# Strumenti e criteri di osservazione e di gestione dei dati.
# La serie pluviometrica 1984-2010 dell'ARPAV

*Francesco Rech*

*Servizio Meteorologico – Teolo (PD)*
*ARPAV, Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio*

**La misura della variabile precipitazione**

I dati giornalieri di precipitazione sono derivati da misure effettuate da stazioni meteorologiche automatiche ogni 5 minuti. Il dato elementare di precipitazione è rilevato al 5° minuto di ciascun intervallo d'acquisizione e rappresenta la somma della precipitazione (pioggia o equivalente in acqua della precipitazione solida) caduta nel corso dei precedenti 5 minuti. L'errore di quantizzazione, o impropriamente la risoluzione, è di 0.2 mm.

I 12 dati rilevati ogni ora vengono sommati per calcolare i valori di precipitazione oraria; tali dati sono considerati validi solo se è presente il 100% dei contribuenti.

I 288 dati rilevati nelle 24 ore vengono sommati per calcolare i valori di precipitazione giornaliera; tali dati sono considerati validi solo se è presente il 100% dei contribuenti.

L'orario e la data attribuiti ai dati sono sempre riferiti all'ora solare.

Gli orari delle stazioni sono verificati periodicamente dall'unità centrale di acquisizione dati e vengono corretti quando gli scostamenti superano i 5 minuti.

Per il presente studio, dovendo confrontare questi dati con quelli rilevati dalle stazioni meccaniche dell'ex Ufficio Idrografico, è stata sviluppata una procedura informatica che ha consentito il calcolo dei dati giornalieri come somma della precipitazione caduta tra le ore 9 a.m. (solari o legali a seconda dell'orario in uso) del giorno di riferimento e le ore 9 a.m. del giorno precedente.

Anche in questo caso, i dati di precipitazione giornaliera sono stati considerati validi solo se era presente il 100% dei contribuenti.

**Gli strumenti di misura della precipitazione**

I sensori pluviometrici in dotazione alle stazioni meteorologiche automatiche sono strumenti a vaschette basculanti (tipping-bucket precipitation gauge), in prevalenza costruiti e forniti dalla Ditta MTX S.r.l. negli anni '80 e '90.

La descrizione del pluviometro fornita al momento dell'installazione dalla ditta costruttrice è la seguente.

Il sensore è costituito da un collettore circolare a forma di imbuto e da una coppia di recipienti raccoglitori tarati (vaschette basculanti). La dimensione della bocca tarata è di 1000 $cm^2$ e la geometria del collettore è tale da evitare che la pioggia possa rimbalzare dalla parete interna all'esterno, in accordo con le raccomandazioni del WMO.

Ogni volta che uno dei raccoglitori viene riempito, il peso dell'acqua raccolta lo fa oscillare, permettendone lo svuotamento, e il movimento dello strumento restituisce in uscita un segnale elettrico di tipo on-off. Nel caso in cui si abbia a che fare con precipitazioni solide (neve o grandine), lo strumento è in grado di misurare la quantità di acqua ottenuta dalla loro liquefazione.

Lo strumento è costituito da cinque parti principali distinte:

- **corpo cilindrico** è costituito da un cilindro in alluminio alto circa 50 cm, di colore bianco per rendere massima la riflessione della radiazione solare incidente: esso viene rivettato nella sua parte inferiore ad un supporto circolare di alluminio che viene poi incernierato sulla base di appoggio. Al suo interno è collocato il sistema elettromeccanico di misura della precipitazione raccolta;
- **imbuto di raccolta tarato** è in alluminio anodizzato e presenta una bocca tarata circolare di 1000 $cm^2$. Nella parte inferiore dell'imbuto è collocato un filtro di protezione per impedire la caduta di corpi solidi (es. foglie) all'interno della zona di misura. La geometria e la dimensione della maglia del filtro sono tali da minimizzarne l'intasamento;
- **base di appoggio** è costituita da un unico pezzo in alluminio pressofuso. Sulla faccia inferiore essa presenta la sede per l'installazione sul palo di supporto e due fori che consentono il deflusso dell'acqua dopo il rovesciamento di ciascuna bascula; un altro foro, posizionato al centro della sopracitata sede, consente il

passaggio del cavo di collegamento al sistema di acquisizione entro il palo stesso di supporto. Sulla faccia superiore sono presenti le sedi delle viti di fissaggio del sistema elettromeccanico di misura;

- **sistema elettromeccanico di misura della precipitazione**, o sistema basculante, è costituito da una coppia di vaschette separate centralmente da un setto divisorio realizzato con un'apposita geometria spaccagoccia; tale assieme è ricavato da un unico pezzo di alluminio (successivamente anodizzato) per evitare che la presenza di sottoassiemi meccanici consenta il trafilamento di liquido da un contenitore all'altro. Questo gruppo è incernierato orizzontalmente e, attraverso un fulcro in acciaio inox, è in grado di oscillare; esso costituisce, cioè, un'altalena che posiziona sotto l'imbuto di raccolta alternativamente ora l'una ora l'altra delle due vaschette. Per minimizzare gli attriti i due componenti costituenti il fulcro si muovono all'interno di boccole in teflon. Il gruppo basculante è tarato in modo che quando in un contenitore si è raccolta la quantità di acqua di peso equivalente all'altezza di 0,2 mm di precipitazione (perciò 20 g di acqua se riferiti alla bocca di 1000 $cm^2$), l'equilibrio dell'altalena diventa instabile, ed avviene un basculamento. La forma di ciascun contenitore è tale da consentirne il rapido e completo svuotamento, allorché si trovi nella posizione più bassa: in questo modo, mentre la vaschetta che riceve acqua inizia a riempirsi l'altra è vuota e pronta per sostituirla in questa operazione, al successivo basculamento. La parte di trasduzione del sensore è costituita da un sistema che ad ogni basculamento genera un segnale elettrico on/off. Si tratta di un doppio interruttore magnetico fisso e di un magnete permanente solidale con la parte mobile. Ad ogni basculamento si ha l'alternata eccitazione di ciascun contatto (uno in apertura, l'altro in chiusura): il numero delle chiusure in scambio è quindi pari al numero di basculamenti e, dunque, fornisce la misura diretta dei millimetri di precipitazione caduta (ogni basculata corrisponde a 0,2 mm). La presenza del doppio interruttore magnetico impedisce che eventuali rimbalzi della vaschetta possano essere interpretati come veri basculamenti dal sistema di acquisizione. Nelle immediate vicinanze e solidalmente fissata alla piastra di appoggio del sistema di basculamento è collocata una bolla circolare per la verifica della posizione dello strumento sul piano orizzontale;
- **apparato di riscaldamento** (solamente nella versioni riscaldate) è opportunamente dimensionato così da consentire uno scioglimento rapido della precipitazione solida, senza comunque fornire una quantità di calore troppo grande da provocare una sensibile evaporazione di liquido. L'azione combinata di un'elettronica di controllo e di un sensore di temperatura collocato in prossimità della bocca inferiore fa sì che il sistema si attivi allorquando la temperatura scende sotto una certa soglia (4 °C): attraverso una serie di resistenze di riscaldamento, collocate su di un dissipatore metallico situato in prossimità della parete interna dell'imbuto di raccolta, si è in grado di termostatare l'imbuto stesso ad una temperatura compresa tra i 4 e i 6 °C. Tale apparato, dati gli elevati consumi, può funzionare solo se la stazione meteorologica è alimentata dalla rete elettrica 220 VAC.**.**

