

**UN SISTEMA INTEGRATO PER LA PROTEZIONE CIVILE  
SEGUIRE IN TEMPO REALE AZIONI, EVENTI E DATI SUL TERRITORIO**

autori

Luca PADRONI (Collaboratore esterno del C.do Provinciale VVF di Pisa)

Geom. Simone GIANI (Funzionario Tecnico del C.do Provinciale VVF di Pisa)

Ing. Giuseppe ROMANO (Comandante Provinciale VVF di Pisa)

La Prefettura di Pisa, il Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Pisa e il gruppo Radiocomunicazioni Emergenza dell'Associazione Radioamatori Italiani sez. di Pisa hanno stipulato in data 15 marzo 1999 una convenzione per l'applicazione di tecniche di trasmissione dati digitali via radio nel settore della Protezione Civile.

Tale accordo aperto all'adesione di altri enti e associazioni di Protezione Civile ha già prodotto un primo significativo risultato concreto costituito dalla predisposizione di un sistema denominato S.Lo.T. (Sistema Localizzazione Territoriale) che consente di seguire in tempo reale eventi sul territorio e di rappresentarne la posizione e la tipologia su una cartografia opportunamente georeferenziata.

Tra le applicazioni emerge la possibilità di seguire in tempo reale veicoli o natanti, di coordinare i mezzi di soccorso, di controllare ed elaborare dati provenienti da stazioni meteo e di individuare le fonti di eventuali disturbi radio.

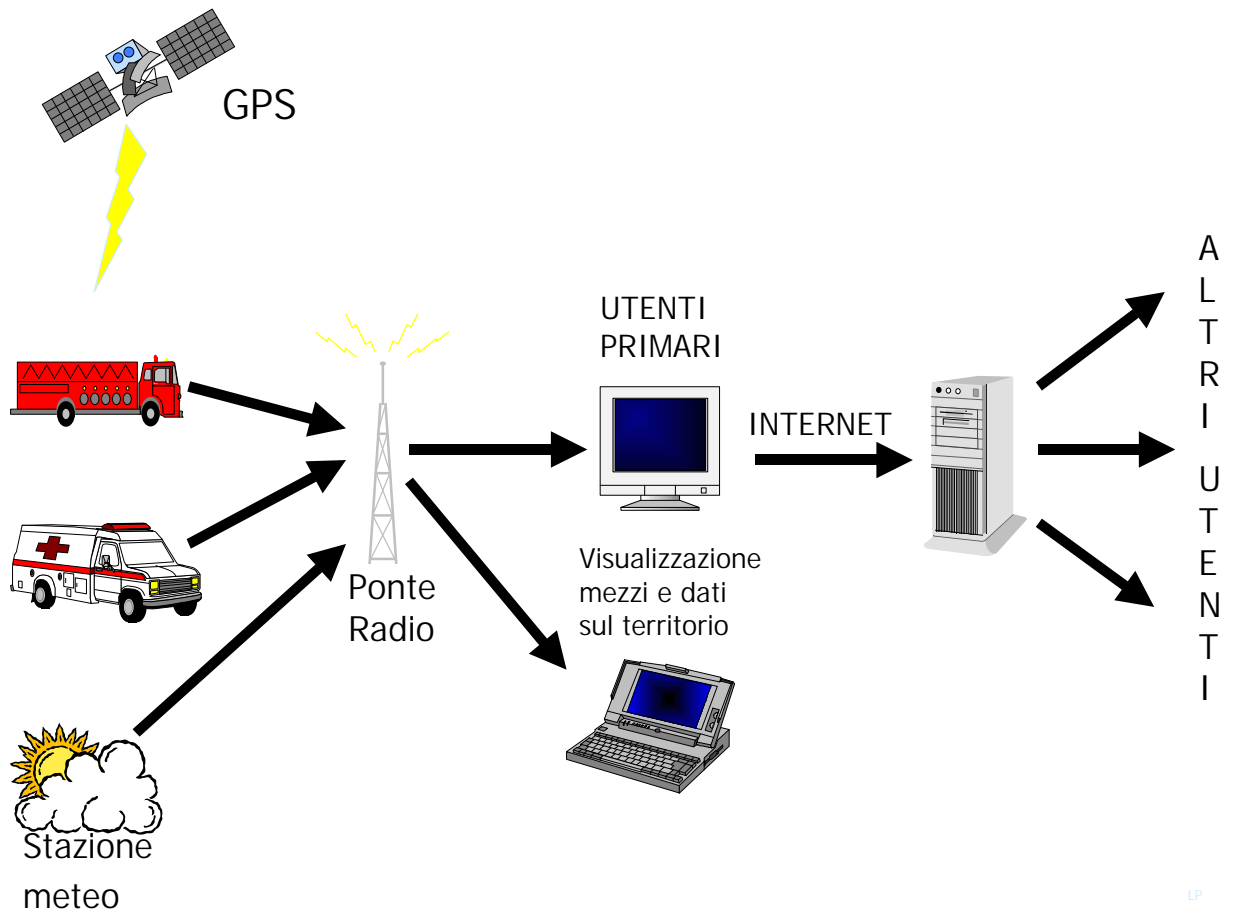
Le comunicazioni S.Lo.T. utilizzano la tecnica di trasmissione dati a Pacchetto via radio detta "APRS"; ogni pacchetto contiene l'identificativo della stazione (fissa, mobile o portatile), la posizione, la velocità, lo status ed eventuali messaggi (ad esempio dati meteo).

