

2008

**Applicazioni di sistemi di
comunicazione Wi-Fi
al monitoraggio delle deformazioni del
suolo: le reti GPS delle isole Eolie**

Massimo Rossi, Daniele Pellegrino,
Mario Pulvirenti e Mario Mattia

n.65

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata 605 - 00143 Roma

tel 06518601 • fax 065041181

www.ingv.it



Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano (coordinatore)

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it

Applicazioni di sistemi di comunicazione Wi-Fi al monitoraggio delle deformazioni del suolo: le reti GPS delle isole Eolie

Massimo Rossi, Daniele Pellegrino, Mario Pulvirenti e Mario Mattia

Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania

Indice

	Introduzione	
1	Generalita' sulle reti "wireless"	5
2	Definizione dello standard operativo	10
3	La prima rete Wi-Fi INGV CT: l'emergenza Stromboli 2002-2003	11
4	La rete Wi-Fi dell' isola di Vulcano	13
5	Ultime implementazioni tecniche sulla rete di Vulcano	15
6	Sviluppi futuri	18
	Bibliografia	19

Introduzione

L'evoluzione dei sistemi di monitoraggio delle deformazioni del suolo permette oggi una risoluzione temporale assai superiore a quella possibile solo pochi anni fa. In particolare, la rete GPS finalizzata al monitoraggio dell'attività dei complessi vulcanici eoliani (Vulcano e Stromboli) e dell'Etna fin dal 2002 viene effettuata per mezzo di appositi algoritmi di elaborazione che permettono misure di coordinate tridimensionali ad intervalli che vanno da 1 a 20 Hz. Questo ha comportato un drastico ripensamento anche delle tecniche di trasmissione dei dati dalle stazioni remote verso il centro di elaborazione dati (master station). In questo lavoro vengono presentati i risultati e le applicazioni di tecniche di trasmissione dei dati basate sulla tecnologia nota commercialmente come Wi-Fi e vengono proposti schemi applicativi esportabili anche ad altri sistemi di monitoraggio come quello sismico, geochimico e video.

1. Generalità sulle reti “wireless” (Wikipedia)

La rapida evoluzione della tecnologia di trasmissione "via etere" ha dato un nuovo impulso allo sviluppo dei sistemi wireless (senza fili), dettato anche dai diversi vantaggi che essi possono avere rispetto alle reti cablate: flessibilità nel posizionamento delle stazioni, facilità di installazione e riconfigurazione, possibilità di avere stazioni mobili.

Si cerca, quindi, di sviluppare sistemi con prestazioni analoghe alle reti wired (cablate) e con i vantaggi delle wireless, cercando di risolvere i problemi di efficienza, sicurezza e robustezza della trasmissione, che l'assenza del "filo" inevitabilmente porta.

Le reti wireless possono essere classificate in base alla copertura geografica ed alla tecnologia su cui sono basate.

a) In base all'ambiente

Le reti wireless possono operare in quattro distinti ambienti: in-building, ambiente di campus, MAN (metropolitan area networks), WAN (wide area networks).

b) In base alla tecnologia

La scelta della tecnologia per la realizzazione di una rete wireless è ovviamente strettamente legata alla topologia ed alla tipologia della rete stessa.

Attualmente le tecnologie wireless sono: powerline, ottica, radiofrequenze, microonde, cellulare e satellitare.

Tecnologia powerline. La tecnologia "powerline" fa uso dei comuni fili della corrente all'interno di un edificio per trasmettere il segnale. In assenza di interruzioni (ad esempio trasformatori) nella rete elettrica, è possibile stabilire un link di comunicazione tra chiamante e ricevente mediante onde convogliate.

Tecnologia ottica. La tecnologia “ottica” utilizza le lunghezze d'onda nell'infrarosso per trasmettere l'informazione. In una wireless LAN a raggi infrarossi (IR), ogni stazione è equipaggiata con un transceiver dotato per la trasmissione di un LED (Light Emitting Diode) che emette luce a raggi infrarossi e, per la ricezione, di un fotodiode, operanti alla medesima lunghezza d'onda.

Tecnologia delle radio frequenze. L'utilizzo delle “radiofrequenze” è ostacolato dal fatto che la complessità dei radio-transceiver cresce con il crescere della frequenza di trasmissione, ed il costo è, in generale, più elevato del corrispettivo IR, anche se può essere in parte abbattuto sfruttando la componentistica ad alta diffusione (ad esempio la telefonia cellulare). Uno dei vantaggi di questa tecnologia risiede nella possibilità di coprire aree estese, che superano i limiti di un singolo ambiente. Con una trasmissione a bassa potenza (<1W) si possono coprire distanze di circa 1 Km all'aperto e 50-100 m al chiuso, a seconda del numero di pareti da attraversare. Un ulteriore vantaggio della trasmissione RF consiste nella possibilità di permettere la compresenza di più network isolate, mediante la variazione della frequenza della portante trasmissiva.

La scelta delle frequenze e della modalità di trasmissione è strettamente legata alle esigenze di progetto e alla regolamentazione presente nei diversi Paesi.

