (cioè tra le 5:00 e le 10:00 ora locale) e su Gerrei e Ogliastra tra le 07 e le 11 GMT (cioè tra le 9:00 e le 13:00 ora locale). Nelle ore pomeridiane, poi, le piogge sono continuate sulla Sardegna orientale, ma con intensità inferiori rispetto alle aree precedenti.

Occorre infine precisare che nel pomeriggio del 22, una cella temporalesca molto piccola ma intensa si è formata nel Mar di Sardegna ad Ovest dell'Iglesiente e ha investito il territorio di Villacidro, facendo piovere 39 mm/2h.

Nella **figura 1**, si può osservare il *sistema convettivo di mesoscala* come rilevato dal satellite MSG alle 5:30 GMT (7:30 ora locale), cioè nel momento in cui le precipitazioni hanno raggiunto la massima intensità. L'immagine mette in risalto molto bene la porzione del territorio regionale interessata dalle precipitazioni intense¹.

La **figura 2** mostra, invece, l'intensità di precipitazione (espressa in mm/h) stimata nel medesimo istante dal radar del SAR installato a Monte Rasu. Sebbene tali stime di intensità di precipitazione siano da considerarsi approssimative (per la natura dello strumento e per effetto della presenza del Gennargentu che crea una parziale occultazione del fascio radar per le aree dell'Ogliastra), si può comunque osservare l'eccezionale intensità delle precipitazioni nel territorio di Cagliari-Capoterra e dintorni (con punte di circa 150mm/h sull'area del Rio San Girolamo e Rio S. Lucia), i valori progressivamente decrescenti sul resto della provincia² e il massimo secondario sull'Ogliastra.

L'evoluzione delle precipitazioni nelle 24 ore, su un insieme di punti stazione della rete del Consorzio SAR e dell'AGRIS, è riportata nella **figura 3**. Si possono osservare che i massimi orari di Uta e di Jerzu hanno valori molto simili (intorno ai 50-60 mm/h per due ore consecutive), mentre l'andamento complessivo della pluviometria nell'arco della giornata rispecchia l'evoluzione della

¹ L'immagine mette bene in evidenza anche i confini della *cella temporalesca*, permettendo di comprendere la ragione per la quale alcune zone poco distanti da Capoterra, come Sarroch e Pula, quasi non siano state interessate dal fenomeno.

² L'insieme delle immagini radar risultano molto importanti perché, seppur inadeguate a dare la misura esatta dei mm di precipitazione, permettono di delimitare l'area interessata dalle precipitazioni in maniera più precisa rispetto alle misure da pluviometro che, per loro natura, sono puntuali.



cella temporalesca. Per confronto sono anche riportate le precipitazioni della stazione di Capoterra della Protezione Civile.

In ambo i casi (area vasta di Cagliari e Basso Ogliastra) si è trattato di precipitazioni eccezionali non solo per i valori in sé, ma soprattutto per la brevità dell'evento. La **figura 4**, infatti, mostra il cumulo di precipitazione dalle 00 alle 08 GMT (cioè tra le 2:00 e le 10:00 in ora locale) come è stimabile dal radar di Monte Rasu (con le medesime cautele di cui alla figura 2). Oltre alle precipitazioni eccezionali citate sopra, si può osservare che delle piogge molto intense hanno investito l'agglomerato urbano a Ovest/Nord-Ovest di Cagliari e il Sarrabus-Gerrei.

Il riepilogo della pluviometria della giornata, infine, è riportato nella **figura 5** e nella **tabella 1**.

La **figura 5** mostra i cumulati di precipitazione osservati dalla rete del Consorzio SAR e dell'AGRIS, integrate da tre stazioni della Protezione Civile localizzate sotto il massimo delle precipitazioni e da alcune stazioni del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica. Sono ben evidenti i due massimi locali indicati sopra: l'area di Cagliari-Capoterra e dintorni i cui cumulati massimi hanno sfiorato i 400 mm e l'area di Jerzu-Cardedu con un massimo di oltre 250 mm. Nella figura sono riportati anche il Rio San Girolamo e il Rio Santa Lucia, sui cui bacini le precipitazioni hanno raggiunto il massimo di intensità.

La **tabella 1**, invece, riporta i cumulati giornalieri del 22 ottobre, i massimi cumulati orari e i massimi cumulati su 10 minuti di un insieme significativo di stazioni della Sardegna interessate dal fenomeno. Come confronto la tabella riporta anche i cumulati registrati dalle stazioni della Protezione Civile e del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica; si osservi, in particolare, la stazione di Capoterra-Poggio dei Pini che, come è riportato da relazioni pubblicate dalla Regione Autonoma della Sardegna, nelle due ore di massima precipitazione (tra le 04 GMT e le 06 GMT, corrispondenti alle 6:00-8:00 in ora locale) ha toccato prima i 90.0 mm/h e poi i 148.2 mm/h.



Confronto con la climatologia

Considerando le serie storiche archiviate nella banca-dati del Consorzio SAR, che copre il periodo 1932-2008, i cumulati giornalieri misurati a *Capoterra-Poggio dei Pini* sono i massimi di cui si abbia traccia nella serie pluviometrica di Capoterra, mentre nella serie pluviometrica più vicina alla stazione di Uta è presente un evento superiore: 400 mm misurati il 23 novembre 1961. Nelle due serie storiche più vicine a Jerzu, invece, si trovano rispettivamente 5 e 6 cumulati simili o superiori.

Estendendo l'analisi alle stazioni pluviometriche circostanti, si può osservare che le precipitazioni dell'area a Est di Cagliari restano del tutto eccezionali, mentre quelle dell'Ogliastra sono estremamente intense, ma ricorrenti (seppur con tempi di ritorno lunghi).

