

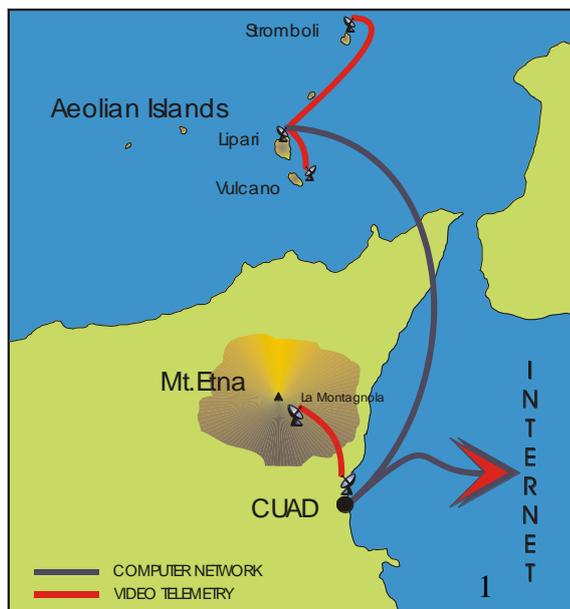
## Monitoraggio video dei vulcani attivi siciliani

E. Pecora, M. Coltelli

### Introduzione

Da Gennaio del 2001 l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.) gestisce le stazioni televisive che filmano l'attività vulcanica dei crateri sommitali dell'Etna, di Stromboli e della Fossa di Vulcano.

I segnali sono inviati in tempo reale al Centro Unificato Acquisizione Dati (CUAD) di Catania (Figura 1) e registrati in continuo con appositi apparati di videoregistrazione. La sorveglianza video dei vulcani siciliani, situati in prossimità di aree densamente popolate, aiuta i vulcanologi a fornire alla Protezione Civile aggiornamenti in tempo reale sull'attività vulcanica in atto.



**Figura 1.** Schema di trasmissione dei segnali televisivi delle Eolie e dell'Etna al CUAD.

Il sistema è composto da telecamere professionali della Sony e della Canon, da trasmettitori e ricevitori professionali a microonde della Sice, da sistemi di controllo remoto implementati mediante PC e software dedicato, da radio-modem e sistemi di videoregistrazione professionali della Sony e della Panasonic.

Scopo del lavoro è dare una visione tecnica globale del primo sistema di telerilevamento video del suo genere in Italia. Di seguito verranno riportati schemi e particolari dettagliati sull'installazione ed il funzionamento dei componenti dell'intero sistema al fine di renderne più semplice la sua visione e la sua comprensione.

E' previsto in un breve futuro un ampliamento ed un potenziamento del sistema attualmente in uso mediante l'installazione di nuove stazioni video dotate anche di telecamere termiche per garantire una maggiore efficienza sia nell'ambito della pura sorveglianza che per lo studio scientifico approfondito dell'attività vulcanica.

Per avvalorare l'efficienza e la versatilità del sistema verrà infine riportato un esempio reale di telerilevamento video dell'attività esplosiva dell'Etna, e precisamente quello relativo al 23/01/99.

Infine, verranno prospettate ulteriori possibilità di analisi delle immagini visibili e termiche per approfondire gli studi sulle fontane di lava.

## 1. La Rete di Telerilevamento Video dell'Etna prima del Luglio 2001

### 1.1. Stazione video in località "La Montagnola"

La stazione televisiva operante sull'Etna ormai da alcuni anni era collocata in un casotto stagno di vetroresina (Figura 2) situato in località "La Montagnola" a 2560 m s.l.m. e a 3 km di distanza dai crateri sommitali. Il casotto racchiudeva al suo interno tutto il sistema di acquisizione delle immagini del vulcano, il sistema per il controllo remoto ed il sistema di trasmissione del segnale video a Catania.

Da una finestra dello schelter una telecamera professionale della Sony (Figura 3) puntava i crateri sommitali dell'Etna filmandoli in continuo, di giorno nella banda della luce visibile, di notte nella banda dell'infrarosso vicino.

Tali immagini (Figura 4) venivano inviate, mediante una parabola ed un trasmettitore a microonde della Sice a 10 GHz, al sito di ricezione del Cuad di Catania, dove, riconvertite in segnale video tramite una parabola ed un ricevitore a microonde sempre della Sice, erano a sua volta inviate, prima ad un GPS Time-Code che provvedeva ad inserire data ed orario e poi ad un distributore video che provvedeva a smistare tale segnale a un monitor della Sony, ad un videoregistratore time-lapse della Panasonic, ad un altro videoregistratore della Panasonic ed infine a un videoregistratore digitale della Sony.