Nel 1985 il Federal Communication Committee (FCC) assegnò tre bande di frequenza, nel campo delle microonde, alle trasmissioni senza licenza con potenza massima di 1 W. Queste bande, 902 - 928 MHz, 2400 - 2483 MHz e 5725 - 5850 MHz, erano precedentemente disponibili per applicazioni Industriali, Scientifiche e Mediche, da ciò il nome bande ISM (figura 2.2). Dal 1985, avendo a disposizione le bande ISM, alcuni costruttori di prodotti di networking iniziarono a progettare dei dispositivi per wireless LAN operanti a tali

frequenze. Essendo bande piuttosto strette e, non necessitando di licenza, aperte a chiunque volesse utilizzarle (con il solo vincolo della potenza massima di 1 W), si arrivò ben presto ad un livello di interferenza inammissibile e ciò portò ITCC a imporre l'utilizzo della tecnica di modulazione Spread Spectrum (SS) per la trasmissione in banda ISM.

La tecnica di modulazione Spread Spectrum è nata alla fine della Seconda Guerra Mondiale per scopi militari: serviva per prevenire l'interferenza durante il controllo di armi telecomandate. Consiste nel distribuire l'energia di un segnale a banda limitata su di una banda molto più ampia al fine di abbassarne notevolmente la densità spettrale di energia. L'idea è quella di ottenere un segnale con un livello energetico al di sotto di quello del rumore ambientale, che, come è noto, è costante e a banda pressoché illimitata, per renderlo non intercettabile. In ambito civile lo scopo è quello di minimizzare le interferenze che inevitabilmente si hanno tra più segnali che condividono la stessa banda.

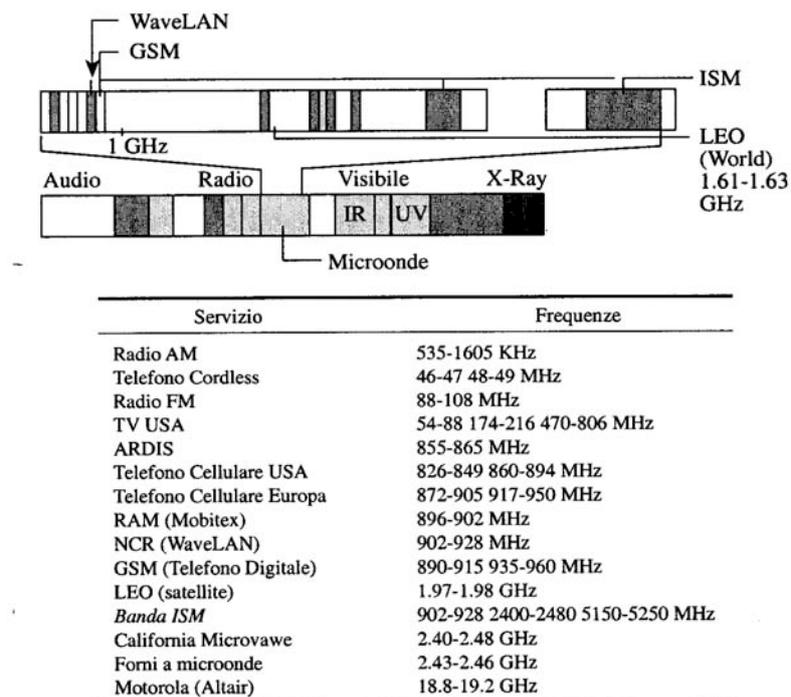


Figura 1 Utilizzo dello spettro elettromagnetico per le telecomunicazioni.

Esistono due tecniche per ottenere un segnale Spread Spectrum da uno a banda limitata: Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), e Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS).

1) DSSS: il segnale trasmesso è modulato con una sequenza pseudo-casuale binaria (chipping sequence, figura 2.). Per trasmettere un 1 si invia la sequenza di chipping positiva, per trasmettere uno zero la sequenza negativa. La velocità relativa tra frequenza pseudo-casuale e trasmissione (cioè la lunghezza della sequenza di chipping) è, nel caso commerciale, compresa tra 10 e 100, mentre in quello militare tra 1000 e 10000. Il ricevitore per ricostruire l'informazione esegue l'EXOR tra segnale e sequenza pseudo-casuale: se sono in fase, il risultato è il segnale trasmesso.

Mediante tale tecnica si trasmette ancora con una singola portante a frequenza fissa, come nelle trasmissioni tradizionali, ma, grazie alla sequenza di cipher e allo schema di modulazione usato, la potenza del segnale si distribuisce su uno spettro più ampio.

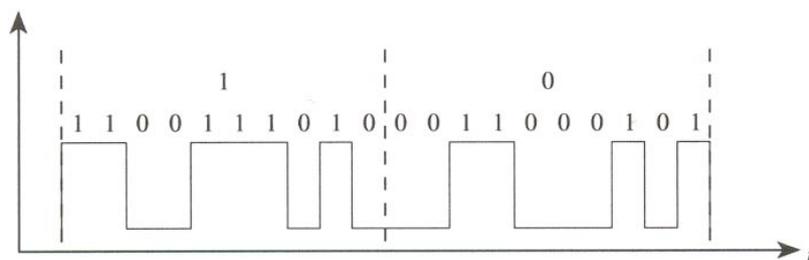


Figura 2 Esempio di trasmissione DSSS.

2) FHSS: tutta la banda disponibile è divisa in un insieme di canali di uguale larghezza. La trasmissione avviene per un certo periodo di tempo (dwell time) su un canale poi passa su un altro seguendo una precisa sequenza (hopping sequence). Tale sequenza può essere predeterminata o trasmessa anch'essa insieme ai dati, comunque deve essere tale da garantire un uguale uso di tutti i canali di trasmissione.