Se, invece, si considera la distribuzione delle precipitazioni sulla Sardegna nel suo complesso, per capire se questo tipo di eventi meteorologici siano già occorsi nel passato, si possono individuare almeno due eventi simili, sia come struttura spaziale del campo di precipitazione sia come valori dei massimi, e numerosi altri con cumulati di precipitazione inferiori.

I due eventi più simili occorsero il 22-23 novembre 1961 e il 12-13 novembre 1999. Entrambi furono caratterizzati da precipitazioni eccezionali nell'area immediatamente a Est/Nord-Est della città di Cagliari e precipitazioni molto abbondanti nella costa orientale della Sardegna.

Nei giorni 22-23 novembre 1961, si osservarono 400 mm/24h a Uta, 200 mm/24h a Villasor e cumulati di precipitazione superiori ai 100 mm/24h nel Basso Campidano, mentre precipitazioni di eccezionale intensità interessarono Baronia e Ogliastra, con valori superiori a 200 mm/24h sino a un massimo di 292.2 mm/24h a Talana.

Nel secondo episodio, invece, le precipitazioni cumulate su due giorni del Basso Campidano raggiunsero i 374.6 mm/48h a Decimomannu e superarono i 200 mm in molte località circostanti (221 mm a Capoterra). Nei medesimi due giorni le precipitazioni complessive dell'Ogliastra e del Sarrabus raggiunsero i 376.8 mm/48h a Pelau e 307 mm/48h a Muravera. Sempre a Pelau, la stazione dell'ERSAT misurò anche due ore di precipitazioni di eccezionali di intensità: 97.6 mm/h alle 18 GMT e 67 mm/h alle 19 GMT.

Numerosi altri episodi hanno interessato la sola Sardegna orientale, in molti casi anche caratterizzati da precipitazioni più abbondanti, ma si è sempre trattato di precipitazioni meno intense sull'area di Cagliari.

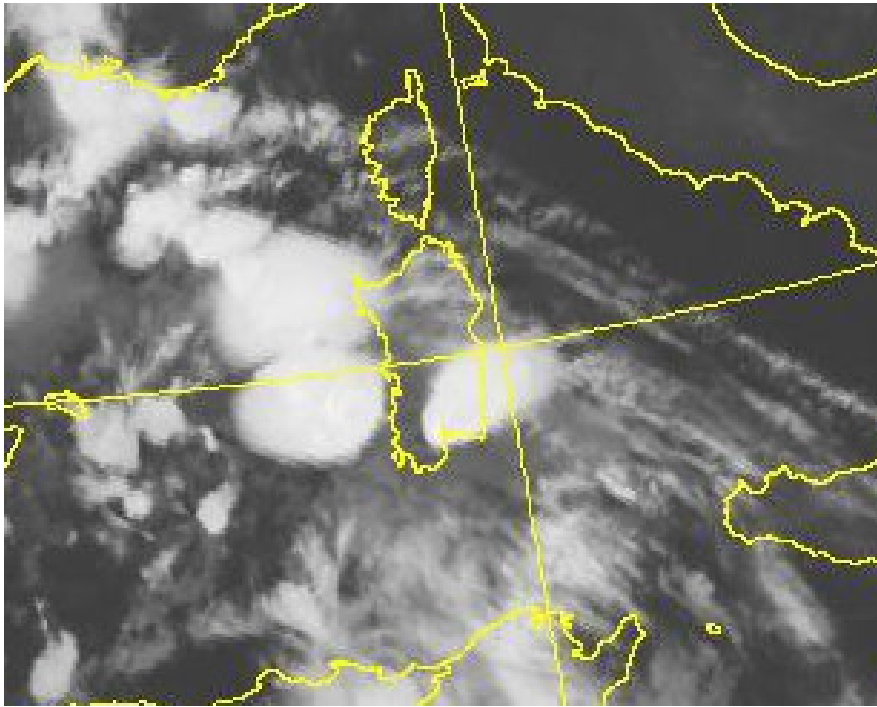


Figura 1. Il sistema convettivo di mesoscala nel momento di massima intensità del fenomeno (5:30 GMT, corrispondenti alle 7:30 ora locale) visto da uno dei canali infrarossi del satellite *MeteoSat* di Seconda Generazione.

