

PROGETTO HYDRO 2007 UNA RETE RADIO DATI

Martin Pernter
Ufficio Idrografico
della Provincia Autonoma di Bolzano

Le moderne tecniche di telecomunicazioni permettono di realizzare delle reti per dati via radio come alternativa alle grandi reti pubbliche per telefonia radiomobile. Il seguente articolo descrive la progettazione e realizzazione della nuova rete radio dati per la rete di misura di stazione nivometriche, meteorologiche ed idrometriche in uso dall'Ufficio Idrografico della Ripartizione protezione antincendi e civile della Provincia Autonoma di Bolzano. L'obiettivo di questo progetto è la realizzazione di una rete radio dati idonea per il maggior numero possibile di tipi di stazioni di rilevamento automatiche in uso dal nostro ufficio. Inoltre deve essere garantita una certa scalabilità della rete per implementazioni future.



SISTEMI PER L'INTERROGAZIONE DATI

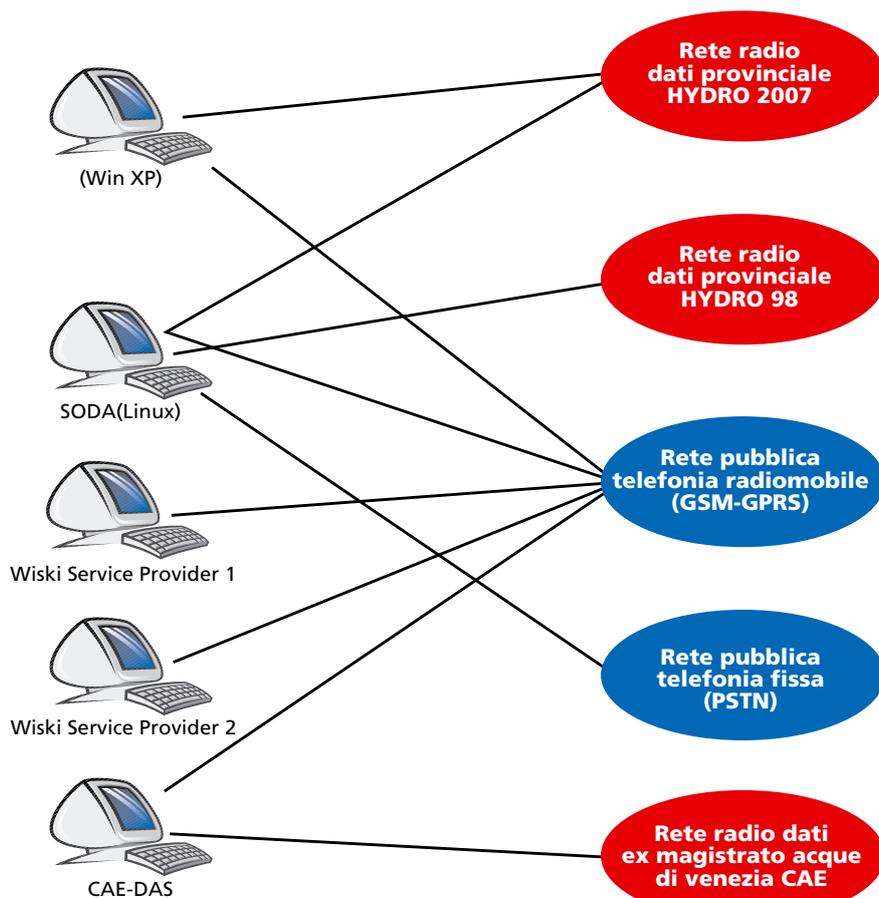


Fig. 1
Sistemi per
l'interrogazione dati.

CRITERI DI PROGETTAZIONE

La necessità di realizzare una nuova rete radio dati è nata principalmente dal fatto che l'Ufficio idrografico raggruppa i seguenti tre servizi: servizio prevenzione valanghe, servizio meteorologico e servizio idrografico.

Questi tre servizi a loro volta utilizzano un consistente numero di stazioni di misura, distribuite su tutto il territorio della provincia di Bolzano. Tutte queste stazioni hanno una loro storia, sono moderne e meno moderne, hanno diverse tipologie costruttive, fornitori diversi, e utilizzano differenti mezzi di comunicazione per il trasferimento dei dati.

Questa ampia diversità di stazioni in uso ha portato complessivamente all'esistenza di 5 reti di comunicazione dati con altrettanti sistemi per l'interrogazione dei dati stessi (Fig. 1).

L'utilizzo delle reti di comunicazione da parte delle stazioni è distribuito in seguente modo:

- 25 stazioni con rete radio HYDRO98 (intervallo di polling 30 minuti): rete radio dati non trasparente, difficilmente e solo parzialmente espandibile. Basso Bit-Rate ma buona copertura territoriale;
- 5 stazioni con rete telefonica fissa (intervallo di polling 30 minuti): elevati costi fissi e limitata possibilità di scelta dei siti da raggiungere;
- 37 stazioni con rete GSM (20 stazioni con intervallo di polling 30 minuti): elevati costi d'utilizzo e limitata affidabilità in caso di calamità;
- 9 stazioni con rete GPRS (GSM) (intervallo di trasferimento dati 10 minuti): bassi costi d'utilizzo e limitata affidabilità in caso di calamità;
- 18 stazioni con rete radio CAE (inter-

vallo di polling 30 minuti): rete radio dati proprietaria dedicata, non amministrabile e configurabile dall'utente, elevati costi di manutenzione.

A causa della mancata possibilità di espansione della rete radio dati HYDRO98, negli ultimi tre anni è stato fatto sempre più ricorso alla rete pubblica di telefonia mobile (GSM).