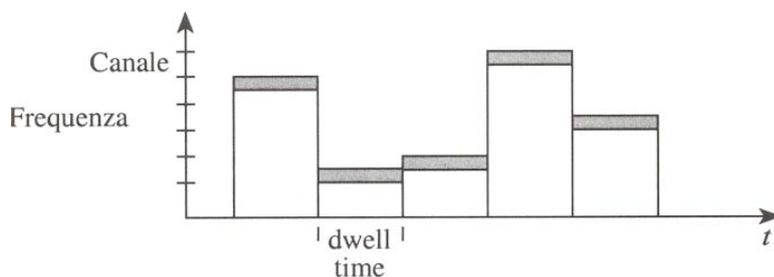


Figura 3 Esempio di trasmissione FHSS.

Quando il dwell time è minore del tempo di bit si parla di fast-frequency hopping, mentre quando il dwell time è (molto) maggiore del tempo di bit si parla di slow-frequency hopping. I sistemi basati sul primo tipo sono più costosi e ad alto consumo ma, dal momento che ogni bit viene trasmesso su molti canali, offrono il vantaggio di una maggiore tolleranza alla distorsione selettiva in frequenza. Lo slow-frequency hopping, invece, permette una maggiore facilità nel sincronismo dell'hop.

La scelta della banda in cui operare dipende dalle esigenze di lavoro. In tabella 2.1 è riportato un confronto fra le caratteristiche delle bande ISM. Attualmente la più utilizzata ed affollata è la seconda (2.4-2.483 GHz), che presenta vantaggi di ampiezza, di universalità (è utilizzabile senza licenza in tutto il mondo) e di costo (la componentistica può in parte sfruttare la tecnologia al silicio, di basso costo).

	I	II	III
Frequenze	902-928	2.4-2.4835	5.725-5.850
Larghezza di banda	26 MHz	83.5 MHz	125 MHz
Necessità di licenza FCC	No	No	No
Utilizzabilità	USA/Canada	Ovunque	USA/Canada
Costo tecnologia	Basso (Si)	Basso/medio (Si, GAAs)	Alto (GaAs)
Dimensione canali FH	0.5 MHz	1 MHz	1MHz
Numero canali F11 (USA)	Elevato	Basso	Quasi nullo
Sorgenti di interferenza (USA)	Utilizzatori primari- molte LAN-molti non-Spread Spectrum	Utilizzatori primari poche LAN- pochi non-SS- forni a microonde	Utilizzatori primari pochissime LAN pochissimi non-SS
Sorgenti di interferenza	Telefoni cellulari		Alcuni radar

Tecnologia delle microonde. Alcuni costruttori hanno realizzato dei dispositivi per wireless LAN operanti in bande a loro licenziate. Uno dei più importanti è Motorola, che ha introdotto il sistema Altair, una rete Ethernet a “microonde” operante a 10 Mb/s.

Tecnologia cellulare. Dal momento che le frequenze trasmissive sono una risorsa limitata, è meglio riutilizzarle il più possibile. È questa la filosofia che sta alla base della tecnologia “cellulare”. In pratica si fa in modo che aree geografiche adiacenti (celle) usino insieme di frequenze disgiunti. Le celle non adiacenti possono quindi riutilizzare le stesse frequenze senza interferenza. Quando ci si sposta (roaming) da una cella ad un'altra, automaticamente, in modo trasparente, viene garantito il passaggio all'insieme di frequenze della nuova cella (funzione di handover). Vi possono essere sistemi di trasmissione cellulare dedicati alla trasmissione dati oppure condivisi con la telefonia.

Tecnologia satellitare. Le caratteristiche principali delle trasmissioni mediante “satellite” sono l'estensione della copertura geografica ed il funzionamento intrinsecamente broadcast. I satelliti sono classificati in tre grosse categorie: geosincroni (GEO), Medium Earth Orbit (MEO), e Low Earth Orbit (LEO).

Tipo di WLAN	Velocità	Estensione	Vantaggi	Svantaggi
Powerline	da 1.2 a 38,4 Kb/s	da 5 m ad alcuni Km	Economicità	Elevato rumore nella trasmissione
Infrarossi	da 230 Kb/s a 16 Mb/s	da 30 m a 200 m	-Flessibilità di installazione -riconfigurazione e manutenzione -Tecnologia consolidata e sicura -Velocità al pari delle reti cablate -Immunità alla interferenze EMI -Assenza di licenza FCC -Buona mobilità	-In alcune implementazioni è indispensabile il perfetto allineamento delle stazioni -LAN confinate in un unico volume -Problemi di interferenza con luce ambientale forte -Difficile compresenza di network isolate
Radio frequenza	2 Mb/s	da 250 m a 3 Km	-Flessibilità di installazione, -riconfigurazione manutenzione -Penetrazione dei muri portanti -Assenza di licenza FCC -Possibilità di compresenza di network isolate	-Suscettibilità alle interferenze EMI -Velocità ridotta rispetto alla e LAN cablate -Esposizione utenti a radiazioni elettromagnetiche -Scarsa mobilità
Microonde	10 Mb/s	80 m	-Flessibilità di installazione, -riconfigurazione manutenzione -Velocità al pari delle reti cablate -Immunità alla interferenze EMI	-Propagazione del segnale limitata -Esposizione utenti a radiazioni elettromagnetiche -Licenza FCC
Cellulare	fino a 19.2 Kb/s	Rete cellulare	-Uso della rete cellulare telefonica preesistente -Tecnologia ad alta diffusione	-Possibili interferenze in radiofrequenza -Ritardi elevati