Al momento della ricezione del "Pacchetto" il sistema provvede a localizzare sulla cartografia la stazione e a rappresentarla con il simbolo associato unendo all'icona un vettore che rappresenta la velocità e la direzione dello spostamento del mezzo (nel caso di stazione mobile). Per quanto riguarda le stazioni meteo queste possono rappresentare i dati rilevati (pressione, temperatura, direzione e intensità del vento, pioggia nelle ultime 24 ore, umidità...) sia in tempo reale sia tramite un grafico riassuntivo delle diverse grandezze in archi temporali trascorsi.

Le stazioni in movimento sono dotate di un apparato munito di radio-modem e GPS (Global Positioning System). Il GPS riceve il segnale dai satelliti in orbita terrestre, calcola la posizione in cui si trova, la velocità e la direzione e invia i dati al modem che ad intervalli prestabiliti trasmette i dati via radio alle altre stazioni S.Lo.T. che possono così aggiornare la posizione dei mezzi in movimento sulla cartografia.

L'area di copertura del sistema è teoricamente illimitata potendo i dati essere gestiti da più nodi (ripetitori digitali) al fine di interconnettere province o regioni.

E' inoltre possibile, installando un radio-gateway, la consultazione e l'immissione dei dati via Internet rendendo così ancor più ramificata e di facile accesso la rete di rilevamento.



### Progetto di utilizzo del sistema S.Lo.T. nelle attività di soccorso e di Protezione Civile.

Il sistema APRS (Automatic Packet Reporting System) rappresenta il frutto di oltre quindici anni di sperimentazione da parte dei radioamatori nel settore delle comunicazioni digitali (Packet-radio) e in quello dell'assistenza ad eventi a carattere pubblico quali raduni, manifestazioni sportive o addirittura gravi calamità.

Il sistema Packet-radio (che identifica la modalità con cui i dati vengono trasmessi) offre concreti ed immediati vantaggi rispetto ad altri modi di trasmissione digitale: trasparenza, correzione d'errore e controllo automatico.

Le operazioni di una stazione packet sono trasparenti per l'utente finale in quanto il TNC (Terminal Node Controller) divide automaticamente i messaggi in pacchetti, attiva il trasmettitore radio e invia i pacchetti. Durante il processo di ricezione il TNC altrettanto automaticamente decodifica, effettua il controllo d'errore e invia i dati tramite la porta seriale al computer collegato. Il sistema riesce a fornire comunicazioni prive d'errore grazie a schemi di verifica tipici del protocollo in uso: il pacchetto ricevuto viene esaminato e nel caso non superi la verifica d'errore viene eliminato inviando nello stesso tempo alla stazione d'origine un comando per la ritrasmissione dell'ultimo pacchetto.