Nonostante il semplice "allacciamento" di una stazione alla rete GSM, emergono da questo due principali svantaggi:

elevati costi d'utilizzo e limitata affidabilità in caso di calamità.

Il primo è di natura economica e dunque di una certa rilevanza, trattandosi di una spesa di denaro pubblico.

Il secondo, invece, è legato alla funzione dall'Ufficio idrografico all'interno della Ripartizione protezione antincendi e civile.

In base alle considerazioni sopra elencate, alla nuova rete radio dati si richiedono i seguenti requisiti:

- Possibilità di essere interfacciata con tutte le stazioni esistenti e future in uso dall'Ufficio idrografico.

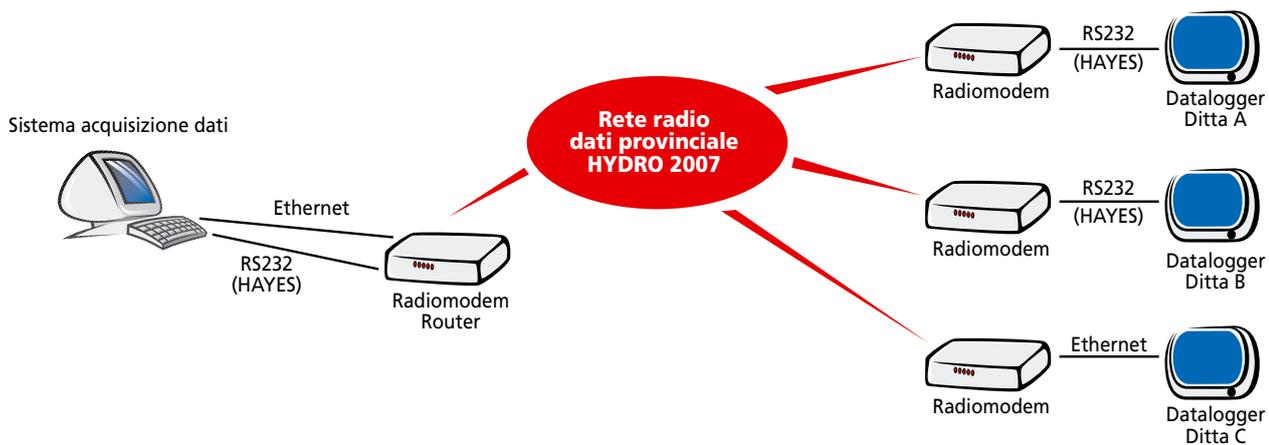
Ciò implica che la rete deve essere trasparente verso i datalogger e verso i sistemi d'acquisizione. Attualmente sono in uso 6 tipi di datalogger differenti di vari costruttori. (Fig. 2)

- La nuova rete radio deve essere utilizzabile con gli attuali sistemi d'interrogazione dati in uso dall'Ufficio idrografico. Questo richiede una flessibile ed efficiente implementazione dell'emulazione HAYES nei radiomodem impiegati.

Tale emulazione deve permettere di sostituire i tradizionali modem telefonici o GSM con un radiomodem, senza dover intervenire sul software o hardware degli esistenti sistemi di interrogazione dati. (Fig. 2)

- Sufficiente larghezza di banda e rendimento di canale (Bit/Hz)
- Buona copertura territoriale
- Alta affidabilità e ridondanza
- Alto rapporto utilizzo/costi

INTERFACCIAMENTO FISICO ALLA RETE



SCelta DELLE APPARECCHIATURE (RADIOMODEM):

Dopo queste considerazioni si è passati alla scelta della banda di frequenza e del tipo di modulazione da utilizzare. Per tale scelta sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- Non tutte le stazioni hanno portata ottica con un ripetitore della rete;
- Bassa sensibilità alla distorsione da segnali a percorso multiplo (Multipath distortion);
- Limitata necessità di ampia larghezza di banda sul canale radio;
- Disponibilità di infrastrutture e di rete radio a larga banda SDH in microonde (protezione civile);
- Utilizzo d'antenne dalle dimensioni contenute sulle stazioni meteo;
- Costo contenuto per singola stazione;
- Normative vigenti nel settore delle telecomunicazioni.

In base a questi fattori si è cercato sul mercato un prodotto che lavora in modulazione 4FSK su un canale da 12,5kHz nella banda dei 470MHz (UHF) e con le seguenti caratteristiche:

- Gamma di frequenza: 380-470 MHz;
- Canalizzazione: 12,5 KHz (come da normativa);

- Bitrate sul canale radio: 10,8 Kbit/s;
- Sensibilità ricevitore: -107dBm (con BER= 10⁻³);
- Campo di temperatura operativa: -25 fino 55°C;
- Interfacce: fino a 3 porte RS232, 2 RS485 e 1 Ethernet;
- Software: Configurazione locale e remota dell'interfaccia radio, seriale ed Ethernet;
- Diagnostica, update e statistiche di canale da remoto. Possibilità di utilizzare le medesime apparecchiature sia come ripetitore, sia come terminale di rete.

I radiomodem sono sintonizzabili solamente entro una gamma di 3,6MHz, il che implica di fissare la gamma di frequenza operativa prima dell'ordine degli apparecchi presso il costruttore. Il fatto di avere una gamma di sintonia relativamente stretta a causa della selettività del frontend RF, li rende più sensibili e selettivi in confronto ad altri radiomodem a larga banda presenti sul mercato. Questo particolare è di una certa importanza quando si utilizzano gamme di frequenza con un alto numero di canali adiacenti occupati.

Una caratteristica particolarmente interessante di questi apparecchi è la possibilità di funzionare in una rete interconnessa via Ethernet ed anche via canale radio. Questo rende particolarmente

flexibile l'integrazione in una rete WAN parzialmente preesistente come quella della protezione civile della provincia autonoma di Bolzano.

