

RAPPORTI TECNICI INGV

La rete a microonde per la
trasmissione dati dell'INGV – OE
Sezione di Catania



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

423

INGV LIPARI OSSERVATORIO

Direttore Responsabile

Valeria DE PAOLA

Editorial Board

Luigi CUCCI - Editor in Chief (luigi.cucci@ingv.it)
Raffaele AZZARO (raffaele.azzaro@ingv.it)
Christian BIGNAMI (christian.bignami@ingv.it)
Mario CASTELLANO (mario.castellano@ingv.it)
Viviana CASTELLI (viviana.castelli@ingv.it)
Rosa Anna CORSARO (rosanna.corsaro@ingv.it)
Domenico DI MAURO (domenico.dimauro@ingv.it)
Mauro DI VITO (mauro.divito@ingv.it)
Marcello LIOTTA (marcello.liotta@ingv.it)
Mario MATTIA (mario.mattia@ingv.it)
Milena MORETTI (milena.moretti@ingv.it)
Nicola PAGLIUCA (nicola.pagliuca@ingv.it)
Umberto SCIACCA (umberto.sciacca@ingv.it)
Alessandro SETTIMI (alessandro.settimi1@istruzione.it)
Andrea TERTULLIANI (andrea.tertulliani@ingv.it)

Redazione

Francesca DI STEFANO - Coordinatore
Rossella CELI
Barbara ANGIONI
Massimiliano CASCONI
Patrizia PANTANI
Tel. +39 06 51860068
redazione@ingv.it

REGISTRAZIONE AL TRIBUNALE DI ROMA N.174 | 2014, 23 LUGLIO

© 2014 INGV Istituto Nazionale
di Geofisica e Vulcanologia
Rappresentante legale: Carlo DOGLIONI
Sede: Via di Vigna Murata, 605 | Roma



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

RAPPORTI TECNICI INGV

La rete a microonde per la trasmissione dati
dell'INGV – OE Sezione di Catania

*INGV – OE Sezione di Catania microwave data
transmission network*

Sergio Di Prima, Massimo Rossi

INGV | Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Catania - Osservatorio Etneo

Accettato 21 aprile 2020 | Accepted 21 April 2020

Come citare | How to cite Di Prima S., Rossi M., (2020). La rete a microonde per la trasmissione dati dell'INGV – OE Sezione di Catania.
Rapp. Tec. INGV, 423: 1-22.

In copertina Mappa della rete radio | Cover Network Map

423

INDICE

Riassunto	7
<i>Abstract</i>	7
Introduzione	7
1. Caratteristiche principali	8
2. Articolazione della nuova rete radio	8
2.1 Siti di installazione	9
2.2 Topologia ed apparati radio	10
2.3 Segnali disponibili presso i singoli siti	11
3. Software di monitor e management	11
4. Apparati utilizzati e frequenze di esercizio	12
5. Protocolli di rete: PDH, SDH e SuperPDH	12
5.1 PDH (1960)	12
5.2 SDH (1988)	13
5.3 SuperPDH	14
6. Descrizione degli apparati in ponte radio	14
6.1 Indoor unit	14
6.2 Antenne outdoor unit (odu)	16
7. Installazione fisica	17
8. Conclusioni	18
Bibliografia	18
Sitografia	18

Riassunto

L'Osservatorio Etneo, sede catanese dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, ha tra i suoi compiti primari la sorveglianza sismica e vulcanica dei vulcani siciliani e delle zone sismiche della Sicilia orientale. Per sopperire a questi obblighi ha la necessità di trasferire con modalità sicure una variegata moltitudine di dati che spaziano dalle immagini provenienti dalle telecamere termiche ai dati provenienti dalle stazioni GNSS. Alcuni tipi di dati, come quelli provenienti dalla rete sismica permanente, hanno inoltre la necessità di essere trasferiti molto rapidamente per poter implementare sistemi di allerta rapida (ad es. "early warning sismico"). Per tal motivo nell'ambito del progetto infrastrutturale "Vulcamed" è stata progettata e realizzata una rete di trasmissione dati a microonde che spazia dalla Sicilia sudorientale sino alle isole Eolie e Palermo interessando cinque province della regione Siciliana (CT, ME SR, EN, PA). Tale rete utilizza sistemi radio professionali operanti in banda licenziata che garantiscono elevati standard operativi ed avanzate funzioni di management.

Abstract

The Etneo Observatory, the Catania headquarters of the National Institute of Geophysics and Volcanology, has among its primary tasks the seismic and volcanic surveillance of Sicilian volcanoes and seismic areas of eastern Sicily. In order to meet these obligations, it needs to transfer in a safe manner a variegated multitude of data ranging from images coming from thermal cameras to data from GNSS stations. Some types of data, such as those from permanent seismic network, also need to be transferred very quickly in order to implement rapid alert systems (e.g., "seismic early warning"). For this reason, as part of the "Vulcamed" infrastructure project, a microwave data transmission network was designed and built that ranges from south-eastern Sicily to the Aeolian islands and Palermo involve five Sicilians provinces (CT, ME SR, EN, PA). This network uses professional radio systems operating in licensed band that guarantee high operating standards and advanced management functions.