Ogni stazione dotata di TNC può anche essere usata come ripetitore digitale ed in questo caso assume il nome di "Digipeater".

Il TNC al suo interno contiene un modem, un processore (CPU) e l'interfaccia necessaria per convertire i dati provenienti dal computer (tramite rs-232) nel protocollo packet in uso. Un TNC in sintesi effettua le seguenti operazioni:

in fase di trasmissione assembla il pacchetto con i dati provenienti dal PC, calcola l'error check (CRC), lo modula in audio frequenza e applica un opportuno segnale al trasmettitore collegato.

In fase di ricezione inverte il processo traducendo l'audio che proviene dalla radio collegata in un flusso di bytes che vengono inviati al PC dopo aver superato il controllo d'errore.

I TNC utilizzati per il sistema S.Lo.T. operano a 1200 bps (bits per second), modalità che consente di interfacciarli a normali radio per la fonia adattando il TNC alla presa microfono.

In questo modo anche la portata tra due stazioni collegate in diretta (senza l'uso di digipeater) risulta praticamente la stessa di un collegamento in fonia che in UHF è praticamente la portata ottica maggiorata del 15%.

Il protocollo utilizzato per la trasmissione dei pacchetti è l' AX-25 che specifica anche i tempi per l'accesso al canale radio: quando il TNC deve trasmettere viene prima effettuato un controllo per verificare che la frequenza radio sia libera. Se nessuno sta trasmettendo il TNC attiva la trasmissione e invia il pacchetto. Tutte le altre stazioni ascoltano il pacchetto e non trasmettono fino a quando la frequenza non è libera. Nel caso che due stazioni trasmettano nello stesso istante, i due pacchetti si annulleranno, quindi i due TNC non riceveranno nessuna conferma dalle loro stazioni di destinazione e, dopo un tempo di attesa casuale, ritrasmetteranno il pacchetto.

Basato su un software dedicato e sul protocollo AX25, il sistema S.Lo.T. permette di raggiungere notevoli prestazioni nonostante il limitato costo delle apparecchiature necessarie.

L'uso dello S.Lo.T. nell'ambito delle attività di Protezione Civile e Soccorso permette di avere risposta ai seguenti tipi di domande:

- Dove sono dislocati i mezzi di emergenza? A quali ente/corpo appartengono?
- Dove si trova il veicolo del responsabile dei VV F?
- Quali sono le condizioni meteo in quota? Ed in pianura?
- Dove ha avuto luogo l'interruzione delle linee elettriche?
- La colonna dei soccorsi si sta muovendo? Se sì, a quale velocità?
- Il trend dell'intensità della pioggia mostra un incremento o una diminuzione?

In pratica quindi S.Lo.T. costituisce un sistema informativo geografico dedicato alle attività di Protezione Civile, con una vincente capacità di gestione dei mezzi mobili presenti sul territorio, dei quali è in grado di individuare identità, posizione, direzione e velocità dello spostamento. Tali informazioni vengono ottenute sfruttando la tecnologia satellitare GPS installata su ciascun mezzo.

Grazie alle ridotte dimensioni dei singoli componenti che costituiscono le stazioni mobili si è deciso di utilizzare box stagni che potessero essere spostati da un mezzo all'altro semplicemente connettendo l'alimentazione elettrica e l'antenna per la trasmissione dei dati via radio in UHF.



In questo modo è stato possibile predisporre con un costo minimo (presa 12 Volts e antenna a tetto) un congruo numero di mezzi su cui installare il sistema. A seconda del tipo di emergenza i box vengono quindi spostati sui mezzi che operano in quel momento rendendo così completamente monitorabile ogni tipo di emergenza.