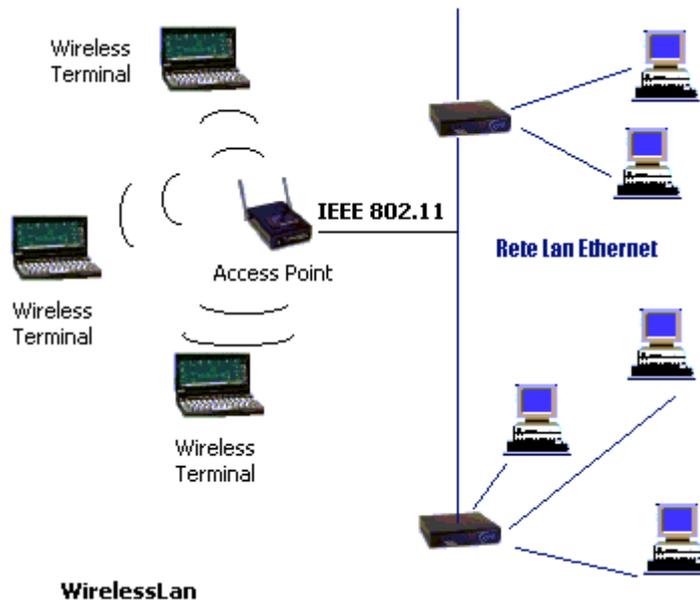
Satellitare		Migliaia di Km	-Trasmissione broadcast -Ampia copertura del territorio	-Costi iniziali elevati -Ritardo di trasmissione -Sensibile all'attenuazione del segnale dalla banda Ku in su.
-------------	--	----------------	--	--

Tabella 1 WLAN - Analisi comparata.

2. Definizione dello standard operativo

Il Wi-Fi è una tecnologia via radio (frequenze intorno ai 2,45 GHz) che è basata sugli standard IEEE 802.11. Nel 1997 è nato il primo standard di riferimento l'IEEE 802.11 (Institute of Electrical and Electronics Engineers) che conteneva le specifiche per la creazione di una rete LAN Wireless.

IEEE 802.11 è uno standard che definisce un insieme di specifiche per la realizzazione di Wireless LAN (WLAN). Una rete locale con cavi (wired) (Lan IEEE 802.3) è fissa, non è mobile né si può trasportare e necessita di un cablaggio. Utilizzando dispositivi wireless, come citato nel precedente paragrafo, questi ostacoli possono essere superati. Una wireless local area network, WLAN, è un sistema di comunicazione flessibile e implementabile nella sua estensione, o alternativo, ad una rete fissa (Wired Lan).



Una rete wireless può essere un'estensione di una normale rete cablata, supportando tramite un access point, la connessione a dispositivi mobili e a dispositivi fissi. In generale le architetture per sistemi wireless sono basate su due tipologie di dispositivi:

- Access Point (Ap)
- Wireless Terminal (WT) o client

Gli access point sono ponti che collegano la sottorete wireless (gruppo di indirizzi IP riservati al Wi-Fi) con quella cablata, mentre i wireless terminal sono dei dispositivi che usufruiscono dei servizi di rete.

Gli Access Point possono essere implementati in hardware (esistono dei dispositivi dedicati) che in software appoggiandosi per esempio ad un pc o notebook, dotato sia dell'interfaccia wireless sia di una scheda ethernet.

I Wireless Terminal possono essere qualsiasi tipo di dispositivo come per esempio notebook, palmari, cellulari, o apparecchiature che interfacciano standard IEEE 802.11, o sistemi su tecnologia Bluetooth.

3. La prima rete Wi-Fi INGV CT: l'emergenza Stromboli 2002-2003

Nel dicembre 2002, dopo l'inizio dell'attività effusiva dello Stromboli, una grossa frana avvenuta nell'area della cosiddetta "Sciara del Fuoco" indusse la formazione di onde di tsunami che colpirono, per fortuna senza troppi danni, le coste della Sicilia settentrionale e della Calabria meridionale. Il persistere del rischio di frane nella Sciara del Fuoco convinse le autorità di Protezione Civile che era necessario installare una rete di monitoraggio GPS in grado di valutare in tempo reale e ad alta frequenza di campionamento del dato, le eventuali deformazioni in corso nella restante parte della Sciara, non ancora interessate da fenomeni di frana, ma potenzialmente ad alto rischio. L'idea che fu sviluppata allora fu quella di un sistema di trasmissione misto, basato sull'uso di radio in banda UHF presso le stazioni remote e di un ponte di concentramento dei segnali in area sommatatale che potesse rilanciare un flusso TCP/IP verso la stazione master dell'Osservatorio di San Vincenzo, dove i dati venivano elaborati per mezzo del software Crnet (Puglisi et al., 2005). L'hardware usato in quella occasione era costituito da: 3 radio SATEL mod 3AXS connesse a tre ricevitori LEICA mod. 530 tramite uscita seriale dove veniva convogliato il flusso di dati grezzi in formato proprietario LEICA con frequenza di campionamento di 1 Hz. La radio SATEL era collegata ad una antenna direttiva rivolta verso il ponte radio-wireless dislocato nell'area del Pizzo sopra la Fossa dove esiste visibilità ottica con l'Osservatorio di San Vincenzo (Stromboli). Naturalmente al ponte del Pizzo sopra la Fossa erano alloggiate altre tre radio SATEL 3AXS collegate a dei client convertitori seriale-ethernet/PCMCIA Lantronix MSS-VIA equipaggiati con una scheda PCMCIA AVAYA con antenna esterna. In questo caso il vantaggio di una conversione diretta da RS232 (porta seriale standard) a wireless in un unico apparato offriva ridotti consumi ed un minor numero di componenti.