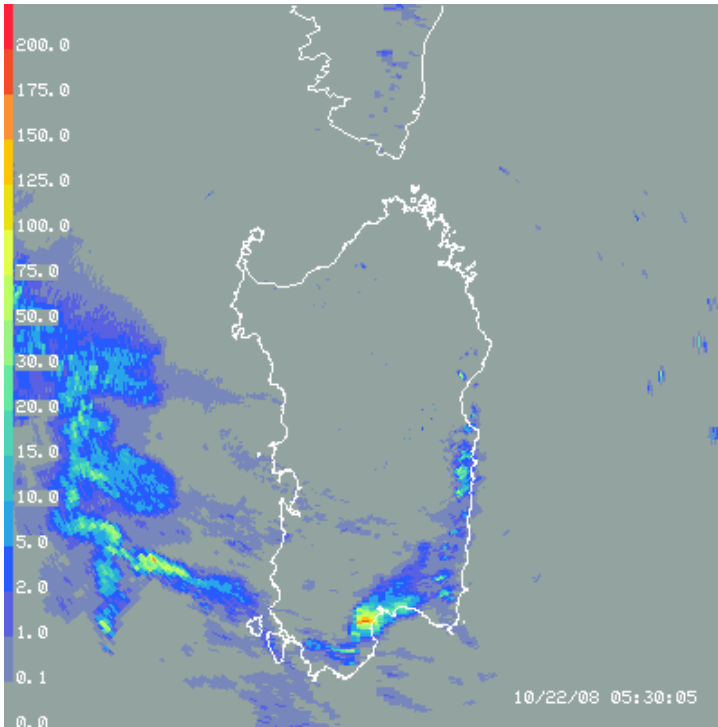
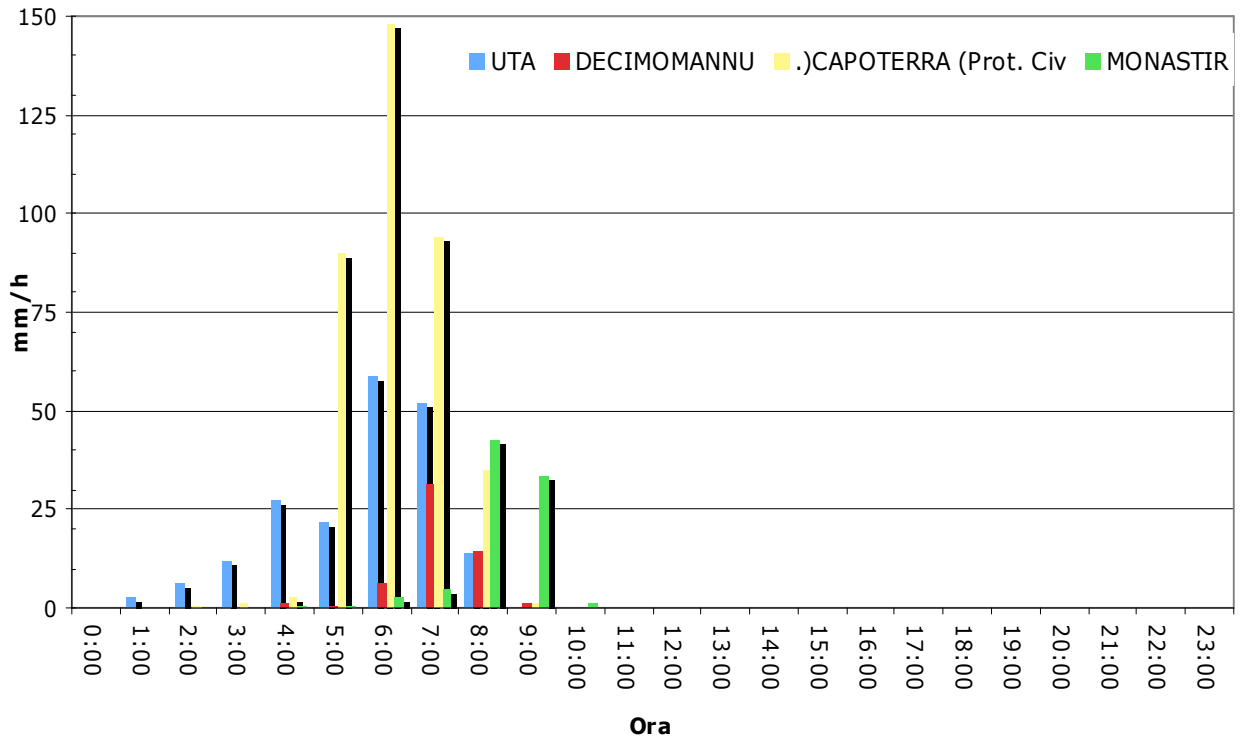


Figura 2. Intensità oraria delle precipitazioni nel momento di massima intensità del fenomeno (5:30 GMT, corrispondenti alle 7:30 ora locale) stimata dal radar del SAR di Monte Rasu. I cumulati di precipitazione riportati sono stime indicative sulla base della *riflettività* osservata dallo strumento.