Dopo una breve valutazione delle possibilità offerte da questo prodotto è stato realizzato un progetto preliminare della topologia di rete da adottare. Tale topologia prevede dunque l'utilizzo delle reti a 154MBit/sec (SDH), a 2 MBit/sec e a 64 KBit/sec. Per disporre l'interconnessione di queste reti e la connettività Ethernet sono stati previsti una serie di router e switch Cisco.

Nella figura 3 viene riportato lo schema di principio della topologia di rete impiegata. Da notare è la totale assenza dell'utilizzo di reti telefoniche pubbliche.

CONSIDERAZIONI SULLE SCELTE TECNICHE PER LA TOPOLOGIA DI RETE

In base alle necessità dell'Ufficio idrografico di una rete radio dati molto affidabile e della disponibilità di due frequenze (Canale A e canale B) in gamma UHF si è optato per la topologia illustrata in fig. 3. Ogni stazione ripetitrice (base) è equipaggiata con due radiomodem configurati come ripetitore-router. Ognuno di questi radiomodem opera rispettivamente sul canale A e sul canale B in simplex.

Fig. 2
Interfacciamento fisico alla rete.

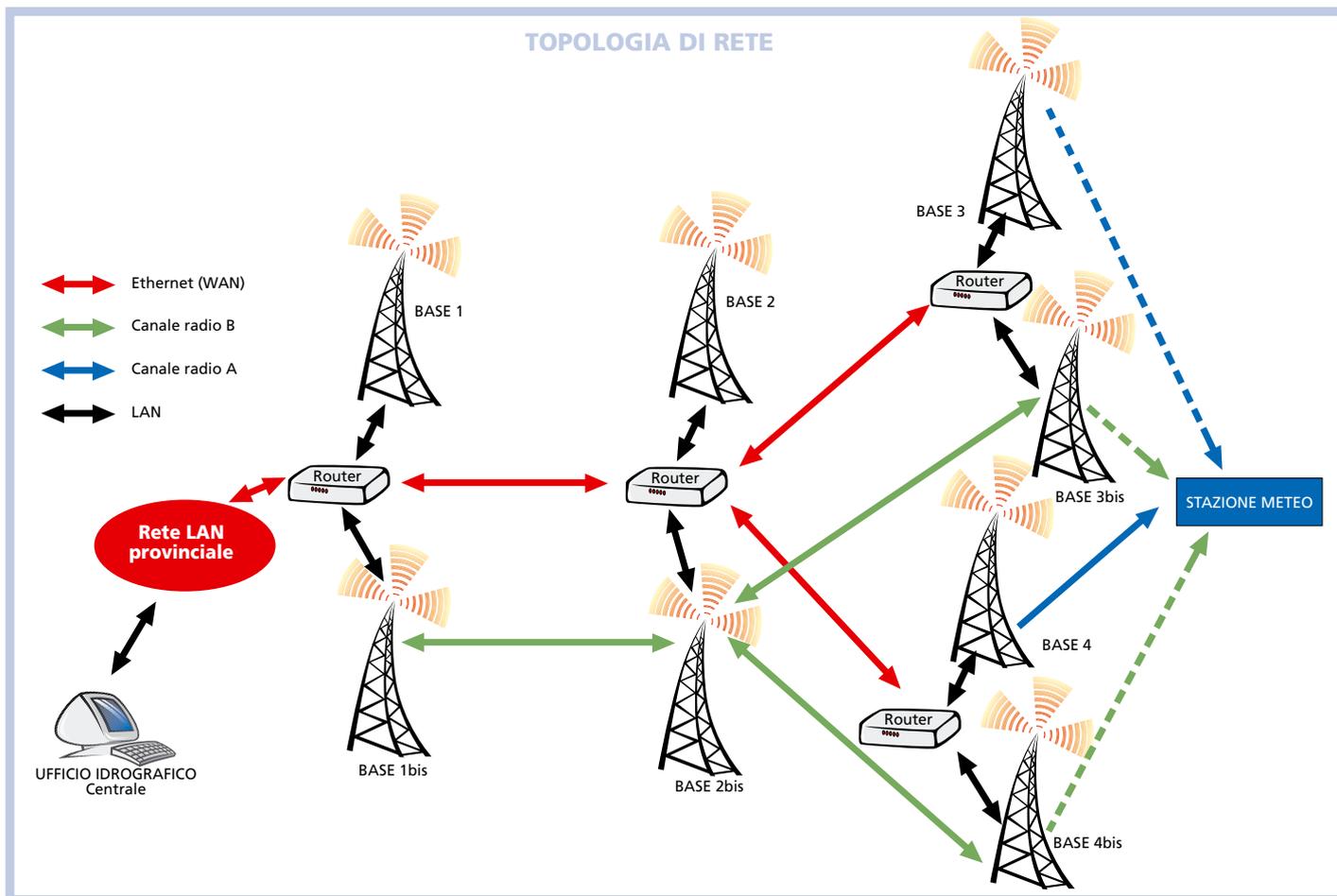


Fig. 3
Topologia di rete.