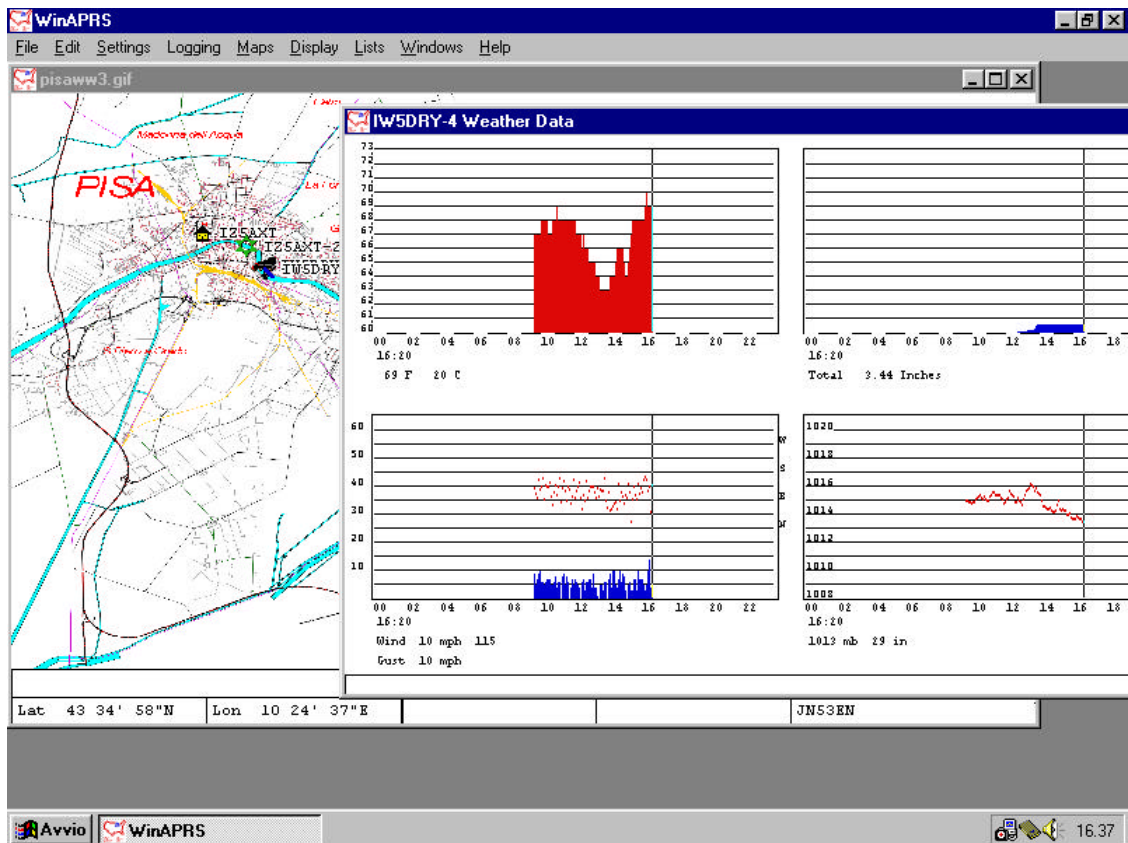


Sono stati inoltre predisposti due apparati portatili (dal peso di circa 600 g. ciascuno) in modo da poter seguire anche eventuali squadre a piedi; in questo caso essendo il sistema svincolato da fonti esterne di energia occorre prestare attenzione all'autonomia dei singoli componenti: per quanto riguarda l'unità GPS portatile questa è in grado di operare per circa 12 ore mentre la radio-tnc ha un'autonomia di circa 5 ore (trasmettendo la posizione ogni minuto). Il problema dell'estensione dell'autonomia può essere risolto o aumentando il tempo che intercorre tra due successive trasmissioni del dato "posizione" o predisponendo un secondo pacco batterie (peso 200 g.).