Dal Cuad venivano gestite, mediante pc e radio-modem, l'ottica ed il brandeggio della telecamera assieme a diversi altri attuatori come il lavavetro ed il riscaldamento della finestra e delle antenne dello shelter.

Sempre al Cuad arrivavano anche alcuni dati meteorologici come la temperatura interna allo shelter, la temperatura esterna, l'umidità e la pressione, necessari per gestire in modo ottimale il sistema.



**Figura 2.** Shelter in località "La Montagnola".



**Figura 3.** La telecamera di sorveglianza Sony posta dentro lo shelter.

#### 1.1.1. Il Sito di Trasmissione

La stazione video sita a La Montagnola (Figura 5) era posta dentro uno schelter in fibra delle dimensioni di metri 2x2x2 e comprendeva: la telecamera Sony DXC 3000 IRP dotata di ottica zoom Canon j15x9.5B4 KTS A SX6, un trasmettitore professionale della Sice che operava a 10.660 GHz, una radio Yaesu setta-

ta a 440.025 MHz, un modem Kantronics, un sistema di alimentazione supplementare (UPS) della C.E.G, due trasformatori di isolamento per isolare il sistema in caso di fulminazioni, dc-dc per alimentazioni a 12 e 24 volt, un pc per il controllo della stazione completo di monitor e dotato di scheda di acquisizione della National Instruments, un monitor tv 14" della Philips, una pompa per spruzzare sul vetro dello shelter l'acqua contenuta in un bidone da 20 lt. e riscaldata in un condotto di 1 metro, un attuatore per il riscaldamento del vetro della finestra ed uno per il riscaldamento delle antenne. Il tutto era gestito da un interfaccia proprietaria della West Systems. La trasmissione avveniva con una parabola da 60 cm. della Irte ed un'antenna Yaesu UHF sei elementi poste sul tetto dello shelter.

Tutto il sistema era alimentato dalla linea elettrica messa a disposizione dalla società Sitas che gestisce la funivia dell'Etna. Alla stazione di arrivo di tale funivia era collocato anche un quadro di derivazione ed un trasformatore di isolamento per il controllo di tale alimentazione. In caso di assenza di energia elettrica entrava in funzione il sistema di alimentazione supplementare (UPS) della C.E.G. che era in grado di fornire un'autonomia sufficiente a mantenere il sistema in funzione per 7-8 ore circa. La gestione di tutto il sistema era effettuata da Catania tramite un altro pc, una radio ed un modem utilizzando un software proprietario della West Systems di nome Strix.

Tale programma a causa di piccole imperfezioni ha subito evoluzioni e modifiche apportate dagli ingegneri che lavorano attualmente all'I.N.G.V.

### 1.1.2. Il sito di ricezione video al CUAD

La stazione video ricevente (Figura 6) era posta al CUAD per permettere al personale qualificato di sorveglianza dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di osservare le immagini dell'Etna in tempo reale ed in continuo 24 ore al giorno. Sul tetto di tale edificio

un'antenna parabolica da 120 cm. riceveva il segnale a microonde proveniente da La Montagnola e lo inviava, mediante una guida d'onda di circa 6 metri, ad un ricevitore professionale della Sice, posto sempre sul tetto in un armadio stagno, che lo convertiva in segnale video. L'uscita video del ricevitore era collegata mediante una ventina di metri di cavo video RG 59 da 75 ohm ad un GPS Time-Code, posto nella sala operativa del Centro Acquisizione Dati, che provvedeva ad inserire data ed orario e ad inviarla ad un distributore video. Tale distributore provvedeva a smistare il segnale video alle unità di monitoraggio e registrazione.



**Figura 4.** Immagini dei crateri sommitali dell'Etna ripresi dalla telecamera di sorveglianza posta a "La Montagnola".

La visione del segnale proveniente dalla telecamera o dai videoregistratori veniva effettuata mediante un monitor da 20 pollici della Sony. Il segnale video Pal veniva registrato mediante un videoregistratore time-lapse Panasonic AG 6040. Questa scelta derivava dall'impossibilità di registrare continuamente l'immagine video per lunghi periodi con videoregistratori tradizionali, la cui durata non supera nel migliore dei casi le 3 ore. Il time-lapse, invece, permette di registrare un certo numero di frame per unità di tempo, selezionabili dall'utente, estendendo la durata della videocassetta fino ad un max di 480 ore. Affiancato al time-lapse troviamo altri due vi-

deoregistratori della Sony, uno digitale e l'altro analogico, che servivano alla registrazione in continuo di eventi vulcanici di particolare interesse e che venivano attivati dal personale di sorveglianza H24 presente al CUAD.

Un computer provvedeva alla digitalizzazione ed all'archiviazione delle immagini sul server della sala operativa.