Introduzione

La dorsale a microonde ad alta velocità ha la primaria funzione di trasportare i dati acquisiti dalle stazioni dislocate sul territorio per le esigenze dell'INGV - Osservatorio Etneo sez. di Catania, e per fornire connettività alle reti della Protezione Civile della Regione Siciliana. Il sistema realizzato ha il compito di provvedere al trasporto delle comunicazioni e delle informazioni generate e/o gestite da altri sistemi di radiocomunicazioni sia dell'INGV-OE, sia, previa autorizzazione e stipula di apposita convenzione, della Regione Siciliana e di altri soggetti istituzionali che concorrono al sistema di emergenza attraverso interventi sul territorio. La dorsale nasce all'interno del progetto infrastrutturale "Vulcamed" al fine di migliorare ed implementare in maniera significativa i sistemi esistenti, è stata da noi progettata e poi, con l'ausilio di personale esperto in comunicazioni a microonde, è stata bandita una gara che prevedeva la realizzazione dell'intera struttura.

La scelta di potenziare il sistema di comunicazione mediante ponti radio a microonde su frequenza licenziata scaturisce dalle molteplici fattori: l'esperienza fatta con le reti Hiperlan mostrava la scarsa affidabilità degli apparati e la mancanza di risorse radio in alcune tratte, d'altro canto la trasmissione radio appariva l'unico mezzo in grado di offrire basse latenze e la necessaria robustezza in caso di eventi calamitosi rispetto a sistemi come reti cellulari, satellitari o terrestri gestite da provider commerciali.

Seguendo il principio che prevede di favorire l'espandibilità e l'interoperabilità, si è previsto di utilizzare standard aperti, e, a tale scopo, la rete di trasporto si basa sul protocollo TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) ed ha inoltre la possibilità di trasmettere anche canali dati di tipo E1. Il telecontrollo è basato su standard SNMP (Simple Network Management Protocol) e sono presenti interfacce standard RS232 ed USB per il collegamento delle stazioni remote. La prima e più immediata applicazione della dorsale a microonde, è quella di consentire il trasporto delle informazioni provenienti dal sistema di rilevamento dati territoriale installate in Sicilia e dirette verso le sedi dell'INGV. L'azione di progetto specifica ha previsto il potenziamento del sistema di telecomunicazioni prevalentemente in Sicilia orientale, laddove è presente la maggiore densità e capillarità di stazioni dell'INGV - OE. Tuttavia la rete si estende fino alla sede di Palermo, consentendo la raccolta dei dati lungo la dorsale.

1. Caratteristiche principali

La dorsale radio ha lo scopo di trasportare verso il centro di controllo principale, C.U.A.D. Centro Unificato Acquisizione Dati di Catania, e verso una postazione di controllo secondaria sita presso la sede INGV di Palermo, segnali di tipo digitale (sia dati che voce opportunamente digitalizzata), provenienti dai singoli nodi. La rete trasporta flussi dati bidirezionali fino a 100 Mbps, con una latenza non superiore a 3 ms, che potranno successivamente essere portati a 200 e più Mbps. Ogni ponte della dorsale è dotato di interfacce verso l'esterno per permettere il trasferimento dei dati raccolti dalle reti di distribuzione terminale, per tale funzione all'interno del ponte radio sono dedicate alcune porte ed interfacce.

In particolare presso ogni sito sono derivati:

- Flussi dati Fast Ethernet (100 Mbps), da utilizzare per i servizi di VoIP (telefonia su IP), Hiperlan II (distribuzione wireless di collegamenti dati), collegamento di postazioni di controllo remoto alla sede principale, telecontrollo del territorio; gli accessi locali alla rete di distribuzione terminale e soprattutto alla rete radio di dorsale, saranno regolati e opportunamente protetti da specifici apparati (*switch* e *firewall*) direttamente supervisionati dal centro di controllo principale.
- Canali numerici (interfacce E1 a 2Mbps), per i servizi voce tradizionali, da utilizzarsi per il collegamento di utenze analogiche mediante futuri collegamenti a *multiplexer*, al momento non attivi.
- Interfacce standard per acquisizione dati secondo gli standard RS232 e USB.

Pertanto le reti di distribuzione terminale, realizzate presso i singoli siti [Mattia et al. 2011], fanno confluire i dati provenienti dalle stazioni remote all'interno del flusso trasportato dalla dorsale.

Significativa è la caratteristica fondamentale del sistema ovvero l'espandibilità. Tale caratteristica va intesa sia come capacità di collegare un numero crescente di siti remoti; sia come ampliamento delle capacità di trasporto di dati delle singole tratte; sia infine come capacità di implementare funzioni di sicurezza mediante cammini multipli e ridondanze interne ai singoli apparati.

2. Articolazione della rete radio

Indichiamo una mappatura dei siti ove sono stati implementati i sistemi radio di raccolta e trasporto dati, alcuni già utilizzati da una preesistente rete Hiperlan [Rossi et al., 2008], illustrando le caratteristiche principali della rete e la tipologia dei segnali che essa trasporta.