L'impiego di due radiomodem su frequenze diverse sul medesimo sito porta evidenti vantaggi in termini d'affidabilità del ripetitore stesso. Infatti, entrambi i radiomodem sono non solo connessi al router locale, ma anche interconnessi tra loro tramite una porta seriale. Tale configurazione è stata prevista per garantire la connessione tra i due radiomodem anche nell'eventualità di un guasto sul router locale. Il secondo radiomodem (p.e. Base 1bis) è proprio programmato per questo scopo: La rete radio sul canale B (rete "verde" in fig.3) ha il compito di mantenere in funzione la rete in caso di guasto della rete "backbone" (rete "rossa" in fig.3). Questa cosiddetta rete di backup (rete "verde" in fig.3) è totalmente indipendente dalla rete LAN-WAN. Ma siccome l'intera rete di backup condivide lo stesso canale radio sia per la comunicazione con i terminali (stazioni meteo) che per quella tra i ripetitori, questa è ovviamente più lenta rispetto a quella servita sul canale A. Infatti, la comunicazione tra ripetitori del canale A e la centrale avviene tramite

la veloce rete WAN e non via radio come avviene sulla rete di backup. È in fase di studio un'ulteriore estensione delle singole stazioni come ripetitrici: in alcuni siti che sono particolarmente al di fuori dalla copertura radio di un qualsiasi ripetitore, sarà possibile utilizzare un'eventuale stazione vicina come ripetitrice verso il resto della rete. In questo caso una stazione di rilevamento munita di radiomodem potrà funzionare anche come ripetitore per un'altra stazione.

COME AVVIENE LA CONNESSIONE TRA LA CENTRALE E LE STAZIONI ?

La gestione dei cosiddetti terminali (stazioni meteo) nella rete HYDRO2007 è simile a quello della rete di telefonia radiomobile. In fase di scelta per un sito per una stazione non è necessario scegliere un determinato ripetitore, perché il radiomodem sulla stazione è programmato per scegliere autonomamente il ripetitore più idoneo. Come "idoneo" non

si intende solamente il livello di segnale ricevuto, ma anche altri parametri come p.es. la densità di traffico dati. Dunque è importante avere almeno un ripetitore della rete in portata radio. Qualora la stazione "sentisse" più di un ripetitore, questa sceglie quello migliore in modo dinamico. Quando una stazione si registra in rete oppure quando cambia ripetitore, viene automaticamente inserita in una tabella di routing dinamico contenuta nel router centrale presso la sede dell'Ufficio idrografico. Il router centrale funge da router, firewall e gateway per la rete radio dati ed è un PC-Server in combinazione con un radiomodem.

A questo punto facciamo un esempio di una chiamata dati verso una stazione che lavora con una porta seriale per modem Hayes:

1. Il Pc con il software d'interrogazione dati, utilizza una porta seriale per il collegamento al radiomodem presente nella centrale per la chiamata dati. Questo radiomodem ha 4 porte seriali configurate

in modalità emulazione Hayes. Tale modalità permette al sistema di interrogazione dati di interfacciarsi alla rete radio dati tramite un'emulazione di modem telefonico Hayes.

2. Il software d'interrogazione dati chiama la stazione semplicemente utilizzando come "numero telefonico" l'indirizzo dell'interfaccia seriale sul radiomodem presente sulla stazione. Esempio: AT-D0x390D3895

3. La richiesta di connessione viene incapsulata nel protocollo della rete radio dati, il quale provvede alla correzione degli errori ed all'instradamento verso il ripetitore dove è registrata la stazione destinataria della nostra chiamata.

4. Se l'interfaccia seriale di destinazione è configurata in modalità emulazione Hayes, questa risponde alla chiamata originata dalla centrale con un classico "CONNECT 19200".

5. A questo punto può partire il vero e proprio scarico di dati tramite il software d'interrogazione dati.

Da questo esempio si può riconoscere la trasparenza di questo sistema, il quale permette di interrogare anche più di

una stazione alla volta. Si può inoltre evidenziare che la connettività all'interno della rete è simmetrica, cioè si può "chiamare" una qualsiasi porta seriale da qualsiasi porta seriale presente su di un radiomodem.

LA RETE IP

La comunicazione IP con le stazioni è leggermente più complessa rispetto a quella seriale. Per semplificare la configurazione della rete e mantenerla scalabile si è scelta una rete IP privata di classe B. Tale rete prevede molti indirizzi oltre a quelli previsti per la rete dell'Ufficio idrografico, ma consente di semplificare notevolmente la configurazione. Infatti, la configurazione attuale prevede un massimo di 511 radiomodem (stazioni-terminali) ed un massimo di 4 indirizzi IP per stazione (complessivamente 2044 indirizzi IP). Il router centrale della rete radio ed i radiomodem sulle stazioni lavorano in modalità Proxy-Arp, cioè rispondono alle richieste del protocollo ARP senza farle transitare via radio generando ulteriore traffico dati. Il pacchetto IP viene incapsulato nel protocollo della rete radio dati ed instradato verso i ripetitori in UDP, il che rende la

rete IP sulla quale colloquiano tra di loro i ripetitori e la centrale, in un certo senso isolata dalla rete IP radio (Fig. 4).

Qui un altro esempio di una chiamata dati verso una stazione che lavora in TCP/IP con un'interfaccia Ethernet:

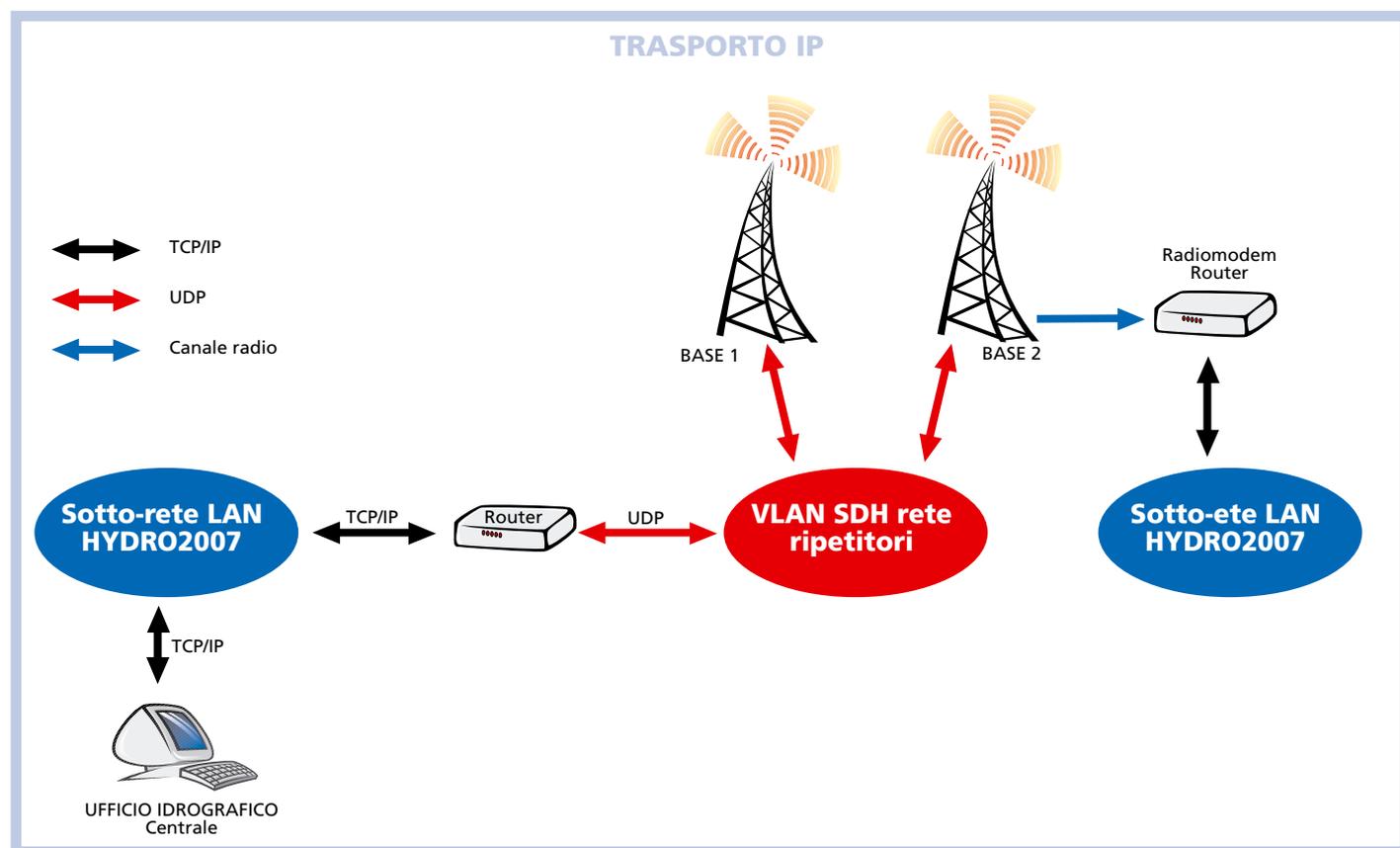
1. Il Pc con il software d'interrogazione è collegato alla rete LAN con un routing adeguato verso la classe d'indirizzi IP assegnata alle stazioni nella rete radio dati. Come gateway è utilizzato il router centrale della rete radio dati, che in quest'esempio ha la funzione di firewall e di gateway verso la rete IP della rete radio.

2. Il pacchetto IP è incapsulato nel protocollo della rete radio dati, il quale provvede alla correzione degli errori ed all'instradamento verso il ripetitore dove è registrata la stazione destinataria con il suo gruppo di 4 indirizzi IP riservati.

3. Il ripetitore invia il pacchetto alla stazione di destinazione, dove è estratto il frame IP nella sua LAN.

4. La risposta in IP del datalogger è incapsulata a sua volta nel protocollo di rete radio ed instradata verso il router centrale, dove viene estratto il frame IP e trasmesso alla Pc di destinazione nella LAN.

Fig. 4
Trasporto IP.