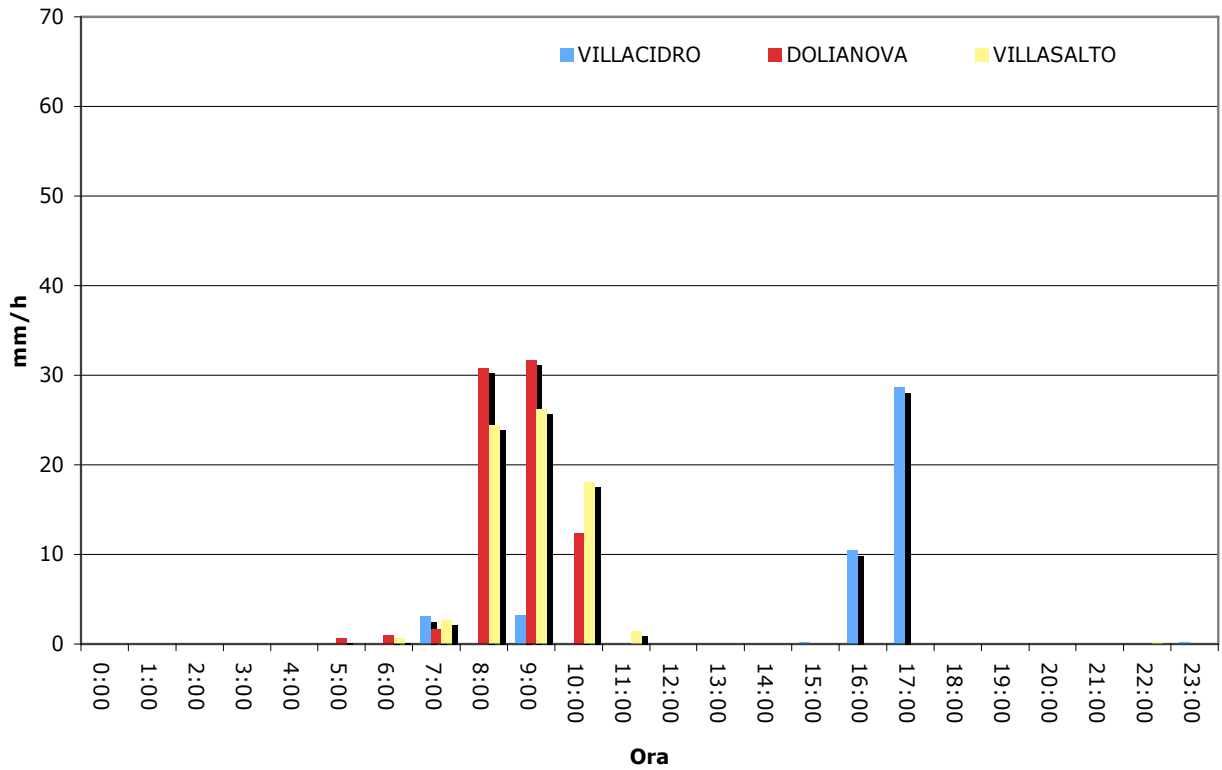


Area vasta di Cagliari



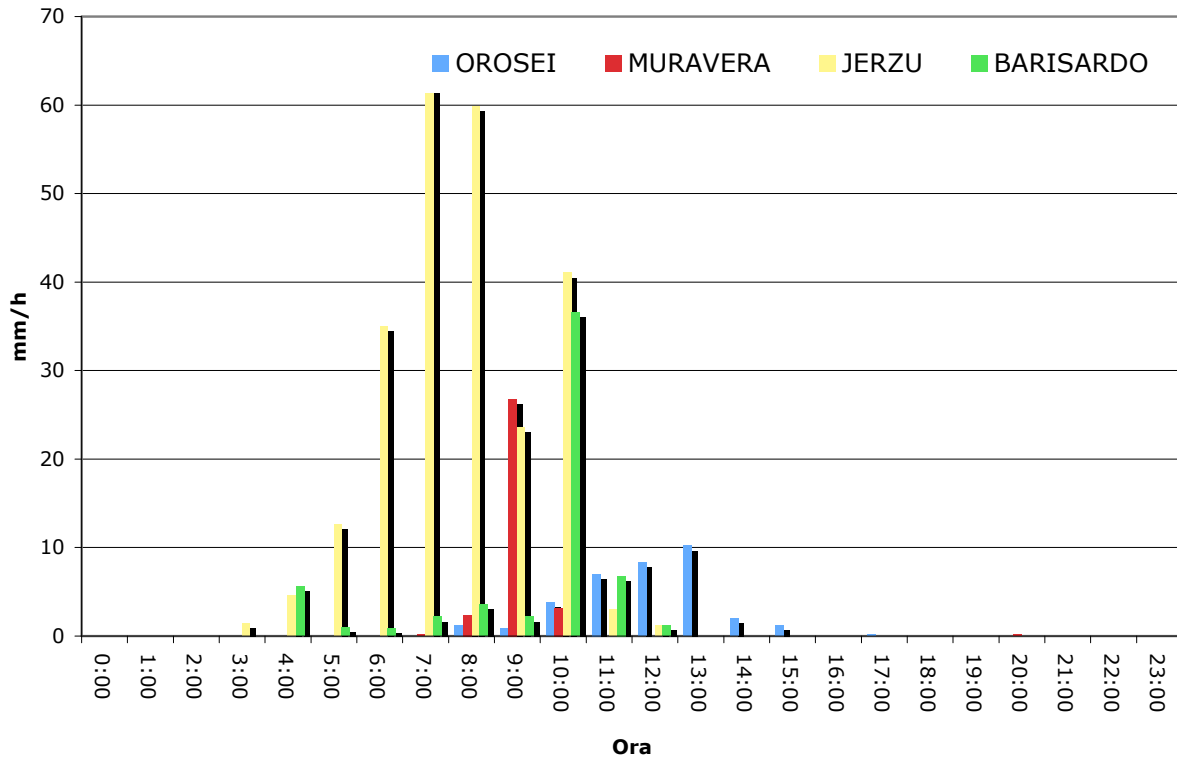
3a

Altre aree



3b

Costa Orientale



3c

Figura 3a-3b-3c. Andamento orario delle precipitazioni in alcune stazioni della rete del SAR e della rete dell'AGRIS. A titolo di confronto si riportano anche i cumulati orari della stazione della Protezione Civile di *Capoterra-Poggio dei Pini* recentemente pubblicati.