Gli apparati radio operano nella banda di frequenze dei 7 e 13 GHz, utilizzando per ciascuna tratta la frequenza assegnata in licenza dal Ministero per lo Sviluppo Economico; essi sono costituiti da una unità interna (IDU) e da una unità esterna (ODU) singola o doppia in funzione della configurazione semplice o ridondante. La rete radio è articolata nei seguenti sottosistemi:

1. Centro di controllo presso il CUAD di Catania controllato da remoto, tramite connessione WAN in fibra ottica, presso la sede INGV di Catania.
2. Siti ospitanti i ponti radio.
3. Tratte a microonde.
4. Sistemi per la gestione di trasmissione dati, della sicurezza delle comunicazioni, della protezione di accesso, dell'interfacciamento con reti esterne.

2.1 Siti di installazione

I siti sono stati scelti in base alle esigenze di raccolta dei dati dalle stazioni dislocate sul territorio, limitando al massimo siti che non fossero già nella disponibilità dell'Istituto.

Di seguito si riporta la tabella dei siti che costituiscono l'articolazione della rete e la tabella relativa alla lunghezza dei radiocollegamenti.

N.	Postazione	Lat Nord	Lon Est	Quota m. slm
1	Monte Lauro	37° 06'45,12"	14°49'10,77"	987
2	Brucoli	37°17'09,04"	15°09'18,74"	126
3	INGV CUAD (Centro Unificato Acquisizione Dati) CT	37°30'49,37"	15°02'36,87"	150
4	INGV Catania Piazza Roma	37°30'48,98"	15°04'55,52"	42
5	INAF Città universitaria Catania	37°31'44,02"	15°04'17,99"	202
6	Monte Pomiciaro	37°42'39,01"	15°03'51,59"	1500
7	Monte Veneretta	37°52'10,90"	15°15'48,60"	795
8	Funivia Dell'Etna - Etna sud	37°42'02,81"	14°59'56,59"	1919
9	Gioiosa Guardia	38°09'24,20"	14°55'46,23"	912
10	Centuripe	37°37'13,86"	14°44'30,92"	910
11	Antennammare	38°09'33,88"	15°27'54,10"	1122
12	INGV Oss. Gibilmanna	37°59'25,47"	14°01'42,49"	996
13	INGV Nicolosi	37°36'48,77"	15°01'10,44"	710
14	Castel Utveglio	38°38'36,38"	13°21'20,96"	391
15	INGV Palermo	38°38'54,86"	13°18'35,30"	89
16	INGV Oss. Lipari	38°26'44,25"	14°56'53,70"	219

Tabella 1 Postazioni della rete radio.

Table 1 Radio network stations.

N.			Km
1	INGV CUAD Catania	Brucoli	27,1
2	Brucoli	INGV Nicolosi	38,4
3	Centuripe	Brucoli	52,2
4	INGV CUAD Catania	Funivia dell'Etna - Etna sud	21,4
5	INGV CUAD Catania	INAF	3,0
6	INAF	INGV Catania Piazza Roma	2,0
7	Funivia dell'Etna - Etna sud	Monte Lauro	67,4
8	Funivia dell'Etna - Etna sud	INGV Catania	22,3
9	INGV CUAD Catania	Monte Pomiciaro	22,0
10	Monte Pomiciaro	Monte Veneretta	25,0
11	Monte Pomiciaro	Antennammare	63,9
12	Antennammare	Gioiosa Guardia	46,9
13	Gioiosa Guardia	INGV Oss.Lipari	32,5
14	Gioiosa Guardia	INGV Oss. Gibilmanna	81,7
15	INGV Oss. Gibilmanna	Castel Utveggio	61,5
16	Castel Utveggio	Sede INGV Palermo	4,4

Tabella 2 Lunghezza dei radio collegamenti.

Table 2 Radio links length.

2.2 La topologia e gli apparati radio

La rete radio è costituita da siti tra loro collegati con modalità punto-punto.

Figura 1 Mappa della rete radio.

Figure 1 Network Map.



Su ogni tratta è garantita una larghezza di banda tale da consentire almeno il trasporto di trame Ethernet con velocità superiore a 100 Mbps su canali RF di larghezza pari a 28 MHz.

Sotto un profilo logico e funzionale, la rete si origina dai siti di INGV CUAD di Catania e sede INGV di Palermo (nodi terminali).

I nodi che costituiscono la rete radio si suddividono in:

- Terminali, presso i quali sono disponibili canali E1 ed almeno n.4 porte *Fast Ethernet*.
- Di permutazione, presso i quali convergono: flussi E1; flussi *Ethernet*. Presso tali siti possono essere installati vari apparati per consentire l'inserimento o l'estrazione di canali voce (anche su flussi E1) e pacchetti *Ethernet*.

Gli apparati radio hanno le seguenti caratteristiche principali:

- Unità interna, installata all'interno di un armadio rack 19".
- Una o più unità esterne integrate con l'antenna parabolica.
- Varie interfacce (Nx E1, *Fast Ethernet*).
- Completa programmabilità via software mediante sistema centralizzato di supervisione.
- Configurazioni ridondanti 1+1, utilizzando lo stesso canale radio per comunicazioni differenti utilizzando le due polarizzazioni H e V delle antenne a polarizzazione incrociata.