Le caratteristiche tecniche fornite dalla ditta costruttrice (MTX S.r.l.) sono riportate nella tabella 1.

| SENSORE PPI080 (versione riscaldata PPI081) | |
|---|---|
| **Tipo sensore** | *A vaschetta basculante in alluminio anodizzato con doppio contatto magnetico: trasduttore ad impulsi.* |
| **Bocca di raccolta** | *Circolare da 1000 $cm^2$* |
| **Precisione (*)** | *1 basculata o $\pm$1%* |
| **Campo di misura** | *Illimitato* |
| **Temperatura di esercizio** | *Da - 30 a + 60 ℃ (con il riscaldatore)* |
| **Soglia di sensibilità** | *0,2 mm di pioggia o neve equivalente (0,1 mm opzionale)* |
| **Livellamento** | *Bolla su gruppo vaschetta* |
| **Uscita elettrica** | *Doppio contatto (singolo a richiesta) NO-NC su 3 fili* |
| **Riscaldamento (opzionale)** | *24 Vac - 450 W - Con termostato proporzionale regolato per temperature comprese tra 4 ℃ e 6 ℃* |
| **Ritaratura** | *Consigliata ritaratura del gruppo basculante ogni 2 anni* |
| **Manutenzione** | *Pulizia periodica (ogni 6 mesi max) della bocca e del filtro* |
| **Dimensioni** | *Altezza 860 mm - Diametro 500 mm* |
| **Peso** | *15 Kg (17 Kg modello PPI081)* |
| *(*) Con taratura effettuata alla velocità di precipitazione di 24 mm/h* | |

**Tab.1-** Caratteristiche tecniche del sensore pluviometrico

## La stazione meteorologica

Il pluviometro viene installato all'interno del perimetro della stazione meteorologica con la bocca posizionata a 2 m dal piano di calpestio, generalmente costituito da terreno naturale costituito, ove possibile, da cotica erbosa periodicamente tagliata.
Particolare cura è stata posta nella scelta dei siti delle stazioni meteorologiche, ricercando la rispondenza alle indicazioni riportate dal manuale W.M.O.: *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Obsevation –WMO No. 8*, anche se con il trascorrere degli anni risulta difficile mantenere invariate le condizioni del sito.
Più precisamente, le stazioni di misura devono essere collocate in luoghi aperti, su terreno pianeggiante, lontano da edifici, alberature od ostacoli in grado di interferire con le misurazioni, in siti rappresentativi del territorio circostante, evitando, per quanto possibile, installazioni su tetti, terrazzi di edifici e scarpate.
Il vento, in particolare, è in grado di alterare anche pesantemente le misure pluviometriche, soprattutto nel caso di precipitazioni nevose. Per tale motivo, nelle installazioni andrebbero evitate posizioni particolarmente esposte al vento.

## L'acquisizione, il controllo e l'archiviazione dei dati

Da diversi anni i processi di acquisizione-trattamento dei dati e di manutenzione-taratura sensori sono organizzati, presso l'ARPAV, con un sistema di gestione certificato UNI EN ISO 9001-2000.
Per garantire la qualità dei dati, il primo passaggio riguarda l'affidabilità dei sensori in campo; allo scopo i pluviometri sono tarati, ed eventualmente calibrati in campo, una volta l'anno (o a seguito di ogni sostituzione), secondo le disposizioni della Istruzione Operativa IO 01 02 G CMT che prevede la seguente articolazione degli interventi:

- verifica del corretto posizionamento sul piano orizzontale del castello del pluviometro ed eventuale correzione;
- taratura effettuata, dopo una accurata pulizia dell'imbuto esterno e del filtro posto sul fondo dello stesso, versando 500 g di acqua mediante imbuto separatore applicato con apposito supporto sulla bocca esterna; il transito dei 500 g nel sistema di misura deve dare luogo a un numero di scatti compreso tra un minimo di 23 ad un massimo di 26; il rispetto di tali tolleranze indica che il sistema pluviometro rientra negli standard di misura predefiniti. I risultati della prova devono essere riportati sulla scheda di intervento di manutenzione preventiva;
- durante l'operazione di verifica l'operatore deve prestare molta attenzione nel contare gli scatti effettuati dalla bascula: tale numero deve, infatti, coincidere con quello registrato dal data-logger della stazione; in caso contrario si deve ripetere per altre due volte l'operazione con i 500 g (si ha così la certezza del conteggio dell'operatore e la conferma di un'eventuale errore sistematico dell'interfaccia o DAS); in presenza di errore sistematico è necessario sostituire l'interfaccia o la scheda DAS a seconda del tipo di elettronica di stazione;
- i volumi di acqua da 500 g vengono confezionati presso le sedi con l'ausilio di cilindro graduato; tali cilindri vengono tarati utilizzando la bilancia elettronica cerificata SIT;
- nel caso il risultato della taratura del pluviometro non soddisfi le tolleranze indicate, si dovrà operare sulle viti di fine corsa della bascula al fine di ricalibrarla;
- controllo dello stato dei connettori: in caso fosse presente formazione di ossido è necessario eliminarlo con apposito spray.