RETE GPS SCIARADAT : SCHEMA DI FUNZIONAMENTO

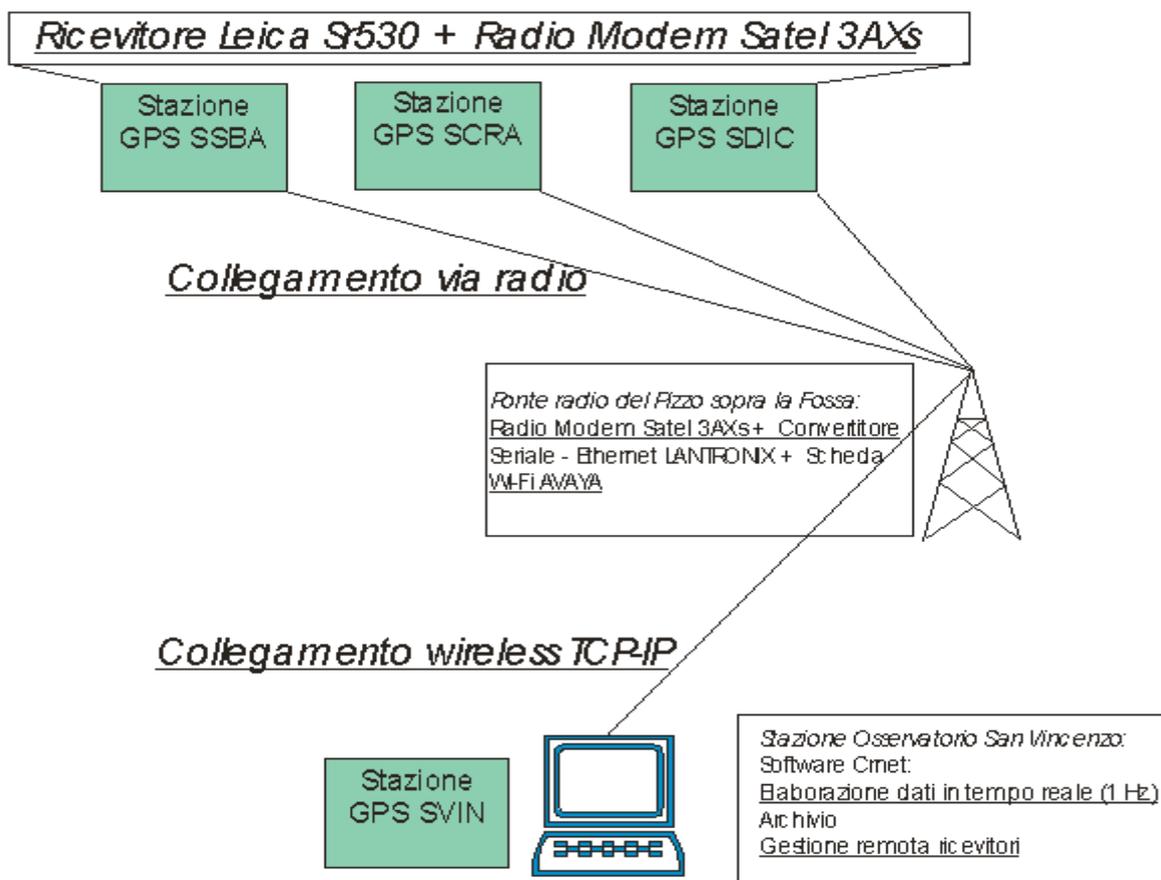


Figura 4 Schema della rete di trasmissione dati installata a Stromboli nel febbraio 2003.



Figura 5 Il ponte radio UHF-WiFi del “Pizzo sopra la Fossa”.
In basso particolare che evidenzia la vista ottica con l’area abitata di Stromboli

4. La rete Wi-Fi dell'isola di Vulcano

Nel 2004, viste le positive esperienze effettuate sull'isola di Stromboli, fu deciso di installare anche per la rete GPS di Vulcano un sistema Wi-Fi per la trasmissione dei dati. Fino a quel momento le trasmissioni avvenivano attraverso la rete telefonica cellulare. La tecnologia GSM, e i suoi costi, non permettevano né l'acquisizione di sessioni di 24h né l'acquisizione ed elaborazione in real-time.

La posizione dell'osservatorio di Lipari nei confronti dell'isola di Vulcano e la stessa conformazione dell'Isola di Vulcano offrivano condizioni ottimali di visibilità: in particolare dall'osservatorio sono direttamente visibili le stazioni di VVLC Vulcanello, VCSP, Campo Sportivo, IVCR Cratere, IVLT Lentia, IVUG Capo Grillo. L'unica stazione non direttamente visibile era VGPL Grotta Palazzi, dove, la particolare orografia rendeva impossibile la comunicazione diretta anche tramite frequenze più basse come la banda dei 400 Mhz.