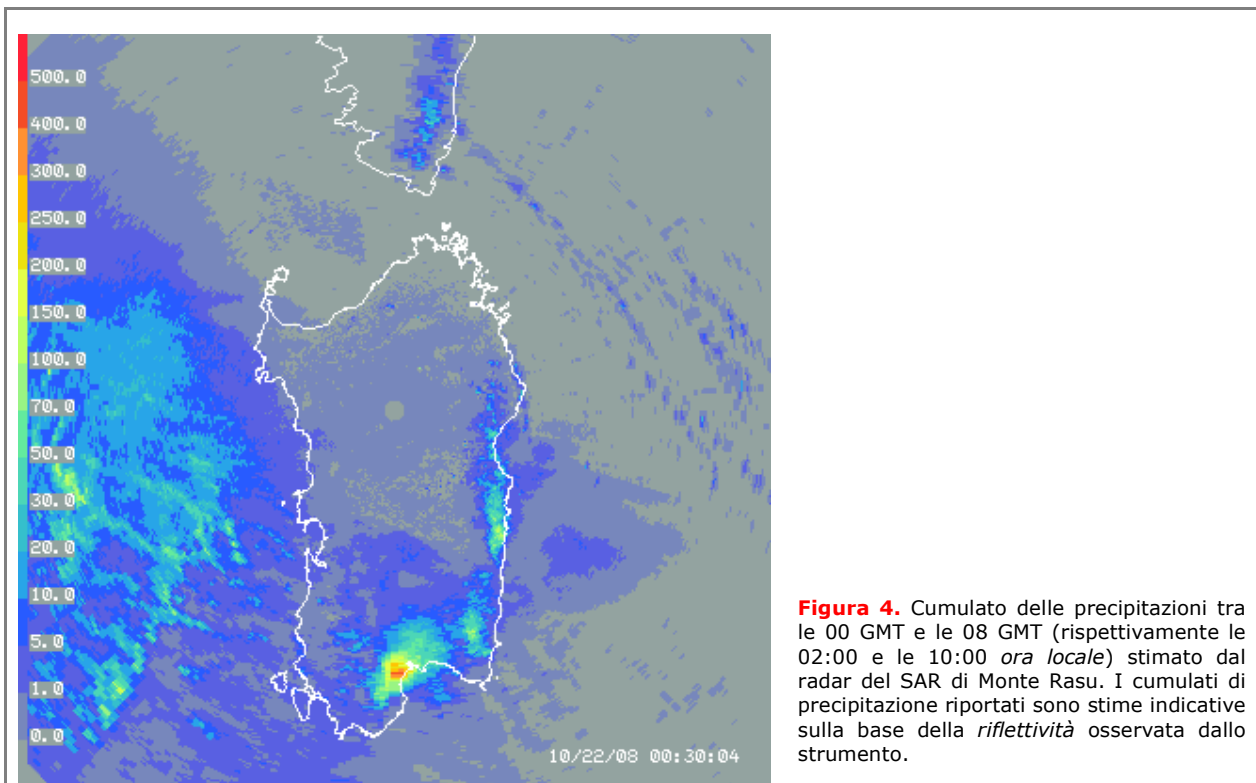


Figura 4. Cumulato delle precipitazioni tra le 00 GMT e le 08 GMT (rispettivamente le 02:00 e le 10:00 *ora locale*) stimato dal radar del SAR di Monte Rasu. I cumulati di precipitazione riportati sono stime indicative sulla base della *riflettività* osservata dallo strumento.

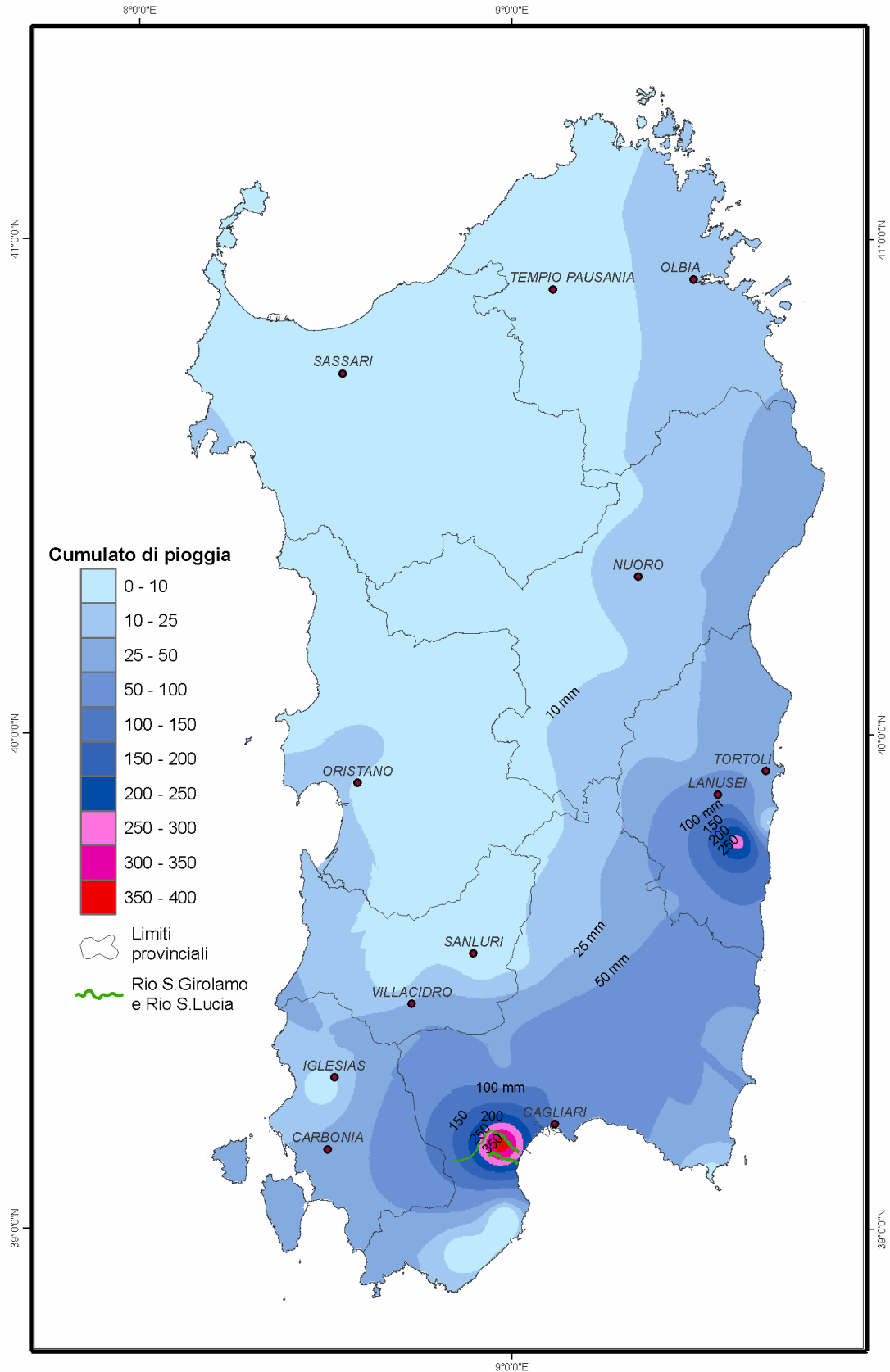


Figura 5. Interpolazione del cumulo di precipitazione giornaliero osservato dalle stazioni della rete del SAR, integrate con alcune dell'AGRIS, con alcune del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare e con le tre stazioni della Protezione Civile più vicine al massimo principale di precipitazione.