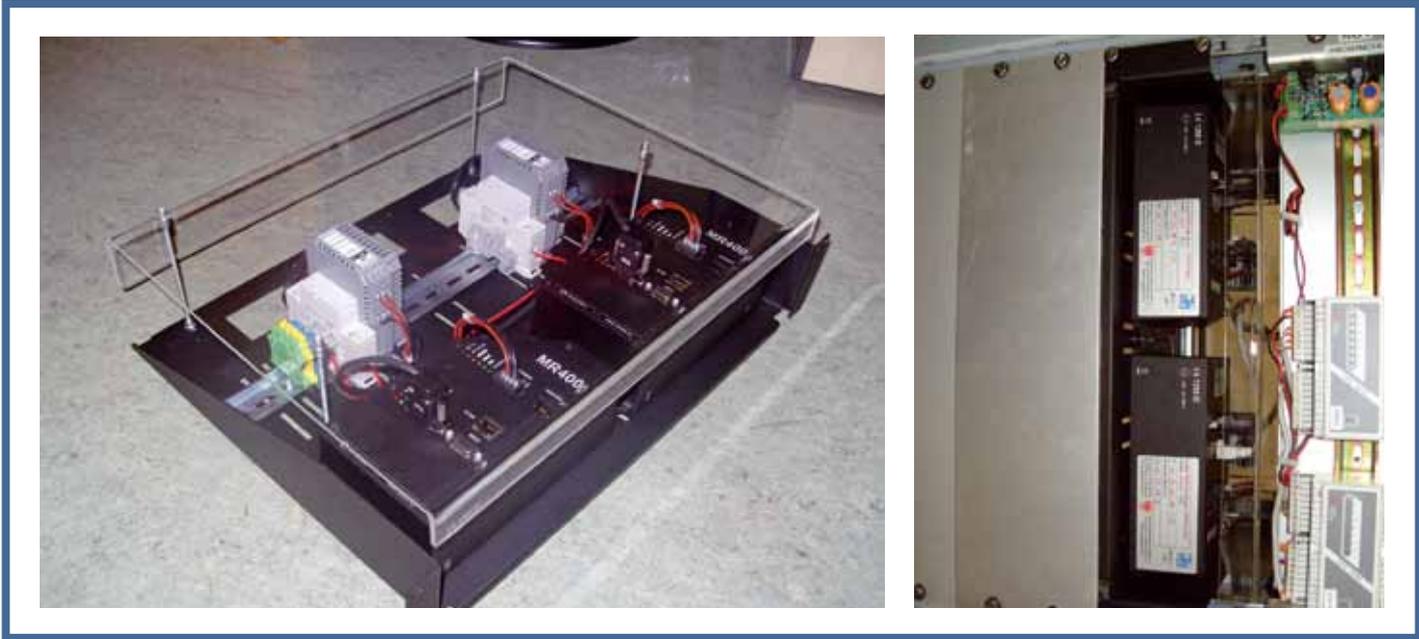


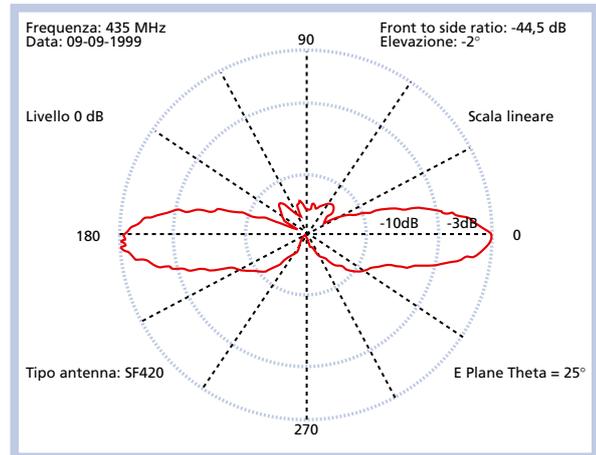
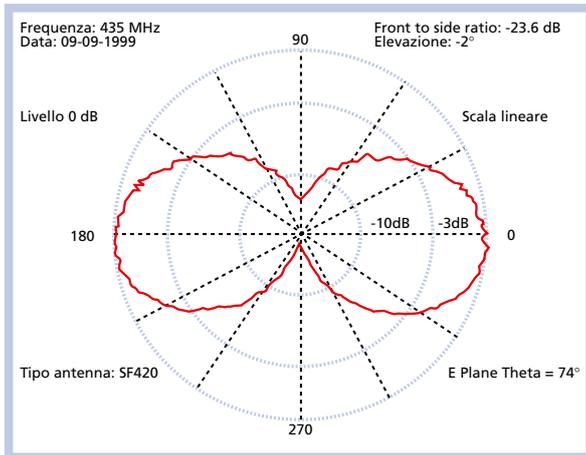
Fig. 5
Stazione ripetitrice:
Telaio con due radio
modem.



Fig. 6
Stazione ripetitrice:
antenne.

LOBI DI IRRADIAZIONE DELLE ANTENNE

Fig. 7
Lobi d'irradiazione delle
antenne.



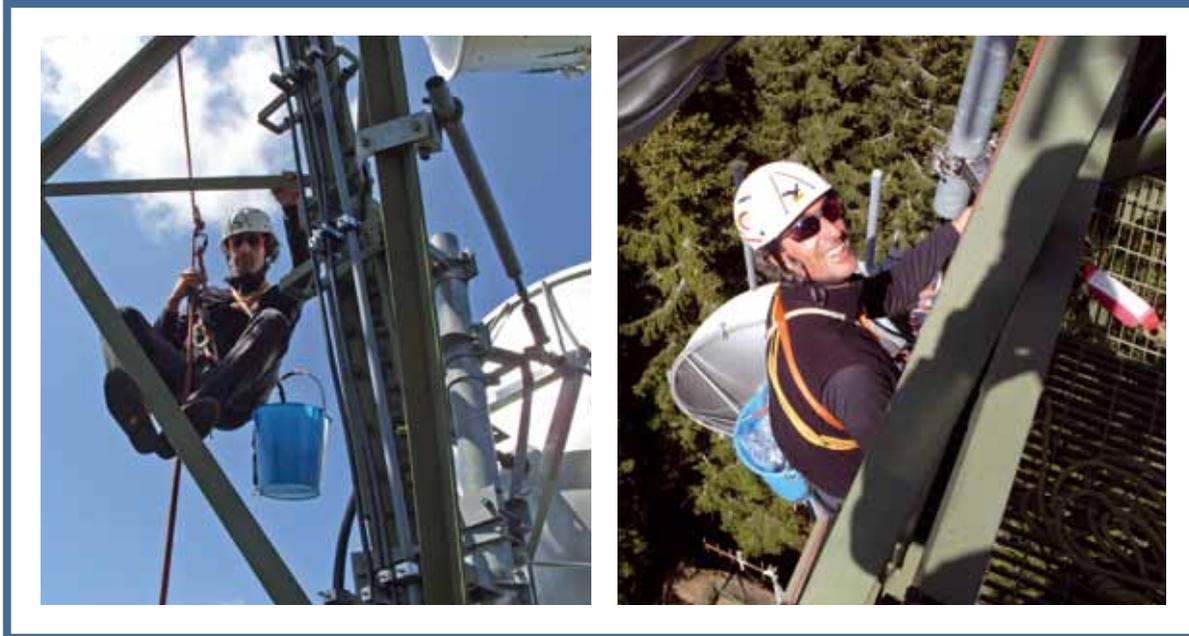


Fig. 8
Lavori d'installazione per
cavi ed antenne.