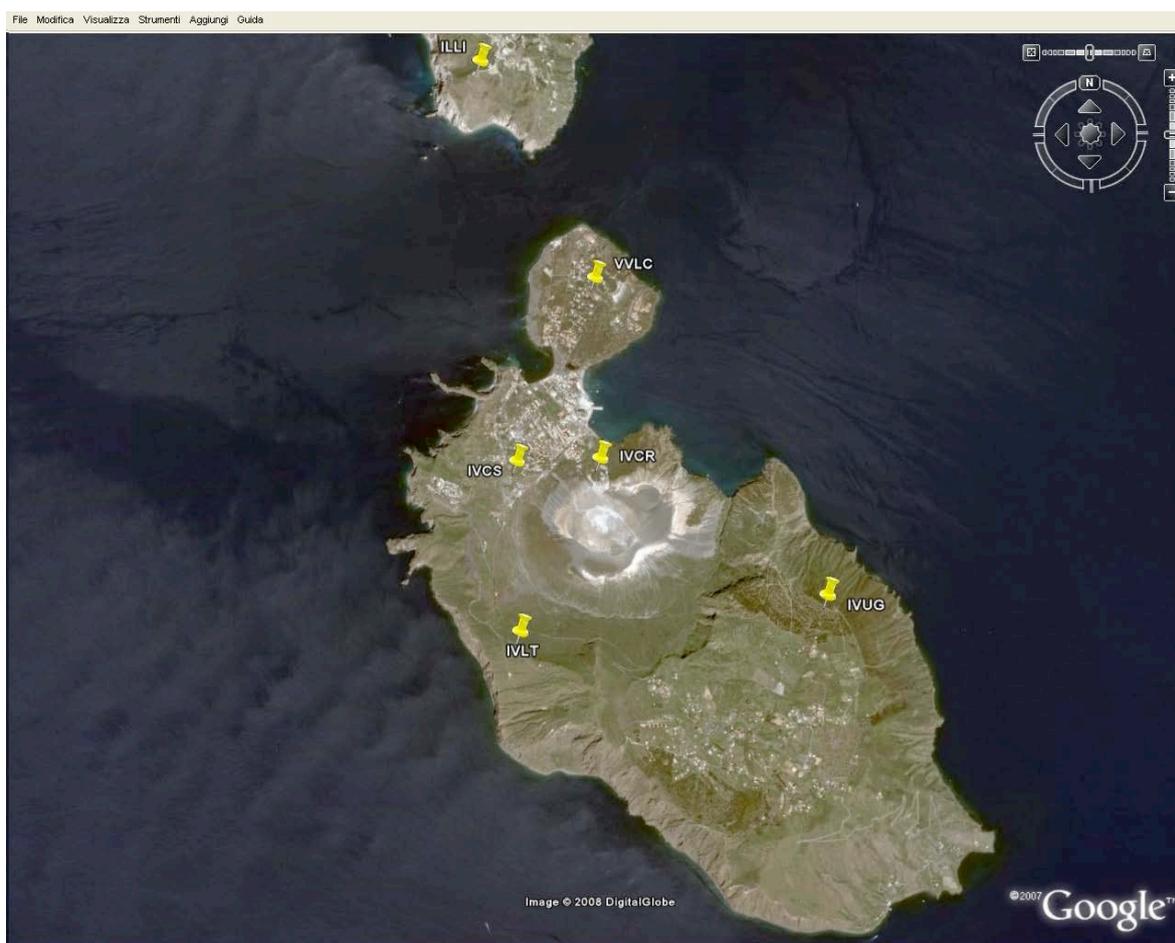


Figura 6 La rete GPS di Lipari – Vulcano.

Per la stazione master di Lipari fu scelto un access-point Alvarion modello Breezenet DS-11 (Alvarion 2005), con antenna integrata, tale soluzione, sebbene più costosa rispetto alla scelta adottata a Stromboli di un access-point tradizionale all'interno di una scatola stagna, sembrava offrire doti di resistenza ed affidabilità sicuramente superiori. L'antenna integrata aveva un guadagno di 20db ed una copertura di 20°, all'interno dei quali rientravano tutte le stazioni ed il cono vulcanico.

Come client fu confermata la scelta di Stromboli, convertitori seriale-ethernet/PCMCIA Lantronix MSS-VIA (Lantronix 2004) equipaggiati con una scheda PCMCIA Orinoco Gold con antenna esterna. In un primo periodo, a causa di una indisponibilità di convertitori seriale-ethernet, la stazione di VCSP (con contratto ENEL) fu equipaggiata con un personal computer dotato di scheda di rete wireless



Figura 7 Stazione tipo con ricevitore GPS e convertitore rs232-Wi-Fi.

5. Ultime implementazioni tecniche sulla rete di Vulcano

Nel 2007 la rete è stata incrementata con tre stazioni integrate GPS-simiche sull'isola di Vulcano, una delle quali sul corpo vulcanico, e due nell'area calderica esterna. Le tre stazioni sono state costruite secondo il progetto Vault-Net (Cantarero, 2005) e fornite di alimentazione a pannelli solari.



Figura 8 La stazione di Punta Grillo (IVUG). Sullo sfondo, la punta meridionale di Lipari dove si trova l'Osservatorio INGV.

In un primo periodo di sperimentazione del sistema, per contenere i consumi è stato preferito installare, insieme al gruppo di Sismologia INGV CT, dei convertitori rs232-WiFi modello NPort W2250 della Moxa (Moxa 2004). La presenza di due porte seriali avrebbe permesso la trasmissione contemporanea in tempo reale dei segnali GPS e sismico. In un secondo tempo dopo un breve periodo, visto che i consumi della stazione sono abbastanza moderati, e che sia la stazione sismica che il ricevitore GPS sono dotati di porta ethernet, è stato scelto di cambiare i convertitori con degli access-point Wi-Fi AWK-1100 (Moxa 2005) della Moxa configurati in modalità client, questo upgrade della connessione tra il client Wi-Fi e la stazione ha permesso di poter accedere a tutti i parametri della stazione sismica ed una migliore gestione del ricevitore GPS.