I dati rilevati di precipitazione sono oggetto di un processo di controllo automatico e manuale che viene svolto quotidianamente sulla base dei seguenti principi generali:

- range e formato: i dati pervenuti devono rientrare nel range di misura dello strumento e devono rispondere ai requisiti formali (struttura dati, congruità data, presenza codici identificativi appropriati) che ne consentano l'univoco riconoscimento
- consistenza relativa: i dati di variabili diverse rilevate dalla stazione possono presentare andamenti correlati (es. precipitazioni intense correlate a diminuzione della temperatura o della radiazione globale, aumento dell'umidità relativa, presenza di bagnatura fogliare). Andamenti anomali vengono segnalati come sospetti
- consistenza spaziale: i dati della stessa variabile provenienti da stazioni vicine vengono confrontati tra loro, segnalando come sospette le situazioni caratterizzate da rilevanti differenze

E' importante ribadire che il fenomeno precipitazione è, in genere, caratterizzato da una notevole variabilità nello spazio e nel tempo (si pensi in particolare ai fenomeni temporaleschi) che complica notevolmente i processi di controllo.

I processi automatici di controllo bloccano i dati in entrata, in caso vengano riscontrati problemi di formato, altrimenti possono produrre segnalazioni di attenzione, demandando all'operatore la scelta di validare o invalidare il dato.

Tali segnalazioni automatiche avvengono:

- se la stazione ha rilevato precipitazione giornaliera > a 0.6 mm (apporti di 0.2-0.4 mm possono infatti essere dovuti alla rugiada o a debolissime precipitazioni); ciò costringe l'operatore a controllare graficamente tutte le stazioni che nel corso del giorno precedente hanno rilevato precipitazioni e consente di individuare eventuali dati aberranti (es. precipitazioni create artificialmente nei processi di taratura o dalle irrigazioni o da guasti elettronici o dallo scioglimento ritardato della neve);

- se, effettuando un confronto tra le cumulate orarie di precipitazione della stazione oggetto di controllo con quelle delle stazioni circostanti, si riscontra che la stazione non rileva precipitazione, mentre almeno due delle stazioni circostanti rilevano precipitazioni > a 0.6. Ciò permette di evidenziare eventuali interruzioni di funzionamento del sensore nel corso dell'evento o addirittura da inizio evento.

Ciascuna segnalazione di dati sospetti avvia un processo manuale di controllo dati che, per la pioggia, consiste essenzialmente nel confronto tra stazioni circonvicine, mediante grafici, dell'andamento nel tempo dell'evento (ovvero analisi della consistenza spaziale dei dati).

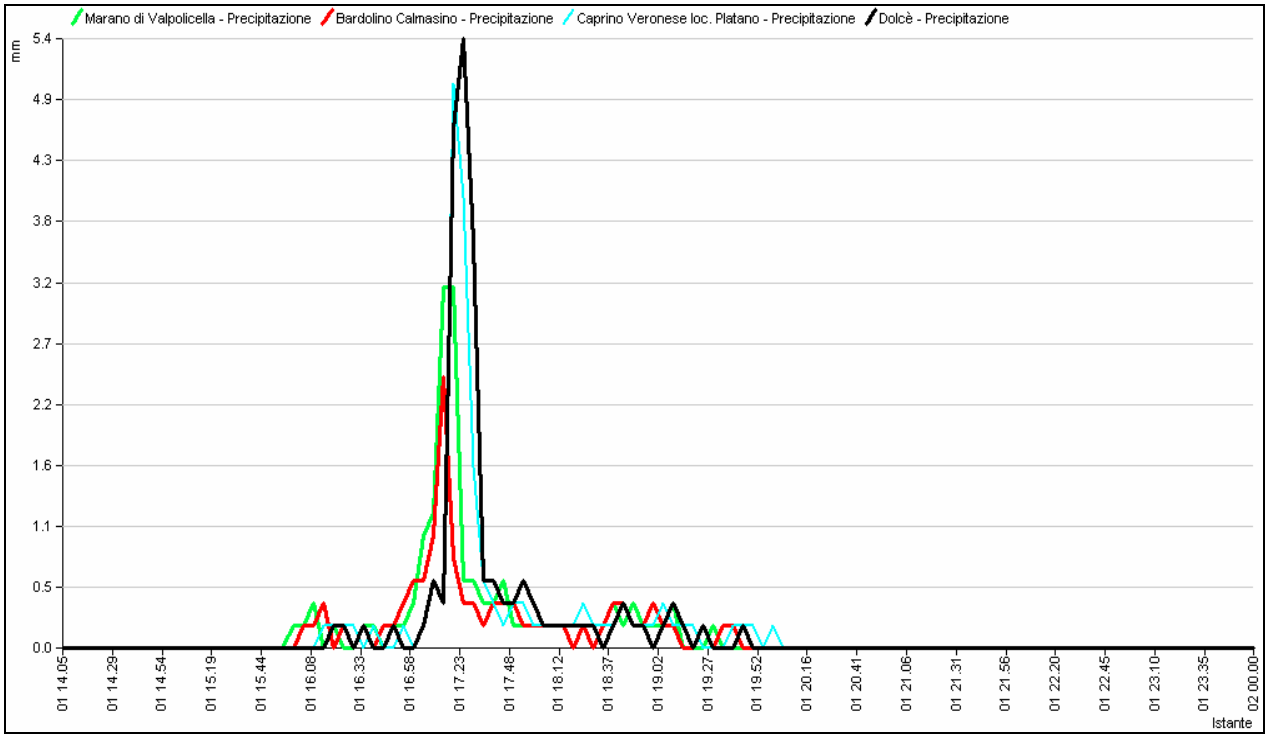


**Fig.22** – Confronto tra intensità di precipitazione rilevate ogni 5 minuti da 4 stazioni pluviometriche, tra le ore 14 e le 24 del 1 maggio 2012, operato dal programma di validazione.

I radar meteorologici del Monte Grande (Teolo PD) e di Concordia Sagittaria (VE) costituiscono un importante strumento per il controllo dei dati pluviometrici; in questo caso il programma di validazione localizza i corpi precipitanti rispetto alla posizione delle stazioni pluviometriche e consente di osservare in dettaglio l'evoluzione temporale di un evento in un punto del territorio regionale. La loro importanza è fondamentale nel caso di temporali localizzati, rappresentando l'unico strumento in grado di supportare i processi di validazione dei dati (Fig. 22 e 23).