2.3 Segnali disponibili presso i siti

Ogni sito ha disponibili i seguenti canali:

- Canali E1, che verranno utilizzati per i servizi analogici tradizionali e per il collegamento con la rete PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*).
- Uno switch Ethernet 24 porte che può essere utilizzato per:
 - acquisizione dati tramite porte Ethernet e dispositivi ausiliari di interfacce standard o Telefonia su IP (VoIP);
 - videosorveglianza su IP;
 - estensione di reti dati locali (LAN) per l'interconnessione su rete geografica (WAN) di Centrali Operative del Soccorso, Prefetture, Questure, etc.
- N. 3 porte *Fast Ethernet* dedicate alla gestione degli apparati radio.

In considerazione della sensibilità dei dati che potranno essere trattati, della necessaria sicurezza per l'accesso alla rete e della qualità dei servizi forniti (voce, video, etc.), ogni sito è predisposto per essere equipaggiato successivamente con apparecchiature di networking di livello superiore.

3. Software di monitoring e management

Tutti gli apparati del sistema radio di dorsale sono gestiti da un apposito sistema software di supervisione proprietario che consente la realizzazione delle seguenti funzioni:

- La configurazione degli apparati.
- La gestione delle connessioni.
- La sorveglianza ed il riporto degli allarmi.
- L'attuazione di test ed il controllo dei parametri di qualità.

Tutti gli apparati sono dotati di tre interfacce di gestione, che consentono rispettivamente il controllo locale tramite un terminale portatile ed il controllo remoto tramite il sistema di supervisione, su tali porte l'apparato consente la supervisione tramite web, protocollo proprietario e SNMP. È disponibile anche una porta seriale RS232 per la configurazione dei principali parametri.

Tramite web, è possibile procedere ad un rapido controllo di tutte le componenti del sistema ma non è permesso modificare le configurazioni.

Con il protocollo SNMP è possibile interagire con le risorse fisiche e logiche del singolo apparato, esse sono visibili dal sistema di supervisione tramite un modello informativo descritto utilizzando un formalismo ad oggetti (Object Oriented).

All'interno dell'apparato è presente un processo applicativo (ruolo dell'Agent) che controlla direttamente gli oggetti gestiti e che colloquia con l'applicativo presente nel sistema di supervisione proprietario. Il sistema di supervisione è inoltre predisposto all'attuazione di provvedimenti per la protezione dei flussi trasmissivi contro i guasti degli apparati stessi e/o delle portanti, ed è in grado di gestire sui singoli apparati i sistemi di protezione e di reinstradamento automatici che consentono la realizzazione di topologie di rete particolarmente orientate alla salvaguardia della disponibilità dei collegamenti.

Al controllo degli apparati radio viene dedicata una piccola porzione della banda totale disponibile, questo per evitare che l'elevato traffico, o guasti ad alcuni sistemi, possano impedire il management degli apparati radio (management Out Of Band).

4. Apparati utilizzati e frequenze di esercizio

Per quanto riguarda gli apparati la scelta è ricaduta su sistemi in ponte radio punto-punto con unità interna ed amplificatore up/down converter esterno. La ditta aggiudicatrice ha fornito sistemi della famiglia Eclipse, della società AVIAT networks, progettata per rispondere alle richieste di qualità ed affidabilità delle moderne reti di telecomunicazioni utilizzando tecnologie d'avanguardia con un elevato livello di integrazione.

La scelta di apparati costituiti da due parti, una interna ed una esterna è stata presa per ottenere ottime prestazioni ed affidabilità del sistema senza la complessità della gestione di apparati totalmente interni che avrebbe comportato l'utilizzo di guide d'onda.

Viste le distanze delle tratte, l'orografia del territorio e gli altri parametri ambientali si è preferito di utilizzare le bande di frequenza dei 6-7GHz e 13GHz. Compatibilmente con la disponibilità di frequenze, il Ministero dello sviluppo economico ha rilasciato la concessione delle frequenze sulle tratte interessate.

L'utilizzo di apparati Hiperlan operanti sulla banda a 5GHz ISM è stata scartata visto il sovraffollamento di queste frequenze. L'utilizzo di frequenze licenziate garantisce la piena disponibilità della frequenza assegnata.

5. Protocollo di rete: PDH, SDH e SuperPDH

L'architettura della rete di trasmissione dati utilizzata da Aviat per i suoi apparati Eclipse è la Super SDH, questo protocollo, evoluzione dei precedenti PDH e SDH garantisce bassa latenza, trasporto dei flussi TCP, possibilità di cammini ridondanti integrando inoltre all'interno del ponte radio le funzioni di multiplazione ed integrazione dei flussi PDH e TCP/IP.