I dati misurati il 22 ottobre 2008

Stazione	Valori di precipitazione		
	Cumulato Giornaliero [mm]	Massimo cumulato in 60' [mm]	Massimo cumulato in 10' [mm]
CAGLIARI*	94,6	51,2	nd
CAPOTERRA - POGGIO DEI PINI*	372,0	148,2	nd
CAPOTERRA - RIO S. LUCIA*	276,4	80,6	nd
CAPO BELLAVISTA**	32,2	nd	nd
CAPO CARBONARA**	0,1	nd	nd
CAPO FRASCA**	20,4	nd	nd
CAPO S. LORENZO**	81,6	nd	nd
PERDASDEFOGU**	52,0	nd	nd
DECIMOMANNU (AM)**	46,1	nd	nd
DECIMOMANNU	55,6	35,6	10,6
DOLIANOVA	78,0	43,8	12,8
DOMUS DE MARIA	2,2	0,8	0,4
GONNOSFANADIGA	1,0	0,8	0,4
GUASILA	10,6	5,4	2,0
IGLESIAS	3,4	2,8	1,6
MONASTIR MOBILE	85,2	43,0	11,2
MURAVERA	32,8	28,2	12,0
SAMASSI	4,6	2,0	0,8
SARDARA	2,4	1,0	0,4
SIURGUS - DONIGALA	15,6	9,6	2,8
UTA***	193,2	58,4	nd
VILLA S. PIETRO	1,8	1,2	0,8
VILLACIDRO	45,6	38,2	9,8
VILLASALTO	73,4	34,8	10,4
BARISARDO***	60,2	36,6	nd
DORGALI MOBILE	36,4	21,6	7,4
JERZU	245,2	71,6	19,4
OLIENA	24,0	11,6	3,4
OROSEI	34,8	13,0	3,4
SADALI	15,0	7,2	1,6
SINISCOLA	33,0	10,0	3,0
VILLANOVA STRISAILI	22,4	10,8	3,6

*Protezione Civile, ** Servizio Meteorologico dell'Aeronautica, ***AGRIS

Tabella 1. Valori registrati il 22 ottobre 2008 dalle stazioni del SAR e di altre reti.