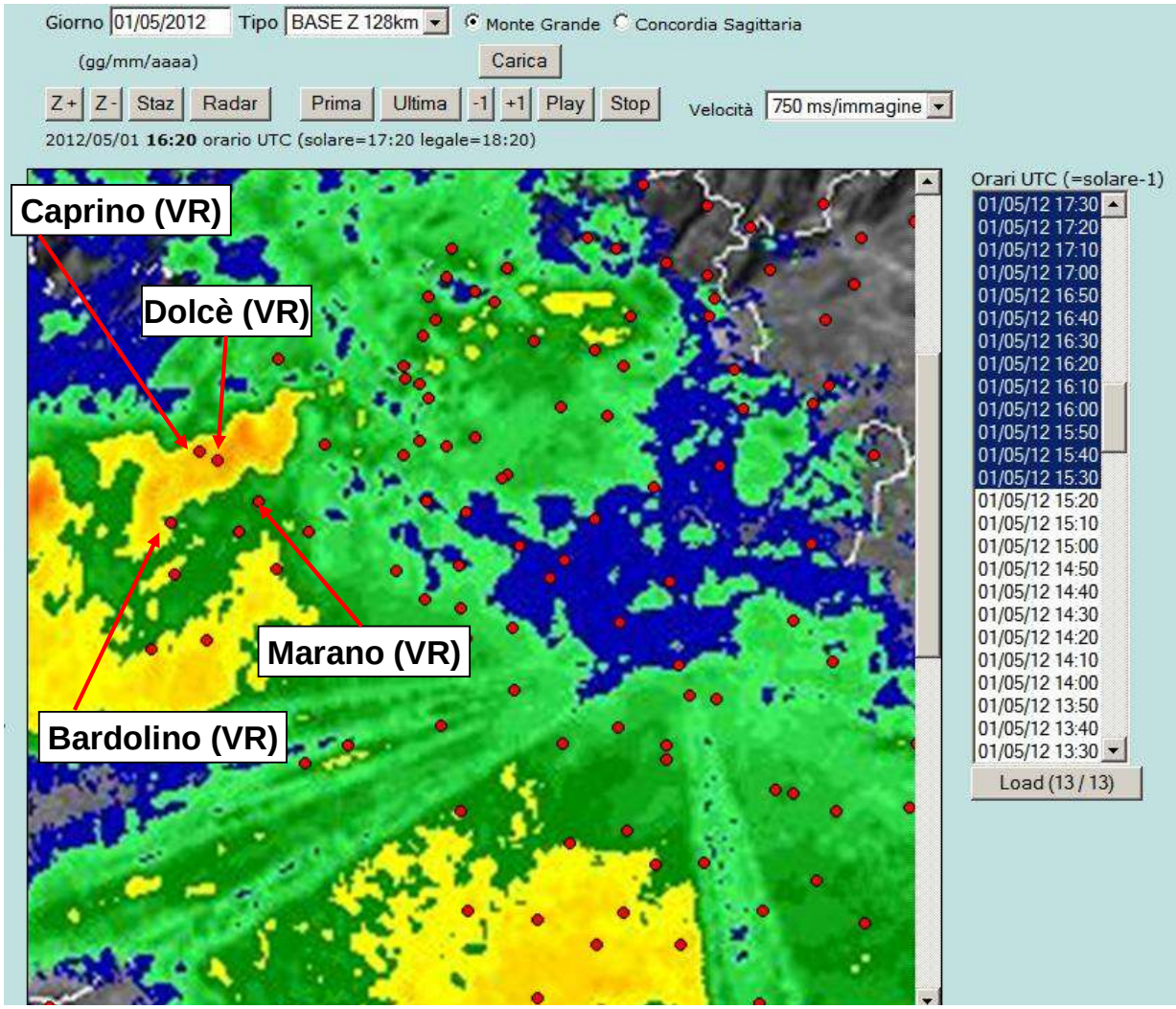


**Fig.23** – I dati radar delle ore 17.20 solari del 1 maggio 2012 spiegano la diversa intensità di precipitazione rilevata dalle 4 stazioni del grafico sopra riportato.

Il riscontro di anomalie di funzionamento comporta l'annullamento dei dati e l'attivazione di processi di controllo manutentivo della relativa stazione meteorologica.
Le misure trasmesse via radio dalle stazioni meteorologiche vengono archiviate, sia prima sia dopo il processo di validazione, in una banca dati relazionale operante con sistema Oracle denominata SIRAV (Sistema Informativo Regionale Ambientale del Veneto) accessibile tramite rete intranet ARPAV a tutte le strutture operative dell'Agenzia.

## Evoluzione strutturale e funzionale della rete di monitoraggio regionale

La rete di stazioni meteorologiche automatiche in teletrasmissione nasceva, per volontà della Regione Veneto, alla metà degli anni '80, finalizzata al monitoraggio degli afflussi e deflussi nel Bacino del Cordevole (BL) e poi, più in generale, del Piave e quindi dell'intera Provincia di Belluno, in quanto area idrogeologicamente più delicata della Regione.
L'importanza delle attività del settore primario nell'economia regionale e la percezione del loro impatto sull'ambiente, spingevano gli organi regionali, all'inizio degli anni '90, a favorire la creazione di una specifica struttura denominata Dipartimento Regionale per l'Agrometeorologia, che, avvalendosi di fondi nazionali e comunitari, procedeva all'estensione dell'azione di monitoraggio e di supporto agrometeorologico all'intero territorio regionale. In tale contesto, soprattutto tra il 1991 e il 1993 si installava una rete di stazioni agrometeorologiche in grado di

garantire il monitoraggio dell'intero territorio regionale, con un discreto dettaglio spaziale.
Alla fine degli anni '90, i Servizi Meteorologici regionali venivano trasferiti dalla Regione alla neo-costituita ARPAV (Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, istituita con Legge Regionale 18 ottobre 1996, n. 32) mantenendo inalterate le primitive funzioni ma acquisendo anche una nuova sensibilità per le problematiche legate all'inquinamento e all'igiene ambientale, soprattutto per quanto attiene alle relazioni tra stato del tempo atmosferico e qualità dell'aria e delle acque.
Negli ultimi anni:

- si concretizza un processo, avviato dalla Legge 15 Marzo 1997 n. 59, di decentramento di competenze dallo Stato alle Regioni che interessa i campi della meteorologia, climatologia, idrografia ed idrologia e che vede il trasferimento alla Regione, e in particolare all'ARPAV, di personale, di strumentazioni e di competenze dell'Ufficio Idrografico di Venezia (ente prima del Magistrato alla Acque di Venezia poi del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale);
- a seguito della Direttiva P.C.M. del 27 febbraio 2004, viene istituito il Centro Funzionale Decentrato che è la struttura regionale deputata alla gestione delle allerte nel territorio regionale, di concerto con il Dipartimento Nazionale di Protezione Civile, con la Regione e con le Province; tale struttura vede un pesante coinvolgimento dell'ARPAV;
- l'ARPAV, in un processo di razionalizzazione, istituisce, al proprio interno, il Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio, ente che, accorpando vari uffici in un sistema integrato, deve garantire l'azione di monitoraggio e di previsione in ambito meteorologico, idrologico ed idraulico, nivologico, agrometeorologico e climatologico.