5.1 PDH (1960)

A Holmdel (New Jersey) all'inizio anni sessanta nacque lo standard statunitense di 24 segnali fonici convertiti prima in digitale con tecniche PCM e poi multiplati insieme con i bit di controllo di trama in modo da formare un unico segnale tributario a 1544 Kb/s denominato DS-1. Qualche anno più tardi la tecnologia permise di mettere insieme più DS-1 in un unico flusso di livello

gerarchico superiore. Poiché tutta la commutazione era analogica, i sistemi di trasmissione utilizzavano, ognuno per conto proprio, un clock al quarzo (per convertire la voce in un flusso digitale che poi riconvertiva all'arrivo in analogico) fu sviluppato il metodo denominato "gerarchia numerica plesiocrona 1" PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*).

Alla fine degli anni sessanta gli europei idearono uno standard simile, con 30 canali telefonici (E0, ciascuno da 64 kbps) più un canale per il controllo della trama e uno per la segnalazione, per un totale di 2048 Kb/s. Questo formato è comunemente chiamato E1.

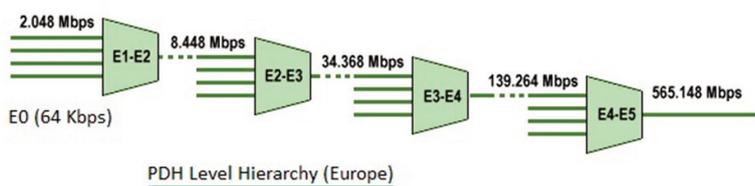


Figura 2 Gerarchie PDH.

Figure 2 PDH hierarchy.

La Plesiochronous Digital Hierarchy o PDH è una tecnologia usata nelle reti di telecomunicazioni per trasportare grosse quantità di dati su un sistema di trasporto digitale come le fibre ottiche e i sistemi radio a microonde. Il termine plesiocrona deriva dal greco plesio, che significa vicino, e chronos, che significa tempo, e si riferisce al fatto che gli elementi delle reti PDH pur lavorando alla stessa frequenza di cifra nominale in realtà non sono sincroni tra loro. Questa terminologia è stata introdotta in seguito alla concezione e allo sviluppo delle tecnologie di trasmissione sincrone (SDH e SONET).

La gerarchia europea è la seguente:

- Quattro E1 da 2048 Kb/s formano un E2 da 8.448 Mb/s
- Quattro E2 da 8.448Mb/s formano un E3 da 34.368 Mb/s
- Quattro E3 da 34.368 formano un E4 da 139.264 Mb/s

Limitazioni:

- Scarsa velocità trasmissiva.
- Per estrarre un flusso a bassa velocità bisogna effettuare una completa moltiplicazione-demoltiplicazione della trama ad alta velocità.
- Scarsa capacità trasmissiva ausiliaria dedicata a funzionalità di *operation administration maintenance and provisionig*.
- Scarsa standardizzazione degli apparati, che impedisce l'interoperabilità di costruttori diversi.

5.2 SDH (1988)

La Synchronous Digital Hierarchy (Gerarchia Digitale Sincrona), comunemente detta anche SDH, è un protocollo di livello fisico usato per la trasmissione telefonica e di dati in reti geografiche su fibra ottica o via cavo elettrico. Il compito dell'SDH è quello di aggregare flussi dati a bit rate diversi e ritrasmetterli tutti insieme su grandi distanze. A differenza del PDH il protocollo SDH si basa sul fatto che tutti gli elementi della rete sono tra loro sincronizzati con lo stesso clock. In combinazione a questo, la definizione di una speciale struttura di trama con l'aggiunta di informazioni di servizio (*overhead*) permette non solo l'estrazione di un singolo traffico tributario senza dover effettuare l'intera demoltiplicazione dell'intero flusso ma anche di trasferire informazioni essenziali per la corretta gestione della rete e per la sua auto-protezione a fronte di guasti o di condizioni anomale o di degrado. La soluzione più tipica per un'architettura SDH

è quella ad anelli con l'impiego di ADM (*Add And Drop Multiplexer*).

Limitazioni:

- Il trasporto di un flusso SDH a 155,52 Mb/s non corrisponde ad una reale capacità utilizzabile ma a 126 Mb/s dovuta alla limitazione dei canali E1 gestibili da un ADM esterno (63 E1).
- Gli apparati SDH devono utilizzare degli ADM esterni per la gestione del traffico e delle capacità. Le interfacce non sono gestibili direttamente sul ponte radio ma tramite l'intermediazione degli ADM. Ciò significa aggiungere costi ed elementi critici nella rete.
- Complessità con i sistemi SDH della traslazione verso il mondo IP degli E1.

5.3 SuperPDH

AVIAT ha creato un prodotto nativo IP che riesce a gestire singolarmente o in modalità mista Ethernet e PDH creando la tipologia di trasmissione SuperPDH, non seguendo il percorso di altri produttori che proponevano gerarchie SDH tipicamente a livello STM-1 (155,52 Mb/s). Con gli apparati AVIAT l'eventuale cross-conneSSIONE del traffico PDH viene effettuata internamente al ponte radio e non sono più necessari apparati esterni di *Add Drop*. Sono state sviluppate a tal proposito due soluzioni integrate nella piattaforma Eclipse una cosiddetta nodale e l'altra terminale. La soluzione nodale si addice a essere utilizzata nelle reti di dorsale. Con questa infatti è possibile adottare tutte le interfacce esistenti sul mercato, gestire più direzioni tramite diverse ODU, gestire tramite le matrici interne il traffico con due bus uno PDH ed un IP, e infine gestire tutte le diverse tipologie di configurazioni ed interfacce.