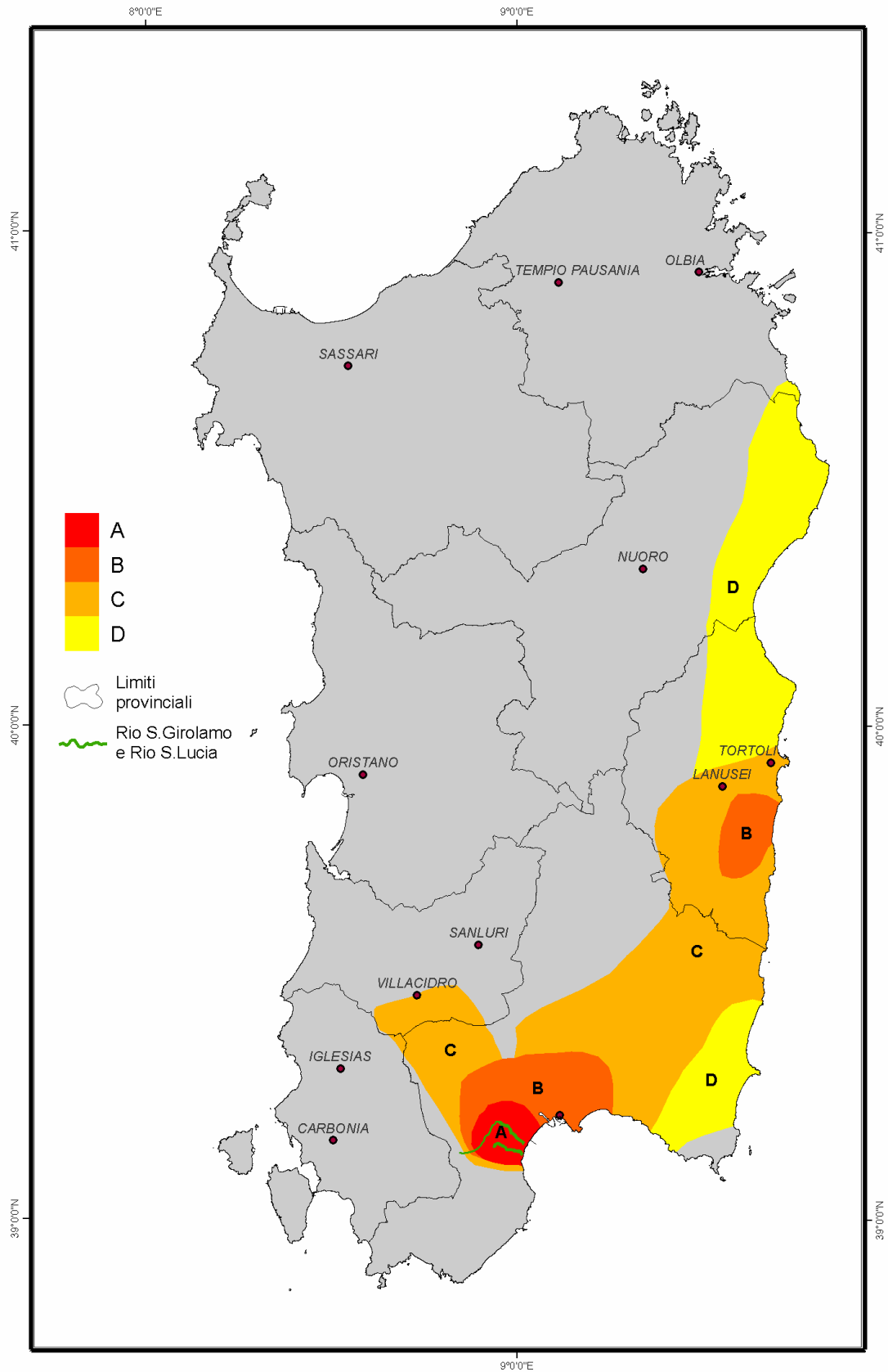


Figura 6. Porzione del territorio regionale investita dall'evento. Le zone sono classificate da A a D (in maniera soggettiva) in funzione dell'intensità dell'evento e della ricorrenza di eventi analoghi.



Mappatura delle aree interessate dall'evento

La **figura 6** classifica in modo soggettivo le zone interessate dall'evento del 22 ottobre, sulla base dell'intensità della precipitazione, del suo cumulo giornaliero e della ricorrenza di eventi simili. Si è scelto di individuare 4 zone.

La zona A è quella investita in modo più violento dalle precipitazioni e sulla quale le precipitazioni sono state assolutamente eccezionali. Si tratta del territorio comunale di Capoterra e delle porzioni dei comuni di Uta, Assemini, Elmas e Cagliari poste a ridosso di questo territorio.

La zona B è quella sulle quali le precipitazioni sono state estremamente intense, ma in misura minore: tale zona comprende il resto dell'area vasta di Cagliari, inclusi i comuni a Nord e Nord-Ovest del capoluogo, nonché quella parte di Basso Ogliastra investita del secondo massimo di precipitazione che ha avuto cumuli molto elevati ma ricorrenti (seppur con tempi di ritorno lunghi).

La zona C è stata anch'essa interessata da precipitazioni intense, ma si è trovata a ridosso delle aree più colpite. Fanno parte di questa zona il Campidano (orientativamente fino a Villacidro), le parti delle province di Cagliari e Lanusei-Tortolì comprese tra i due massimi dell'evento e il resto dell'Ogliastra.

La zona D, infine, comprende quella parte della Sardegna orientale interessata marginalmente dal fenomeno, ma sulla quale potrebbe esserci stata qualche ricaduta.

Impatto sul territorio

L'abbondanza complessiva delle precipitazioni e l'elevata intensità oraria che ha contraddistinto l'evento piovoso del giorno 22, può certamente giustificare i gravissimi danni arrecati alle infrastrutture, alle strutture produttive e alle coltivazioni, causati dall'intenso ruscellamento e dagli allagamenti sia nelle aree direttamente colpite dall'evento meteorico che nei territori posti a valle.

Le conseguenze reali sono da attribuire sia alla violenza dell'evento meteorico sia alla morfologia del territorio, all'inclinazione dei versanti e al grado di copertura della vegetazione, alle caratteristiche dei suoli delle aree colpite e al grado di imbibizione al momento dell'evento (si consideri che nel Cagliaritano erano cadute piogge significative nei giorni 17 e 18, per un totale di 20-25 mm circa), ma anche in misura significativa a fattori legati in generale alla gestione del territorio.

L'elevata intensità degli apporti meteorici, superiore alla capacità di infiltrazione dei suoli, in particolare di quelli caratterizzati da un maggiore contenuto argilloso, ha determinato dapprima un ristagno idrico negli avvallamenti superficiali e successivamente un crescente ruscellamento superficiale. Occorre considerare, tuttavia, che l'abbondanza delle precipitazioni anche nei suoli più permeabili presenti nelle aree colpite, ne ha determinato la rapida saturazione ed alimentato anche un consistente deflusso.

Un contributo consistente al contenimento della precipitazione, è fornito dalla copertura vegetale che dove è presente in maniera rigogliosa favorisce l'infiltrazione. In altri termini, quanto più è massiccia la presenza di vegetazione, tanto più lentamente l'acqua inizia a scorrere. Pertanto i terreni in pendio, soprattutto se lavorati o seminati di recente, hanno favorito un cospicuo ruscellamento superficiale subendone al tempo stesso l'intensa azione erosiva, fino a provocare profonde incisioni.

Dal punto di vista della gestione del territorio è evidente che gli interventi di urbanizzazione realizzati lungo il reticolo dei corsi d'acqua, vale a dire in prossimità delle vie naturali di deflusso idrico, ha amplificato le potenziali conseguenze dell'evento meteorico, incidendo in maniera considerevole sul computo dei danni sia diretti che indiretti.

Le conseguenze sul comparto agricolo

Sulla base delle considerazioni esposte, e considerando le caratteristiche dei territori interessati dall'evento, una pioggia di tale abbondanza ed intensità non poteva che generare un crescente accumulo d'acqua sulla superficie ed un conseguente vorticoso ruscellamento lungo le pendici, con violenti effetti erosivi sui suoli e più in generale con azioni meccaniche sulle coltivazioni e sulle strutture ed impianti aziendali, e con l'inondazione e la deposizione di grandi quantità di fango nelle aree a valle.