I passaggi sopra delineati hanno comportato mutamenti strutturali rilevanti sulla rete di stazioni di monitoraggio che ha subito un incremento nel numero di punti di monitoraggio (nel tentativo di garantire la copertura integrale del territorio regionale), nel numero di variabili ambientali monitorate (aggiungendo, ai classici sensori meteorologici, sensori agrometeorologici, idrometrici, piezometrici, nivometrici) e nei ritmi di acquisizione ed elaborazione dati (passando da una gestione dati in tempo differito ad una gestione dati progressivamente sempre più in tempo reale).
Inoltre, anche grazie alle possibilità offerte da internet, in tale processo evolutivo si è sempre più estrinsecato il concetto di funzionalità multiuso dei sistemi di monitoraggio.
La rete di monitoraggio agro-idro-nivometeorologico della Regione Veneto non costituisce un apparto a sé ma è parte di un complesso sistema integrato di monitoraggio, di analisi e di previsione che utilizza satelliti meteorologici, radar meteorologici, profilatori vericali, radiometri e informazioni modellistiche di vario tipo, per supportare adeguatamente i processi decisionali di gestione del territorio, anche in situazioni di emergenza.

**Errori di misura nelle rilevazioni pluviometriche**

In primo luogo è importante ribadire che le rilevazioni puntuali al suolo operate dalle stazioni meteorologiche non sono in grado, a volte, di rappresentare correttamente la variabilità spaziale dei fenomeni di precipitazione.
A prescindere da tali considerazioni, le misure pluviometriche sono inoltre affette, in modo rilevante, da errori di misura sistematici e casuali tra i quali vengono ricordati:

- errori generati dall'azione del vento sulle meteore in prossimità della bocca del pluviometro: tale errore è proporzionale alla velocità del vento e, mediamente,

determina una sottostima dal 2 al 10% per la precipitazione liquida e dal 10 al 50% per la precipitazione solida

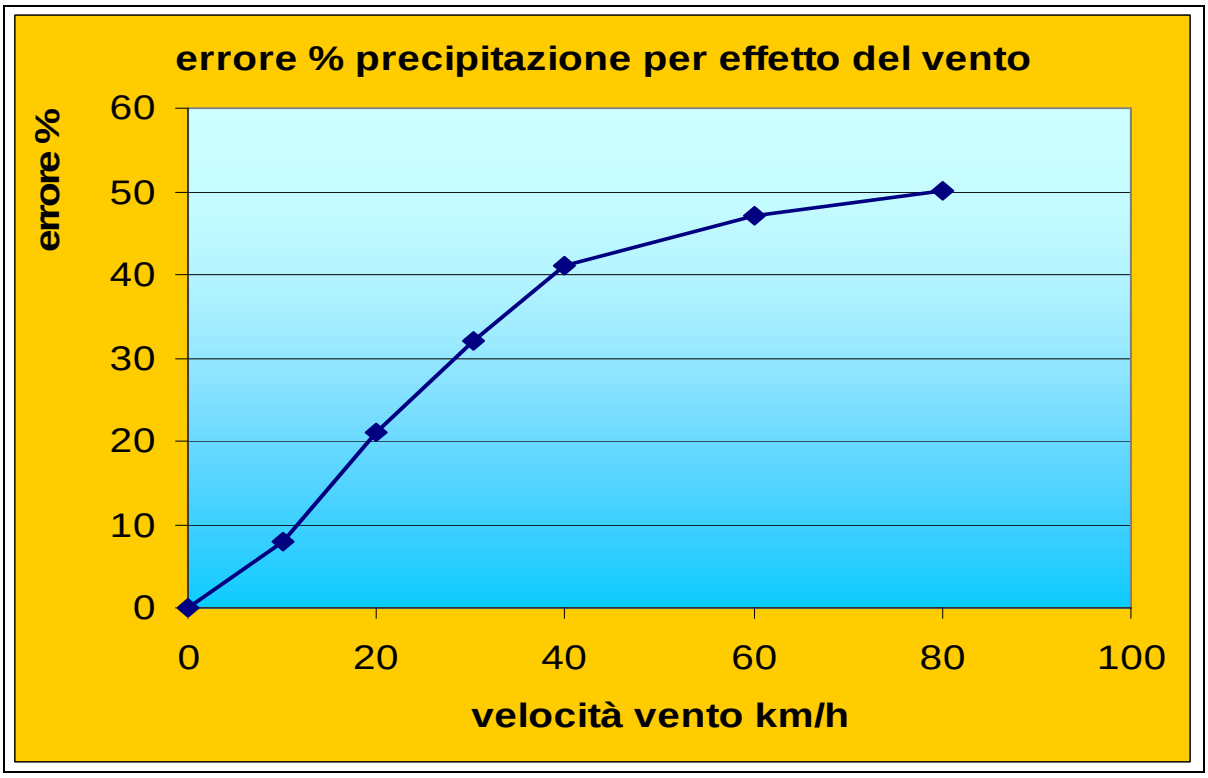


**Fig.24 -** Relazione tra sottostima della pioggia e velocità del vento (Tratto da: *Norme tecniche per la raccolta e l'elaborazione dei dati idrometeorologici* - SIMN 1988)

- errori dovuti a perdite per adesione dell'acqua alle pareti del pluviometro; tipicamente dal 2 al 15% della precipitazione in estate e dall'1 all'8% in inverno;
- errori per evaporazione dal contenitore, particolarmente significativi per i pluviometri totalizzatori, variabile tra lo 0 e il 4 %;
- errori dovuti alla neve sollevata e trasportata dal vento o agli schizzi; queste casistiche di errori possono determinare anche delle sovra stime della precipitazione;
- errori derivati dalla riduzione del diametro della bocca captante o ostruzione totale, per adesione della neve al bordo del pluviometro.