6. Descrizione degli apparati in ponte radio

Gli apparati utilizzati per la realizzazione dei radiocollegamenti fanno parte della famiglia Eclipse della Aviat. Sono costituiti da un'unità interna INU ed una o più unità esterna ODU. Il collegamento tra INU ed ODU avviene tramite coassiale operante su banda UHF. Le INU sono installate all'interno di un rack da 19" che ospita anche gli altri componenti del sistema, le ODU sono installate in esterno su traliccio o palo.

Il traffico dati viene acquisito dal ponte radio tramite una porta ethernet disponibile su una delle schede GE3 e viene ritrasmesso via radio. Le schede GE3 hanno anche la funzione di switch Ethernet di livello 2 instradano quindi il traffico su una o più direzioni secondo la necessità.

6.1 Indoor unit (INU)

All'interno della INU, sono ospitate diverse schede in funzione della configurazione del sito, le schede sono inserite in uno chassis da 19" che contiene un bus di interconnessione, in una configurazione standard all'interno dello chassis sono installate queste schede:

- Scheda NCC (Node Control Card).
Provvede alla gestione del nodo ed alla conversione dc/dc. Gestisce l'operatività del nodo registra tutti gli eventi e li gestisce. Contiene la configurazione del nodo e i dati delle licenze software contenute in una memoria flash. Accetta l'alimentazione principale a 48Vdc che provvede a convertire per gli usi del nodo.
- Scheda NPC (Node Protection Card).

Garantisce la protezione ridondante dell'unità NCC per molte funzioni del bus interno quali: alimentazione, clock, gestione del traffico.

- Scheda DACGE3 (Digital Access Card).
Gestisce tutta la parte IP del traffico tramite porte *Ethernet* che sono collegate alle unità RAC ed agli utilizzatori esterni.
- Scheda DAC 16 E1.
Permette di interfacciare il mondo tradizionale PDH tramite interfacce E1.
- Scheda FAN (Fan Card).
Provvede a fornire il raffreddamento forzato al nodo.
- Schede RAC 6X (Radio Access Card).
Due o più schede a seconda del tipo di nodo permettono di gestire la parte modem radio. Nella direzione trasmissiva provvedono a convertire il traffico digitale in un segnale IF per la connessione ad una unità RF.



Figura 3 Schema INU in configurazione 3 link ridondati.

Figure 3 INU scheme in configuration with 3 redundant links.

Nelle comunicazioni a microonde le trasmissioni a doppia polarizzazione comprendono la configurazione CCDP (Co-Channel Dual Polarization) con la quale è possibile inviare due segnali sullo stesso canale radio (isofrequenza). Le schede RAC 6X supportano vari tipi di configurazione per aumentare l'affidabilità del singolo link e per aumentare la banda disponibile. Idealmente i due segnali verticale ed orizzontale sono perfettamente ortogonali e non c'è nessuna interferenza fra loro, in tal modo il ricevitore può facilmente ricostruire il segnale originario. Tuttavia nella realtà c'è sempre una interferenza di cross-polarizzazione causata da una eventuale depolarizzazione del segnale causata da eventi atmosferici. La tecnologia XPIC (cross Polarization Interference Cancellation) viene in aiuto per ricostruire il segnale originario. Infatti nel ricevitore è presente un blocco dedicato alla cancellazione dell'interferenza. Dunque con la stessa frequenza è possibile utilizzare la modalità semplice 1+0 senza alcuna ridondanza, oppure la modalità 1+1 in cui una radio è attiva e l'altra rimane dormiente in stand-by sino a quando non si verifica un guasto. Avendo a disposizione una seconda frequenza è possibile implementare la cosiddetta "diversità di frequenza". In questo caso la trasmissione avviene mediante due diverse portanti realizzando la modalità 2+0 con la quale si combinano le capacità trasmissive. Un eventuale disturbo esterno interferente agisce su una sola delle due frequenze corrispondente ad una determinata polarizzazione lasciando l'altra inalterata. Considerando che la banda disponibile è sufficiente a tutti i nostri utilizzi, abbiamo scelto la configurazione 1+1 che ci garantisce il funzionamento nel caso di guasto di una scheda radio modem RAC o di una unità esterna.

Le unità RAC sono collegate direttamente tramite cavo coassiale alle unità RF outdoor ODU e qualora fosse richiesto dalle caratteristiche di tratta supportano la "diversità di spazio" che adotta cioè due diverse antenne riceventi in posizioni differenti. La differenza di percorso T tra cammini multipli è differente per le due antenne, e dunque la risposta in frequenza ha una diversa periodicità nei due casi. Pertanto, anche se un ricevitore subisce una attenuazione selettiva, l'altro ricevitore ne risulta esente.

Figura 4 Polarizzazioni radio.

Figure 4 Radio polarization.