Importante risulta anche la componente meteorologica del sistema, che permette di seguire costantemente parametri fondamentali quali pressione, temperatura, direzione e intensità del vento, intensità della pioggia e umidità per molteplici stazioni remote, e addirittura di calcolare automaticamente utili statistiche di queste rilevazioni.

Le postazioni remote sono costituite da una stazione meteorologica dotata di una uscita dati seriale, da un TNC e da una radio. I dati provenienti dalla stazione meteo vengono immagazzinati nella memoria del TNC e successivamente trasmessi all'intera rete in forma esadecimale.

Sulla cartografia al simbolo delle singole stazioni meteo viene associato un vettore che rappresenta la direzione e la velocità del vento oltre alla sintesi delle altre grandezze misurate. In caso di eventi allarmanti (vento forte, derivata della pressione molto negativa o eccessiva pioggia) il simbolo della singola stazione meteo viene evidenziato in rosso in modo da attirare l'attenzione dell'operatore sulla zona interessata e favorire eventuali tempestive azioni di fronteggiamento.



Il sistema S.Lo.T. è in grado di eliminare la complessità e le limitazioni di una rete in cui tutte le stazioni devono essere permanentemente connesse: l'utilizzo di una particolare modalità di comunicazione detta di "non connessione", prevista dall' AX25, permette ad un numero virtualmente infinito di stazioni di scambiarsi dati proprio come farebbero gli operatori di una rete in fonia; ogni stazione che ha qualcosa da comunicare semplicemente lo fa, mentre tutte le altre stazioni presenti nel raggio di copertura memorizzano le informazioni ricevute per un'elaborazione successiva da parte degli operatori preposti.

Queste informazioni vengono quindi visualizzate sullo schermo delle postazioni presso le quali è installato il software S.Lo.T. sopra menzionato. La rappresentazione avviene in tempo reale: al modificarsi delle proprietà di un oggetto, ad esempio la posizione di un veicolo, segue tempestivamente l'aggiornamento sul video.

Ad un primo livello, sui monitor appariranno le icone delle stazioni appartenenti alla rete, posizionate su uno sfondo costituito da una mappa, opportunamente georeferenziata, dell'area oggetto di indagine. Ciascuna icona può avere un aspetto diverso secondo la tipologia di oggetto rappresentato (es.: autoscala VVF, ambulanza, auto Polizia, stazione meteo, ecc.) e ad essa può essere associato un vettore che ne individua immediatamente le caratteristiche principali (es.: velocità e direzione dello spostamento per un mezzo mobile, intensità e direzione del vento per una stazione meteo).

Selezionando una singola icona si accede ad un livello più dettagliato ottenendo così informazioni più specifiche su una singola stazione. Per ognuna è possibile visualizzare l'ora di trasmissione dell'ultimo dato (in modo da poter verificare l'attendibilità temporale dell'informazione), la velocità, la quota, la distanza percorsa dall'ultima sosta e quella totale.

Tutte le informazioni sono rese disponibili in uguale maniera a tutti i partecipanti, pertanto è possibile creare più punti di fruizione semplicemente dotando nuove postazioni dell'hardware e del software richiesto, senza modifiche da apportare alla rete già esistente.

Diventa così estremamente veloce l'attivazione di postazioni rese ad esempio necessarie in caso di emergenza, quale un campo base da cui vengono coordinate operazioni di ricerca e soccorso.

Per quest'ultimo tipo di operazioni è già predisposta una griglia di ricerca da sovrapporre alla cartografia di base in modo da poter gestire le varie squadre (terrestri, aeree o navali) in settori diversi del territorio consentendo anche di visualizzare il percorso effettuato da ogni unità (ciò anche al fine di evitare che una stessa zona venga controllata più volte).