I pluviometri a vaschette basculanti sono affetti inoltre da specifici errori:

- perdita di acqua durante l'oscillazione delle bascule nel corso di piogge intense. Il sistema basculante impiega un tempo ad oscillare, tale tempo è breve ma comunque finito. Durante la prima metà di questo movimento un quantitativo supplementare di pioggia può cadere nel compartimento basculante che ha già totalizzato gli 0,2 mm (o 0.1 mm) di precipitazione necessaria per il rovesciamento. Tale errore può essere ridotto ma mai eliminato e diventa apprezzabile durante le piogge intense;
- indicazioni non precise sull'evoluzione del fenomeno in caso di piogge di debole intensità per la natura discontinua della registrazione. In particolare il tempo di inizio e fine della precipitazione può risultare scarsamente determinato;
- adesione dell'acqua alle pareti e sull'orlo delle vaschette che, determinando un residuo di pioggia e un peso addizionale, influenza l'azione basculante. Tali errori di sovra stima sono incrementati dalla presenza di impurità e polveri nelle bascule.
- perdita di acqua per evaporazione dalle vaschette. Può avere rilevanza in caso di precipitazioni di debole intensità con elevate temperature;

- sovrastima nella lettura del dato a causa della forza dell'acqua precipitante attraverso l'imbuto nelle bascule. Tale errore dipende molto dalla forma, diametro e posizione del beccuccio dell'imbuto;
- usura, attrito e improprio bilanciamento delle parti oscillanti possono influire sulla sensibilità dello strumento. È importante, perciò, la corretta messa in bolla del sistema basculante.

Anche la presenza del sistema di riscaldamento, che permette di mantenere la temperatura dell'imbuto e del sistema basculante sui 4-6 °C, può determinare, soprattutto in presenza di temperature dell'aria molto basse, notevoli fenomeni di evaporazione-sublimazione dei fiocchi di neve, con conseguente sottostima della precipitazione nevosa.

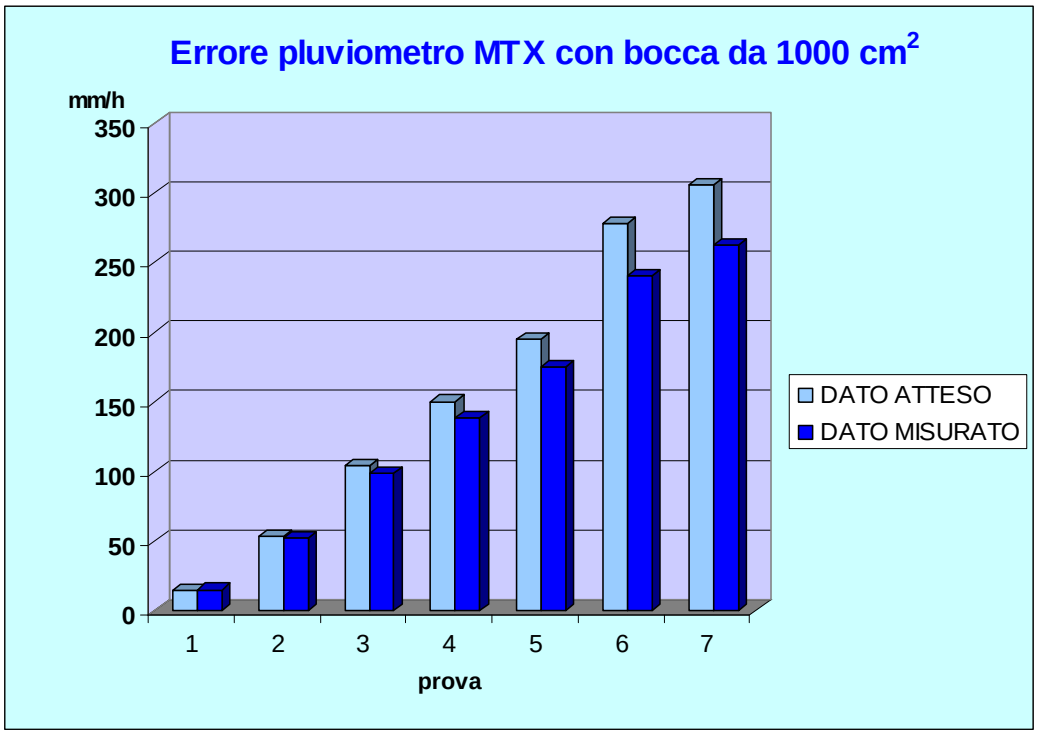


**Fig.25** - Esempio di errore riscontrato su uno dei pluviometri in dotazione all'ARPAV durante una sequenza di prove di taratura svolte con intensità crescenti di pioggia; con intensità effettiva di pioggia di 14.5 mm/h c'è una leggera sovrastima del misurato (3%) mentre con intensità effettiva di 305 mm/h c'è una sottostima del 14% ed il valore misurato dell'intensità è di 262 mm/h. (prove effettuate da Università degli Studi di Genova - Dipartimento di Ingegneria Ambientale - Laboratorio DIAM – Prof. Ing. Luigi Stagi)

Pluviometro MTX con bocca da 1000 $cm^2$ della stazione ARPAV del Monte Faloria.

**Fig.26 –** Pluviometro MTX con bocca da 1000 $cm^2$, particolare del sistema di misura a bilance basculanti.
Si noti che la vaschetta alla sinistra del lettore è in fase di carico d'acqua, mentre la vaschetta di destra è in fase di scarico d'acqua. Sono ben visibili i due condotti di scarico al suolo dell'acqua ad avvenuto rovesciamento della bascula. Il sistema di misura e sostenuto da viti regolabili per consentirne il corretto posizionamento sul piano orizzontale "messa in bolla". Inoltre nel corpo superiore rovesciato è visibile la parte terminale dell'imbuto di raccolta, contornata da un gruppo di tre resistenze che, attivandosi quando la temperatura interna dello strumento scende sotto i 4 °C, hanno la funzione di consentire lo scioglimento dell'eventuale precipitazione nevosa con conseguente lettura dell'equivalente in acqua della neve. La calibrazione dello strumento, una volta garantitane l'orizzontalità, viene effettuata agendo sulle due viti superiori di fine corsa (terminanti con una capsula plastificata di color bianco). Il gruppo basculante dispone anche di una piccola livella sferica per la messa in bolla che, pur essendo utile in fase di controllo, risulta insufficiente nella fase di installazione dello strumento che richiede l'utilizzo di una livella di maggiore precisione.