INFRASTRUTTURE DI RETE RADIO

Per la rete HYDR02007 sono in questo momento in uso 4 ripetitori, ed è prevista la messa in funzione di complessivamente 15 ripetitori entro la fine del 2010.

Questo elevato numero di ripetitori è legato alle caratteristiche geo-orografiche della provincia di Bolzano.

Tutti i lavori di progettazione, realizzazione e d'installazione della rete radio HYDR02007 sono eseguiti esclusivamente da tecnici della ripartizione di protezione civile della provincia autonoma di Bolzano, senza l'ausilio d'alcuna ditta esterna. Ogni stazione ripetitrice è munita di due radiomodem alimentati da due alimentatori separati. Il tutto è montato su di un telaio di supporto Rack 19" completo di copertura di protezione (Fig. 5).

In funzione al sito d'ogni ripetitore sono impiegati tre modelli di antenne collinari con guadagno e lobi d'irradiazione sul piano verticale differenti (Figg. 6 e 7), per ottimizzare la copertura di ripetitore.

Le discese coassiali sono realizzate con una coppia di cavi corrugati da 1/2" con due messe a terra e due scaricatori coassiali a gas a valle della discesa.

La posizione delle antenne sul traliccio (Figg. 8 e 9), è tale da ottenere un buon compromesso tra altezza assoluta sul traliccio e miglior disaccoppiamento tra le due antenne.



Fig. 9
Ripetitore "Plose".

Fig. 10
Stazione idrometrica
con doppia
strumentazione e
doppio sistema di
comunicazione: radio
+ GPRS/GSM.

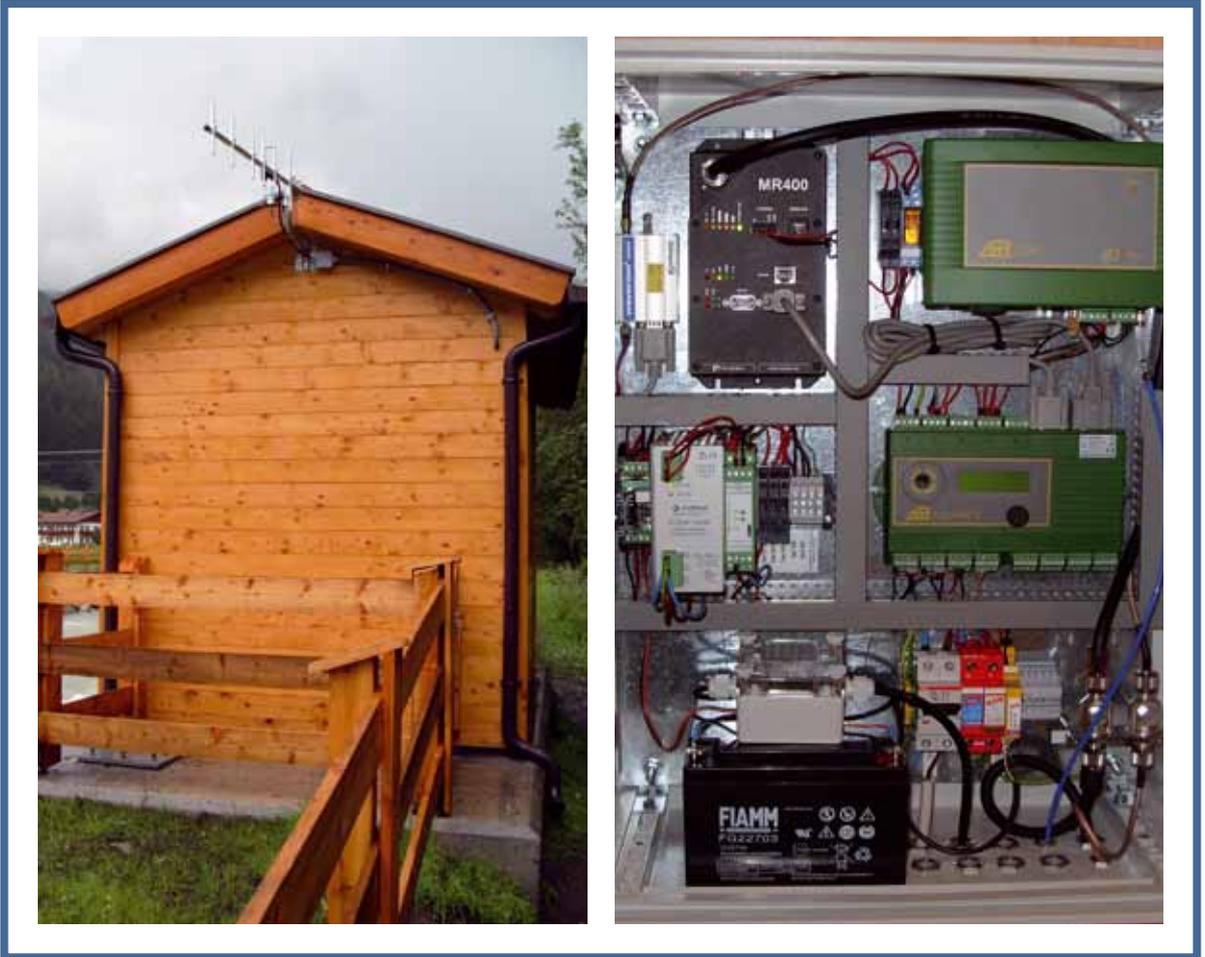


Fig. 11
Stazione
meteorologica con
doppio sistema di
comunicazione:
radio + GPRS/GSM.