Se la copertura dei segnali radio ovviamente dipende da fattori orografici, dalle gamme utilizzate (di solito VHF o UHF) e dalle potenze impiegate, è possibile ovviare a problemi di portata semplicemente installando in altura apposite stazioni ripetitrici "digitali", operanti in isofrequenza, che permettono di unire più maglie locali/regionali o coprire aree marginali. In questo modo è possibile scegliere a priori (in base a un codice assegnato alle singole stazioni) l'area in cui vogliamo diffondere i dati. Questo tipo di filtro permette di avere un numero anche elevatissimo di stazioni attive in quanto solo una parte, ad esempio i mezzi di una colonna mobile, viene interconnessa al resto della rete.

Nel caso si renda necessaria l'estensione della copertura a zone molto lontane (ad esempio seguendo una colonna mobile durante una missione all'estero) è possibile interfacciare il sistema alla rete satellitare AMSAT tramite la quale i dati vengono ripetuti alle stazioni a terra e da qui via internet ad un server centrale accessibile mediante una normale connessione dati.

Molti dei satelliti radioamatoriali in orbita contengono infatti computer in grado di gestire le principali funzioni packet tra cui la gestione di funzioni BBS tramite il protocollo AX 25 modificato; è così possibile raccogliere dati (tra cui quelli di posizione) dalle zone non coperte da infrastrutture terrestri per essere poi ritrasmessi in luoghi dotati di stazioni a terra in grado di ricevere e smistare i dati (rete BBS o Gateway APRS).

Quest'ultimo sistema non assicura però una copertura continua in quanto i satelliti non sono in orbita geostazionaria ed i loro passaggi sono abbastanza veloci; si riesce comunque ad assicurare una trasmissione del dato ogni 2/3 ore.

Un'altra funzione supportata dal sistema è quella dell'invio di brevi messaggi di testo con la stessa tipologia degli SMS della rete cellulare.

Si rende così possibile l'invio di brevi comunicazioni alle squadre come ad esempio l'indirizzo e la tipologia di un intervento.

Il sistema prevede anche la verifica dell'invio dello stesso in modo da ripetere la trasmissione del messaggio fino a quando non riceve la conferma dell'avvenuta lettura da parte del destinatario.

Nel caso in cui uno dei computer fissi sia collegato ad un server di posta elettronica è possibile inoltrare automaticamente i messaggi via e-mail all'indirizzo specificato nella prima riga del messaggio : ad esempio