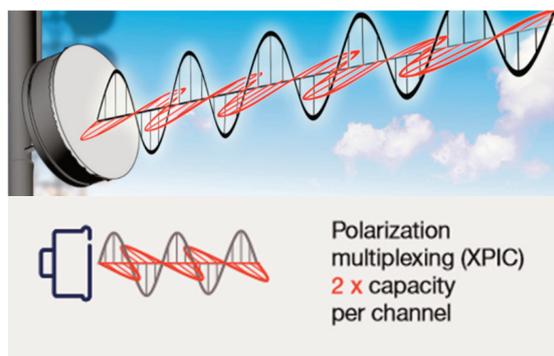


Figura 5 INU.

Figure 5 INU.



6.2 Antenne e outdoor unit (ODU)

All'esterno, installate nei tralicci sono montate le antenne paraboliche, ad ogni antenna sono collegate una o due ODU. Le ODU assolvono alla funzione di trasmettere e ricevere i flussi dati a microonde convertendo il segnale ricevuto dalle IDU in un segnale ad alta frequenza ed amplificandolo secondo la necessità. Esse sono collegate alle INU tramite un singolo cavo coassiale RG213 da cui ricevono l'alimentazione necessaria al loro funzionamento e il flusso dati su una IF (frequenza intermedia) operante in banda UHF intorno ai 300MHz.

Le antenne sono di diametro variabile a seconda della lunghezza della tratta partendo da 60 cm per le tratte brevi fino a 180 cm delle tratte più lunghe compatibilmente con i vincoli imposti dalle condizioni dei singoli siti.

Le ODU sono installate direttamente sulle antenne o tramite un adattatore che permette il montaggio di due ODU sulla stessa antenna con polarizzazione incrociata.

Figura 6 Antenne paraboliche con 2 ODU in polarizzazione incrociata.

Figure 6 Parabolic dish with 2 ODU in cross polarization.



7. Installazione fisica

Gli apparati indoor sono installati in un rack in standard da 19" posto all'interno di uno *shelter* o di un fabbricato, in tutte le installazioni è presente la rete elettrica opportunamente protetta da sovratensioni e scariche atmosferiche tramite fusibili, scaricatori di sovratensione e, in alcuni siti, trasformatori di isolamento galvanico.



Figura 7 Sito di M. Pomiciaro. Schelter e traliccio.

Figure 7 Mt. Pomiciaro site. Schelter and trellis.

All'interno del *rack* sono montati tutti gli apparati necessari al funzionamento del sistema:

- Unità INU Aviat.
Contiene al suo interno tutte le componenti hardware per la trasmissione dei dati.
- Alimentatore 48 Vdc con batteria in tampone.
Fornisce l'alimentazione ai sistemi radio, allo switch 48 Vdc ed a eventuali altri utilizzatori, è collegato ad un banco di 4 batterie 12 Vdc 100Ah che garantiscono una notevole autonomia in caso di mancanza della fornitura di energia elettrica.
- Switch Ethernet 24 porte 230 V.
È collegato agli apparati radio e si interfaccia con i sistemi che trasferiscono i dati attraverso la dorsale.
- Switch Ethernet 8 porte 48 Vdc.
È funzionalmente identico allo switch a 230 V ma il collegamento all'alimentatore 48 Vdc gli permette di funzionare anche in caso di black-out.
- Adattatori USB/Ethernet.
All'esterno, su un traliccio o su analoga struttura sono installate le antenne paraboliche a cui sono collegate una o due ODU.

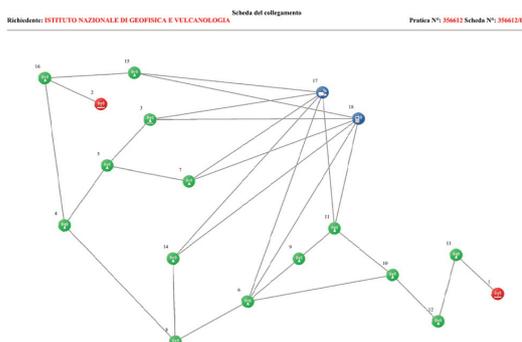


Figura 8a Topologia della rete (estratta dalla concessione ministeriale).

Figure 8a Network Topology (from ministerial assignment).

Figura 8b Legenda della topologia della rete (estratta dalla concessione ministeriale).

Figure 8b Legend of network topology (from ministerial assignment).

Legenda

Icona	Descrizione	Sigla	Ulteriore Descrizione
	Stazione fissa	FX	(fonia+dati) an/dig
	Stazione ripetitrice	FR	(fonia+dati) an/dig
	Stazione fissa ripetitrice	RF	(fonia+dati) an/dig
	Stazione mobile	ML	(fonia+dati) an/dig
	Stazione portatile	PT	(fonia+dati) an/dig

8. Conclusioni

La rete di trasporto qui descritta permette il trasferimento dei dati geofisici provenienti dalle stazioni remote alle sedi dell'Istituto di Catania e Palermo, migliorando in maniera significativa sia la capacità trasmissiva dei collegamenti sino ad ora usati. L'uso di frequenze ottenute in concessione dal MISE è un rilevante passo in avanti rispetto all'utilizzo di frequenze in banda libera garantendo la piena disponibilità delle frequenze utilizzate. È in studio la possibilità di usare la dorsale come backup di alcune collegamenti GARR e viceversa implementando nuove tecnologie di routing ad alta affidabilità.