Nel primo periodo di test delle nuove stazioni con il vecchio access point Alvarion, si sono verificate alcune perdite dei dati, soprattutto con le due stazioni poste agli estremi Est e Ovest dell'isola. Una delle cause della cattiva comunicazione è stata dovuta al ridotto angolo di copertura radio dell'antenna integrata nell'access-point. Per migliorare la comunicazione è stato scelto di sostituire l'access-point con un Proxim Ap-4000 (Proxim 2005) dotato di antenna esterna, e di una antenna Proxim Ant30x8 che offre 18db di guadagno ed una copertura di 30° in orizzontale e 8° in verticale. La combinazione del nuovo AP e della nuova antenna copre perfettamente tutta l'isola di Vulcano.

Nella fig. 9 è mostrata la pagina del menù dell'access-point sopra menzionato in cui sono visualizzati tutti i terminali wireless (WT) collegati. È possibile scorgere diverse informazioni tra cui merita

un'attenzione particolare la penultima colonna partendo da sinistra (SNR). Questa esprime il rapporto tra il livello del segnale ed il livello di rumore del link in esame. Il numero in esame è un numero puro essendo il rapporto tra due potenze e come è facilmente intuibile più alto è più il link "è sicuro" a tal proposito si nota come tale misura per il sistema presentato è compreso tra 7 e 14.

The screenshot shows the 'Monitoring Station Statistics' page in Mozilla Firefox. The browser address bar shows the URL `http://10.201.3.163/mon/stationstat.html`. The page features a navigation menu on the left with buttons for Status, Configure, Monitor, Commands, Help, Exit, and Reboot. The main content area has tabs for Version, ICMP, IP ARP Table, Learn Table, IAPP, RADIUS, Interfaces, Station Statistics (selected), and Mesh. Below the tabs, there is a legend explaining the data fields: MAC Address, IP Address, Interface, Type, Protocol, SNR, and TSLF. A checkbox for 'Enable Monitoring Station Statistics' is checked. Below this, a table lists four stations with their respective MAC, IP, Interface, Type, Protocol, SNR, and TSLF values. A 'Select' button is located below the table. At the bottom of the table area, it states 'Number of stations and WDS links : 4'. The browser's search bar at the bottom contains the text 'Trova: luna'.

MAC Address	IP Address	Interface	Type	Protocol	SNR	TSLF
00:0E:8E:0F:31:40	10.201.3.154	CARD B	STA	802.11b	11	00:00:00:00
00:0E:8E:0F:32:AC	10.201.3.152	CARD B	STA	802.11b	7	00:00:00:00
00:0E:8E:0F:36:CB	172.2.9.6	CARD B	STA	802.11b	14	00:00:00:00
00:80:A3:30:EF:27	10.201.3.156	CARD B	STA	802.11b	10	00:00:00:05

Figura 9 Pagina degli WT collegati al Proxim AP4000.