In questo contesto è evidente che nelle località maggiormente colpite anche le attività agricole hanno patito ingenti danni: oltre alle azioni meccaniche esercitate sui suoli e sulle colture dallo scorrere impetuoso dell'acqua, che nei casi più gravi ha portato alla rottura e allo sradicamento degli alberi, vanno considerati anche gli effetti di più lunga durata derivanti sia dall'erosione dei suoli che dall'eccesso di acqua nei terreni.

L'azione erosiva, rimuovendo la parte superficiale del suolo che presenta l'attività biologica più intensa e contiene la quantità maggiore di sostanza organica, determina infatti un ambiente meno favorevole alla crescita delle piante. In terreni che hanno già limitazioni alla crescita delle radici, l'erosione riduce ulteriormente lo strato disponibile alla radicazione, poiché diminuisce la quantità di acqua, aria e nutrienti disponibili per le piante.

Gli allagamenti nei terreni coltivati e le perduranti condizioni di asfissia radicale causati dalla saturazione idrica, possono aver determinato nelle aree colpite una diffusa moria di piante, in particolare sulle specie ortive di pieno campo (es. carciofo), ma anche danni consistenti alle specie arboree che mal sopportano i ristagni idrici (es. agrumi). A questo si aggiunge, inoltre, la disgregazione strutturale dei suoli con la conseguente riduzione della permeabilità, la formazione di croste superficiali e un generale impoverimento nella dotazione di elementi nutritivi nel terreno.

Tra le conseguenze determinate dall'evento meteorico sono inoltre da considerare la distruzione delle coltivazioni appena seminate nelle aziende zootecniche, con le conseguenti carenze di risorse alimentari per il bestiame, ai danneggiamenti delle strutture aziendali, dei ricoveri, fino alla moria degli animali travolti dall'impeto delle acque correnti. Particolarmente esposti a queste condizioni sono gli apprestamenti protettivi delle coltivazioni protette (serre, tunnel) particolarmente diffusi in alcune località colpite dall'evento meteorico.

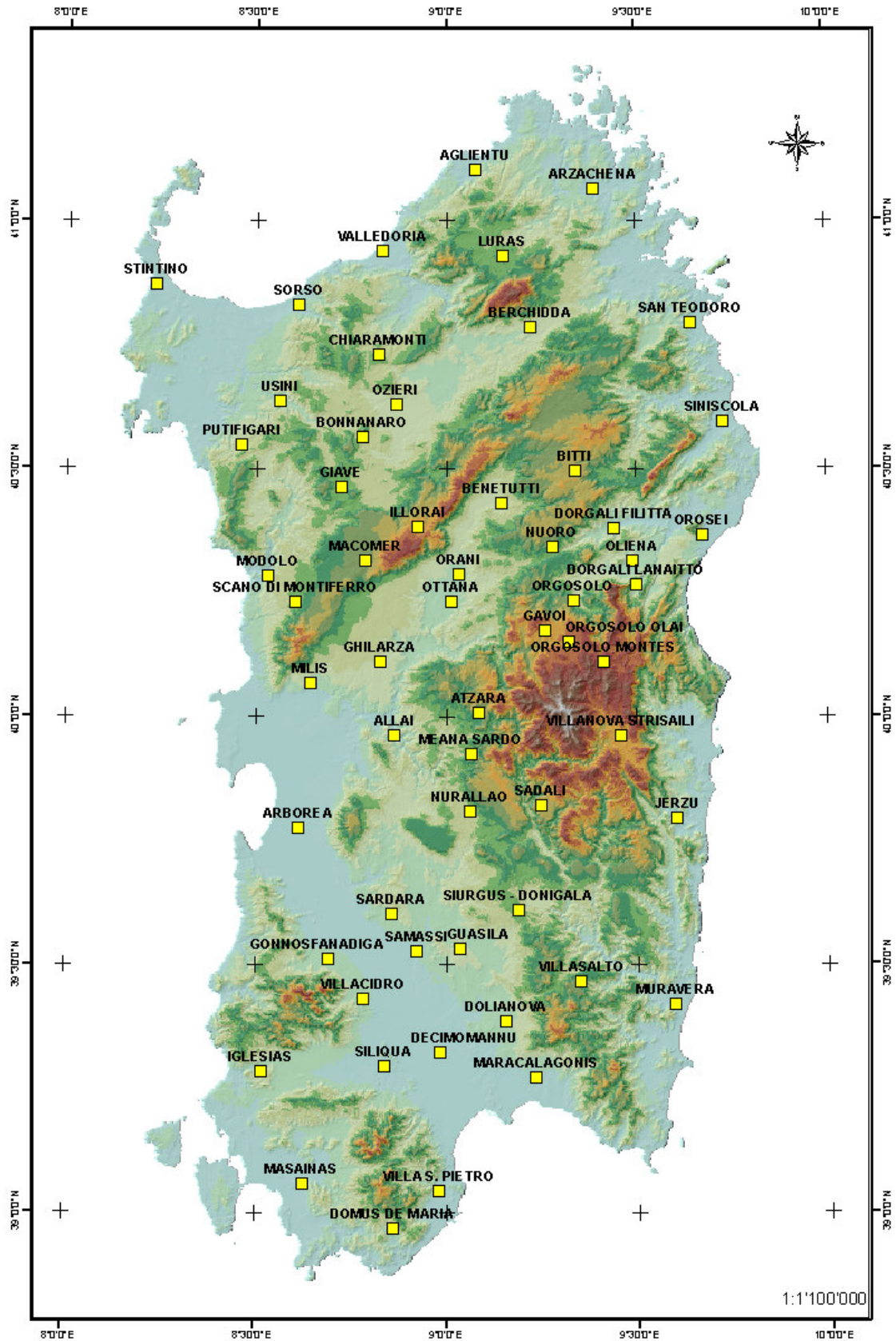


Figura 7. Stazioni della rete SAR.