Allo stato attuale tramite essa transitano i dati generati da un considerevole numero di stazioni: sismiche, GNSS, telecamere e geochimiche. L'area maggiormente coperta dalle reti di raccolta e quella Etna, sono in fase di realizzazione le reti di acquisizione dei dati provenienti dalle stazioni collocate nella Sicilia sud orientale e di quelle dell'area nord orientale.

Bibliografia

- Rossi M., Pellegrino D., Pulvirenti M. e Mattia M., (2008). *Applicazioni di sistemi di comunicazione Wi-Fi al monitoraggio delle deformazioni del suolo: le reti GPS delle isole Eolie*. Rapporti Tecnici INGV, n.65, pp. 21.
- Mattia M., Pellegrino D., Pulvirenti M. e Rossi M., (2011). *Applicazioni di sistemi di comunicazione wireless a 5GHz per il monitoraggio multiparametrico dell'Etna*. Rapporti Tecnici INGV, n.207, pp. 38.
- Aviat, (2013). *Eclipse User Manual REV.040 For SW 07.03.40*.

Sitografia

- TCP/IP https://it.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol
- TCP/IP <https://tools.ietf.org/html/rfc793>
- SNMP https://it.wikipedia.org/wiki/Simple_Network_Management_Protocol
- SNMP <https://tools.ietf.org/html/rfc3410>
- PDH https://it.wikipedia.org/wiki/Plesiochronous_Digital_Hierarchy
- PDH <https://www.itu.int/rec/T-REC-G.705/en>

QUADERNI di GEOFISICA

ISSN 1590-2595

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/quaderni-di-geofisica.html/>

I QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) accolgono lavori, sia in italiano che in inglese, che diano particolare risalto alla pubblicazione di dati, misure, osservazioni e loro elaborazioni anche preliminari che necessitano di rapida diffusione nella comunità scientifica nazionale ed internazionale. Per questo scopo la pubblicazione on-line è particolarmente utile e fornisce accesso immediato a tutti i possibili utenti. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi. I QUADERNI DI GEOFISICA sono presenti in "Emerging Sources Citation Index" di Clarivate Analytics, e in "Open Access Journals" di Scopus.

QUADERNI DI GEOFISICA (QUAD. GEOFIS.) welcome contributions, in Italian and/or in English, with special emphasis on preliminary elaborations of data, measures, and observations that need rapid and widespread diffusion in the scientific community. The on-line publication is particularly useful for this purpose, and a multidisciplinary Editorial Board with an accurate peer-review process provides the quality standard for the publication of the manuscripts. QUADERNI DI GEOFISICA are present in "Emerging Sources Citation Index" of Clarivate Analytics, and in "Open Access Journals" of Scopus.

RAPPORTI TECNICI INGV

ISSN 2039-7941

<http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/rapporti-tecnici-ingv.html/>

I RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) pubblicano contributi, sia in italiano che in inglese, di tipo tecnologico come manuali, software, applicazioni ed innovazioni di strumentazioni, tecniche di raccolta dati di rilevante interesse tecnico-scientifico. I RAPPORTI TECNICI INGV sono pubblicati esclusivamente on-line per garantire agli autori rapidità di diffusione e agli utenti accesso immediato ai dati pubblicati. Un Editorial Board multidisciplinare ed un accurato processo di peer-review garantiscono i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi.

RAPPORTI TECNICI INGV (RAPP. TEC. INGV) publish technological contributions (in Italian and/or in English) such as manuals, software, applications and implementations of instruments, and techniques of data collection. RAPPORTI TECNICI INGV are published online to guarantee celerity of diffusion and a prompt access to published data. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

MISCELLANEA INGV

ISSN 2039-6651

http://istituto.ingv.it/le-collane-editoriali-ingv/miscellanea-ingv.html

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favorisce la pubblicazione di contributi scientifici riguardanti le attività svolte dall'INGV. In particolare, MISCELLANEA INGV raccoglie reports di progetti scientifici, proceedings di convegni, manuali, monografie di rilevante interesse, raccolte di articoli, ecc. La pubblicazione è esclusivamente on-line, completamente gratuita e garantisce tempi rapidi e grande diffusione sul web. L'Editorial Board INGV, grazie al suo carattere multidisciplinare, assicura i requisiti di qualità per la pubblicazione dei contributi sottomessi.

MISCELLANEA INGV (MISC. INGV) favours the publication of scientific contributions regarding the main activities carried out at INGV. In particular, MISCELLANEA INGV gathers reports of scientific projects, proceedings of meetings, manuals, relevant monographs, collections of articles etc. The journal is published online to guarantee celerity of diffusion on the internet. A multidisciplinary Editorial Board and an accurate peer-review process provide the quality standard for the publication of the contributions.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Francesca DI STEFANO, Rossella CELI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Progetto grafico e impaginazione

Barbara ANGIONI
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

©2020
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Via di Vigna Murata, 605
00143 Roma
t. +39 06518601

www.ingv.it



ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA

INGV LIPARI OSSERVATORIO 