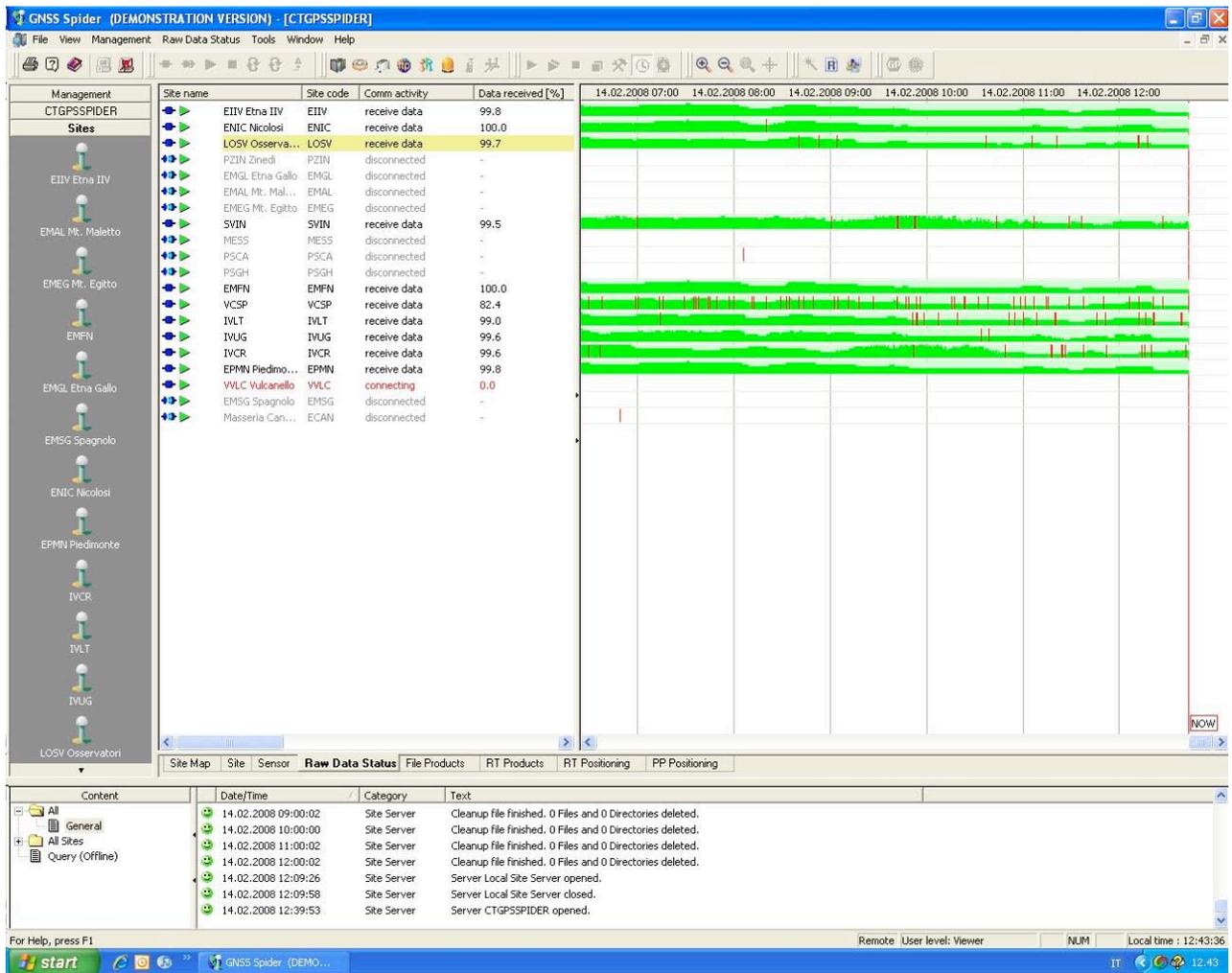


Figura 10 Grafico di funzionamento delle stazioni GPS.



Figura 11 La stazione di Lentia (IVLT).

6. Sviluppi futuri

L'AP Proxim, scelto per sostituire l'Alvarion offre alcune caratteristiche che lo rendono particolarmente interessante, esso, oltre alla radio sui 2.4 Ghz in standard 802.11b e 802.11g, offre anche un'altra radio sui 5.4 Ghz in standard 802.11a, inoltre ha dei protocolli mesh che permettono la creazione di una rete magliata autonfigurante. Le reti Wireless Mesh sono una nuova architettura di rete in grado di estendere la copertura e la capacità delle reti Wireless LAN tradizionali superando la necessità di collegare a una rete cablata ogni singolo access point. A differenza di questi ultimi, i mesh router sono in grado di interconnettersi grazie a collegamenti wireless basati su tecnologie a basso costo come WiFi o Hiperlan e, in un vicino futuro, anche con WiMax. Solo alcuni dei mesh router sono connessi anche alla rete cablata mediante collegamenti a banda larga

Le nuove possibilità offerte dall'AP 4000 permetteranno in futuro di poter installare a Lipari un ulteriore access-point che affiancherà il principale e si potrà prendere carico del suo traffico nel caso si guasti. Inoltre nell'isola di Vulcano si potranno installare degli access-point con la funzione di ripetitori per poter meglio coprire le aree di interesse senza essere costretti ad utilizzare nei clienti delle antenne direttive ad alto guadagno.

La funzionalità mesh renderà tutte le operazioni di creazione della maglia e di configurazione dei percorsi di backup totalmente automatiche.

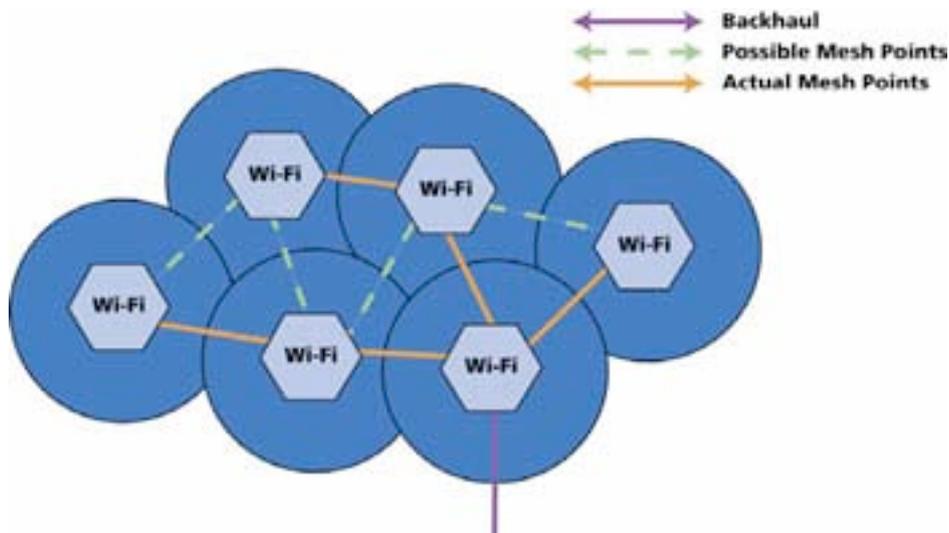


Figura 12 Esempio di rete mesh.

Bibliografia

Puglisi, G., A. Bonaccorso, M. Mattia, M. Aloisi, A. Bonforte, O. Campisi, M. Cantarero, G. Falzone, B. Puglisi, and M. Rossi (2005), New integrated geodetic monitoring system at Stromboli volcano (Italy), *Engineering Geology*, 79, 13-31.

Alvarion Ltd. BreezeNET DS.11 Series User Manual, January 2005 P/N: 213993

Proxim Wireless Corporation (2005) ORiNOCO AP-4000 Series Access Points User Guide, P/N 71124 August 2005

Lantronix Inc. (2004) MSS User Guide P/N 900-328 Rev. A 1/104

Moxa Networking Co. Ltd. (2005) Moxa AirWorks AWK-1100 User Manual, First Edition July 2005

Moxa Networking Co. Ltd. (2004) Nport W2250/2150 User's Manual, First Edition November 2004

WIKIPEDIA: <http://en.wikipedia.org/wiki/Telecommunication>

WIKIPEDIA: <http://en.wikipedia.org/wiki/802.11>