**Fig.27 –** Pluviometro MTX con bocca da 1000 $cm^2$, il sistema di misura a bilance basculanti è stato fotografato quasi a metà della fase di rovesciamento

**Fig.28 –** Ad avvenuto rovesciamento la vaschetta di destra si porta in fase di carico d'acqua e quella di sinistra in fase di scarico, a meta del gruppo basculate e visibile l'acuminato spacca goccia, inoltre il pluviometro è privo di resistente di riscaldamento.

**Fig.29 –** Pluviometro MTX, particolare del gruppo di misura a bilance basculanti, questo strumento ha il sistema di riscaldamento a tre resistenze applicato sulla base d'appoggio. Il corpo superiore dello strumento non è rovesciabile ma sfilabile verso l'alto.

**Fig.30 –** Pluviometro MTX particolare del sistema di misura a bilance basculanti durante un intervento di taratura in campo: a destra fase di carico dell'acqua a sinistra fase di scarico.

**Fig.31 –** Pluviometro MTX particolare dell'imbuto di raccolta in alluminio anodizzato con bocca tarata circolare di 1000 $cm^2$, alla base è visibile il filtro per impedire la caduta di corpi solidi nel sistema di misura.

**Fig.32 –** Pluviometro MTX con bocca da 1000 $cm^2$ posizionata a 2 m dal suolo - vista d'insieme

**Fig.33 –** Pluviometro MTX con bocca da 1000 $cm^2$ posizionata a 2 m dal suolo – particolare del corpo dello strumento, si osservi il piccolo deflettore per il vento collocato in prossimità della bocca di captazione