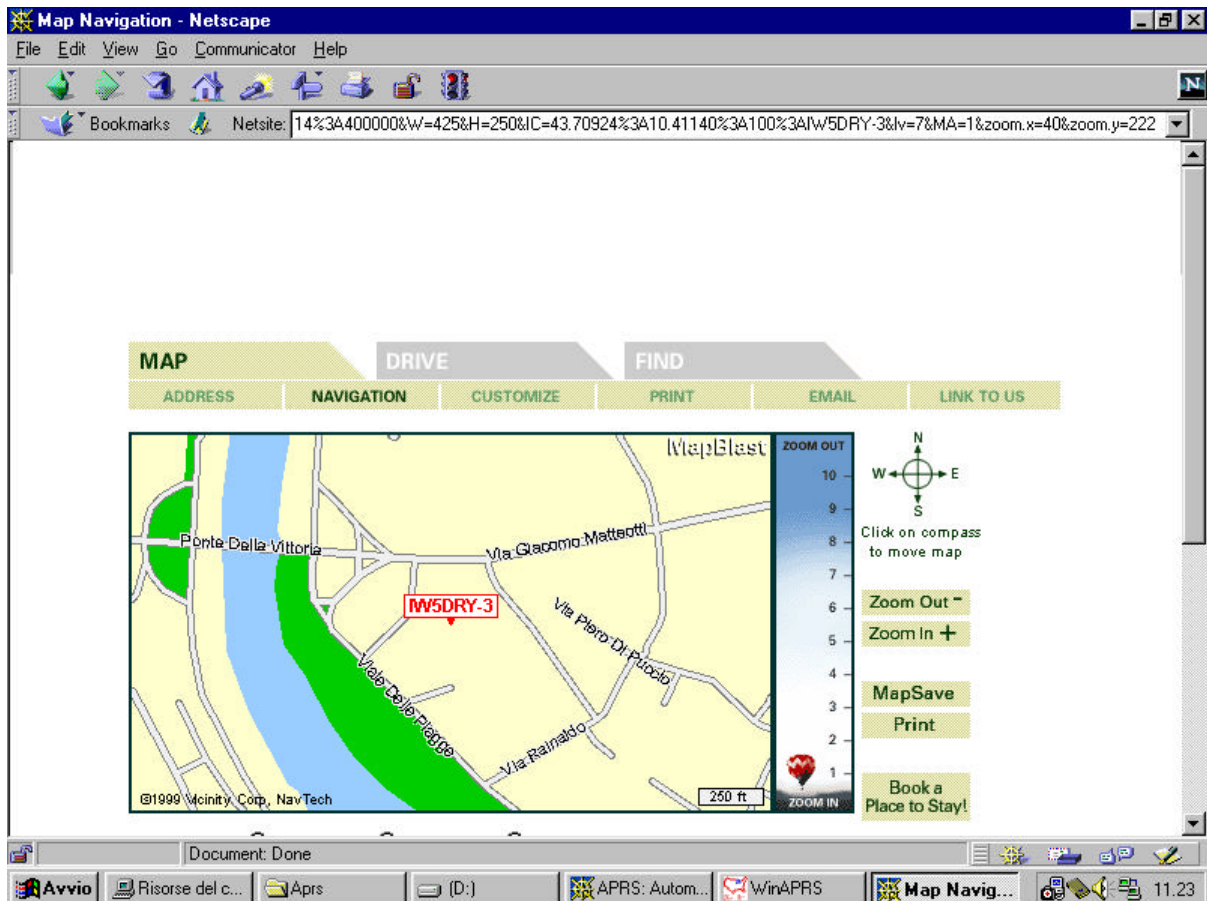
EMAIL [iz5axt@amsat.org](mailto:iz5axt@amsat.org)

messaggio di prova

Infine, un'altra interessante peculiarità del sistema S.Lo.T. è quella di poter sfruttare reti locali o addirittura Internet per lo scambio o la semplice visualizzazione delle informazioni.

E' infatti possibile attivare una delle stazioni dotate di radio e tnc e collegata ad una rete per trasmissione dati come server. In questo modo un qualsiasi computer collegato alla medesima rete (internet o intranet) può acquisire i dati delle stazioni che in quel momento stanno operando.

Questo oltre a diminuire i costi per la divulgazione del dato permette anche di poter interconnettere due aree di copertura del servizio non contigue e controllare da qualsiasi computer collegato ad internet la situazione dei mezzi



Esempi di apparecchiature necessarie per alcune stazioni tipo:

a) mezzo mobile:

- ricevitore GPS
- modem Packet-radio TNC
- ricetrasmittitore VHF o UHF

b) stazione meteo remota:

- stazione meteo interfacciabile con PC
- modem Packet-radio TNC
- ricetrasmittitore VHF o UHF

c) postazione analisi dati fissa/mobile:

- ricetrasmittitore VHF o UHF
- modem Packet-radio TNC
- PC 486 o superiore (consigliato Pentium)
- Sistema operativo Windows 3.1, 95, 98, 2000 o NT (consigliato 95 o superiore)



## **RINGRAZIAMENTI**

La ricerca è stata resa possibile dal prezioso aiuto

della Prefettura di Pisa, in particolare del Dot. Enrico Ricci e del Dot. Giuseppe Maninchedda;

del Comando Provinciale Vigili del Fuoco di Pisa, in particolare del Capo Squadra Stefano Bianchini e del Vigile Maurizio Pasquinelli;

di Alessandro Sbrana della Sezione A.R.I. di Pisa.

A tutti va il più sentito ringraziamento per una collaborazione sempre intelligente e piena di entusiasmo, ingrediente fondamentale per ogni avventura di ricerca.