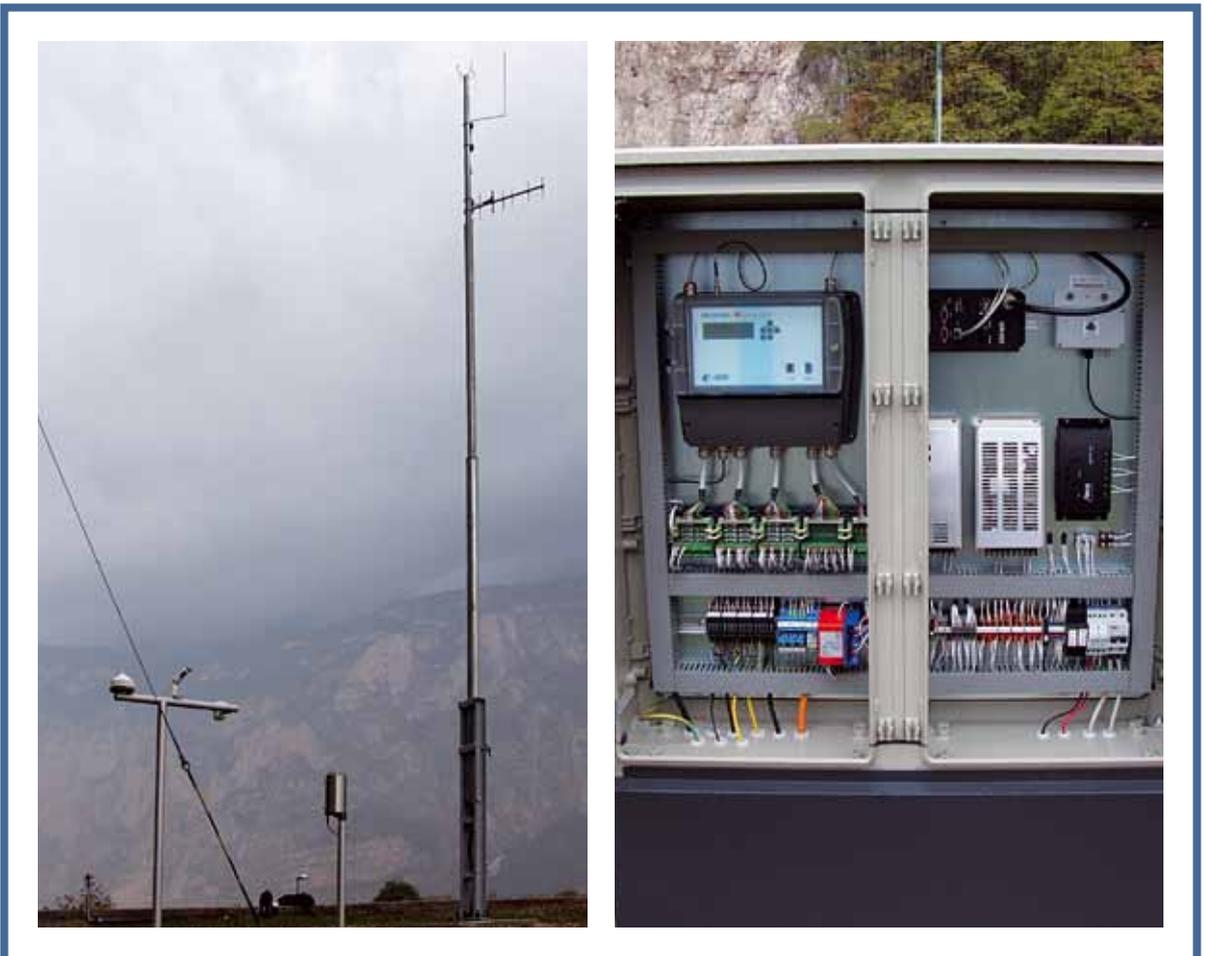




Fig. 12
Stazione in alta
quota (3399m s.l.m.)
con alimentazione
fotovoltaica.
Stazione di Cima
Libera (foto pag. 15).



Fig. 13
Stazione nivometrica
(campo neve) con
doppio sistema di
comunicazione:
radio + GPRS/GSM.

LE STAZIONI NIVOMETRICHE, METEOROLOGICHE ED IDROMETRICHE

La maggior parte delle stazioni è munita di un allacciamento alla rete elettrica, conseguentemente da questo punto di vista non ci sono criticità. Le cose cambiano invece per le stazioni nivometriche (campi neve automatici) e le stazioni vento in alta quota. Queste stazioni sono quasi tutte alimentate con pannelli fotovoltaici e quindi c'è da rispettare un bilancio energetico. Purtroppo l'assorbimento

dei radiomodem utilizzati per questa rete è relativamente elevato (ca. 300mA per la versione senza interfaccia ethernet, la quale assorbe ulteriori 90 mA).

Per minimizzare i consumi dei radiomodem su queste stazioni è sfruttata la modalità "sleep", vale a dire una modalità di "riposo" che riduce il consumo del radiomodem a ca. 2mA.

Questa modalità viene pilotata dal router centrale, il quale imposta lo sleep sui singoli radiomodem ad un orario predefinito tramite uno scheduler (crontab). Questo sistema calcola esattamente per

quanti secondi deve rimanere "a riposo" il radiomodem prima di riaccendersi. In questo modo è sufficiente p.es. accendere il radiomodem solamente per 2 minuti ogni ora per scaricare i dati. Tutti i radiomodem presenti nella rete sincronizzano il proprio orologio con quello del router centrale, il quale a sua volta è sincronizzato con un timeserver presente nella LAN provinciale.

Con tale sincronizzazione è possibile gestire con precisione i Log ed altri eventi su tutti i modem all'interno della rete radio (Figg. 10, 11, 12 e 13).