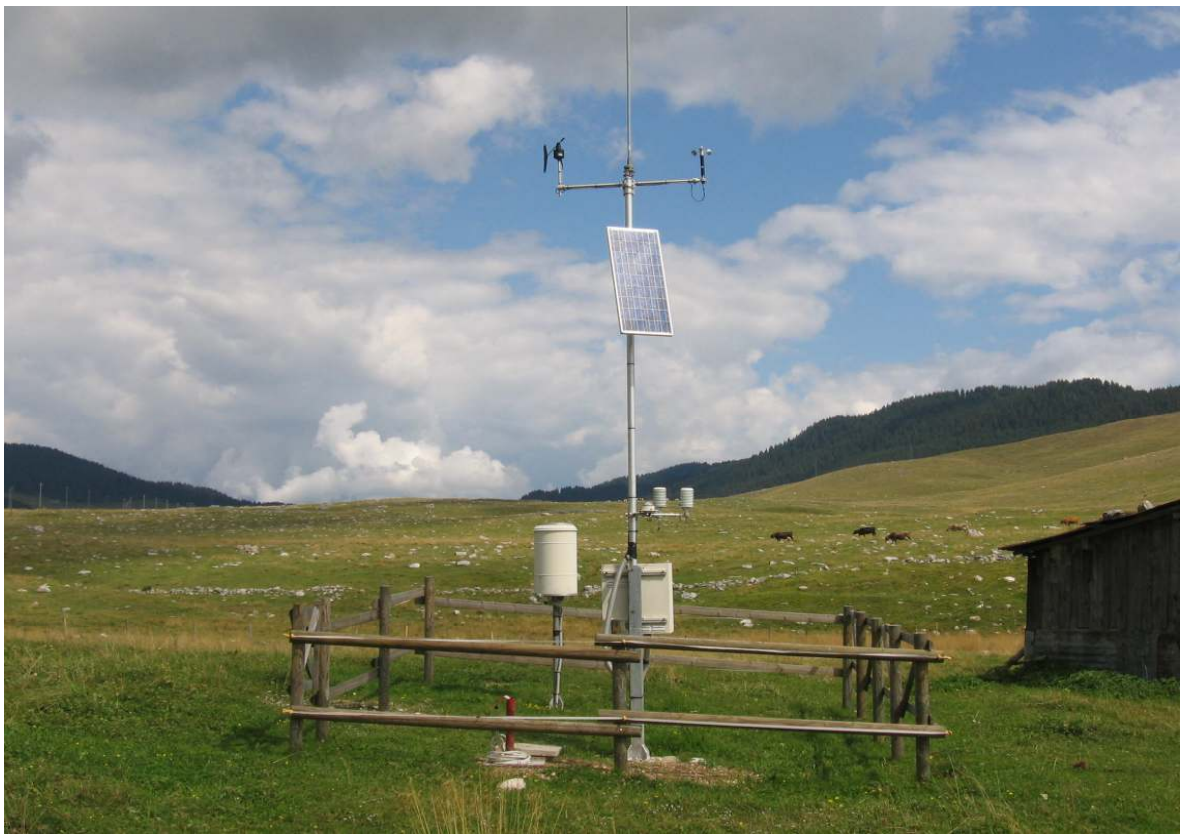

**Fig.34 –** Stazione meteorologica di Marcesina (VI)

**Fig.35 –**Stazione meteorologica di Marcesina (VI) in inverno

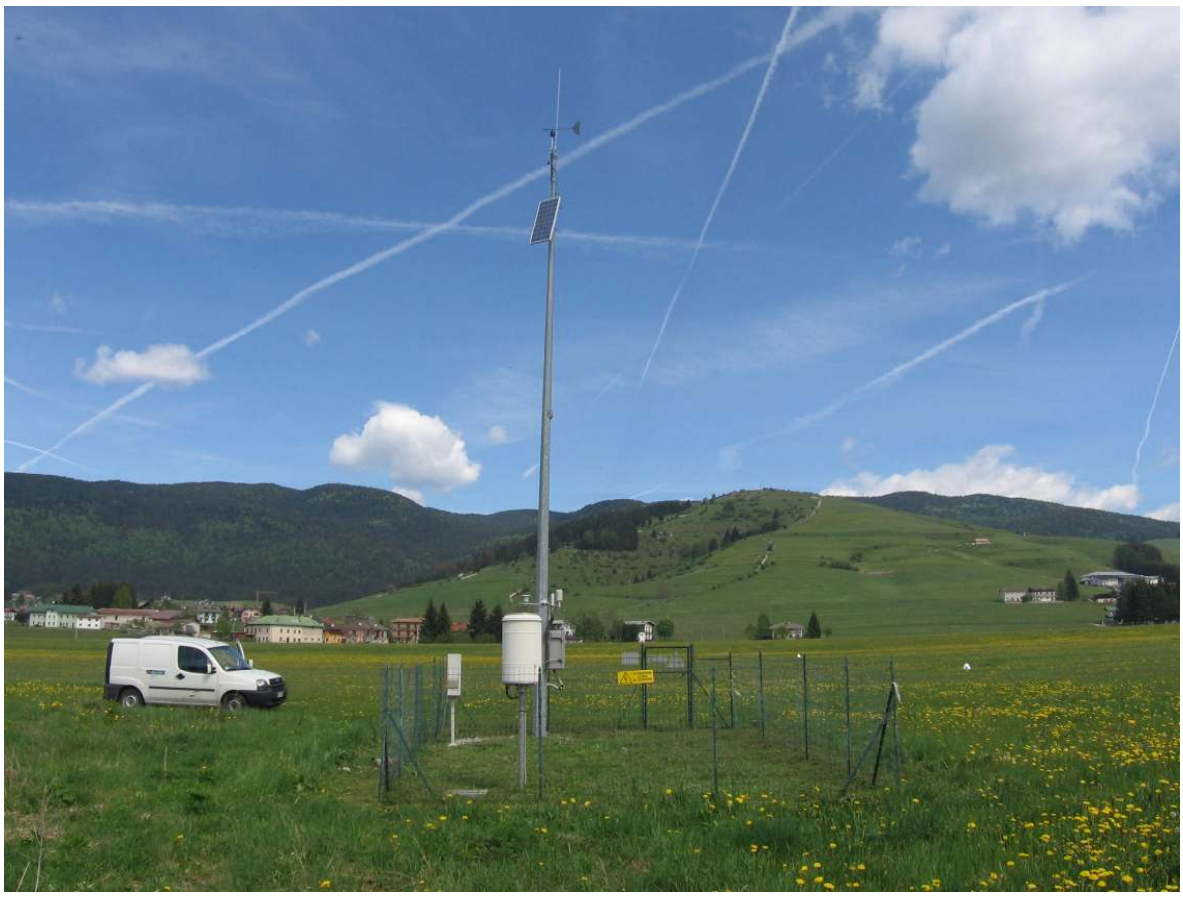

**Fig.36 –** Stazione meteorologica di Asiago (VI)

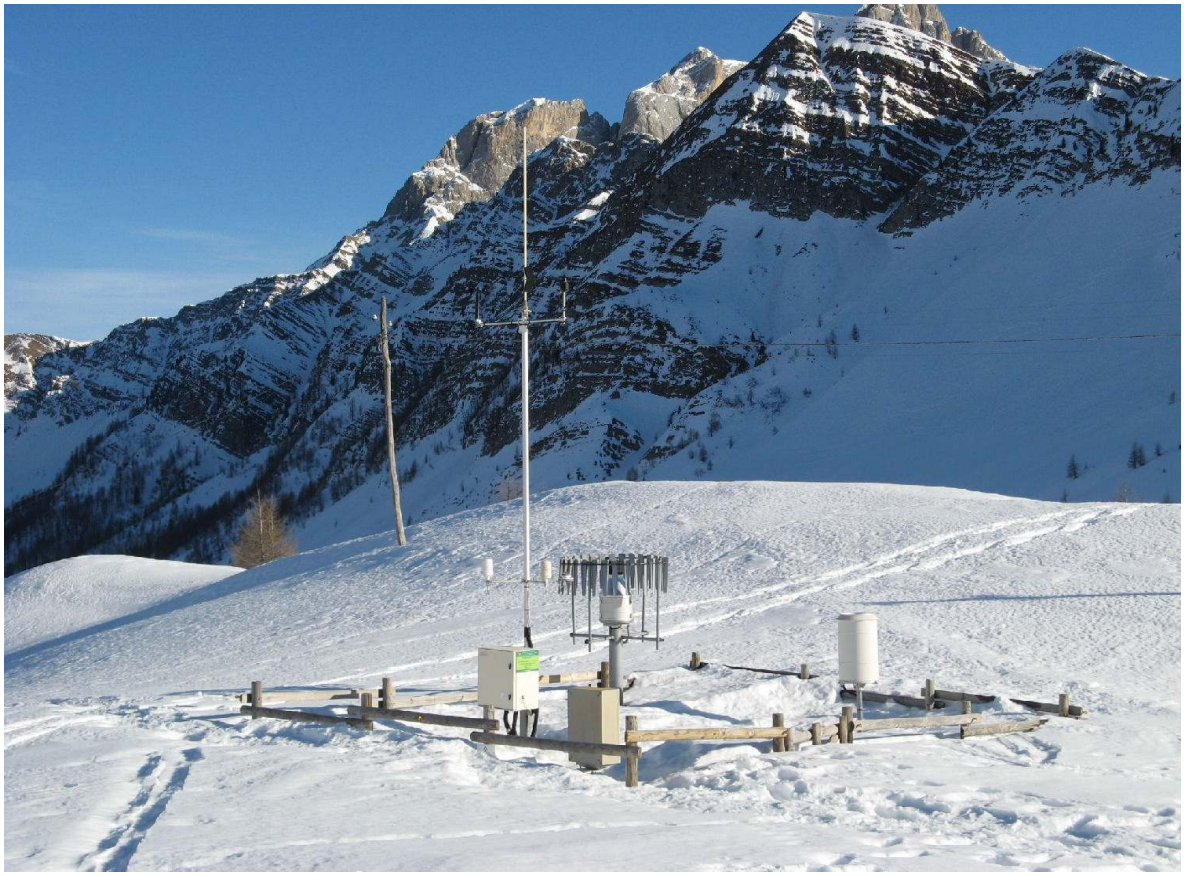

**Fig.37 –** Stazione meteorologica di Passo Valles (BL) è presente anche un pluviometro a pesata Geonor con schermo antivento

**Fig.38 –** Stazione meteorologica di Passo Valles (BL) pluviometri sommersi dalla neve nei primi mesi del 2009

**Fig.39 –** Stazione agrometeorologica secondaria di Grezzana (VR)

**Fig.40 –** Stazione agrometeorologica mobile a Este (PD)

**Fig.41 –** Stazione agrometeorologica principale di Cavallino (VE)

**Fig.42 –** Stazione agrometeorologica secondaria di Villafranca Veronese (VR) con visibilimetro

**Fig.43 –** Stazione termo pluviometrica di  Soffranco (BL)