Tali frame venivano inviati ogni 10 secondi alla pagina web del sito intranet ed ogni 30 secondi al web internet dell'INGV della sezione di Catania.

In intranet erano disponibili anche tutti i frame dell'intera giornata.

Il controllo remoto della telecamera posta sull'Etna in località La Montagnola veniva effettuato mediante l'utilizzo di un software dedicato: lo Strix.

Tale programma (Figura 7) consentiva di cambiare le inquadrature memorizzate, variare lo zoom, scegliere il filtro più adatto in funzione della luminosità, attivare il riscaldamento delle antenne e del vetro, controllare la presenza dell'alimentazione elettrica, visualizzare i valori acquisiti dai sensori ambientali e attivare lo spruzzo per la pulizia del vetro.

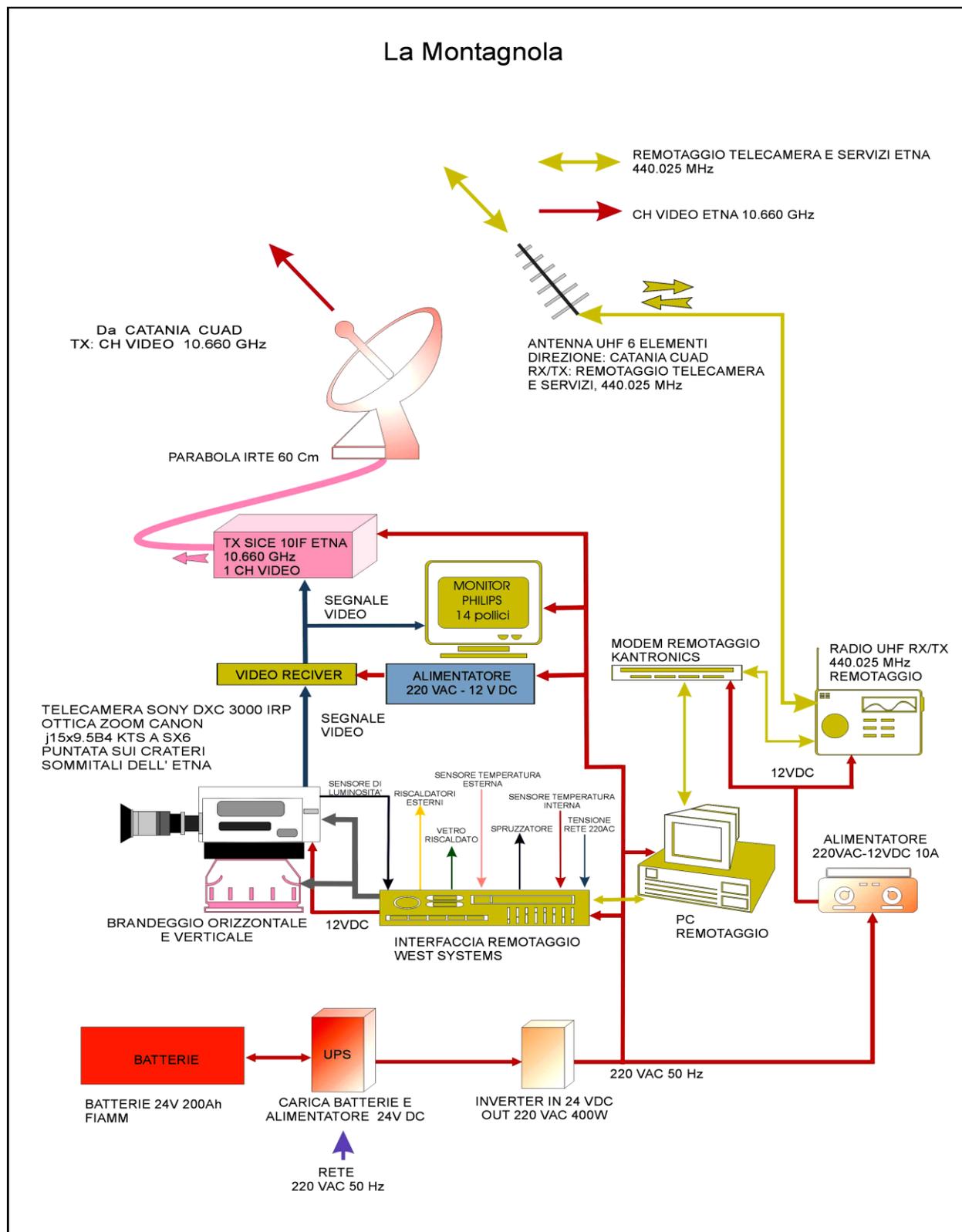


Figura 5. Schema di funzionamento della stazione video in località “La Montagnola”.

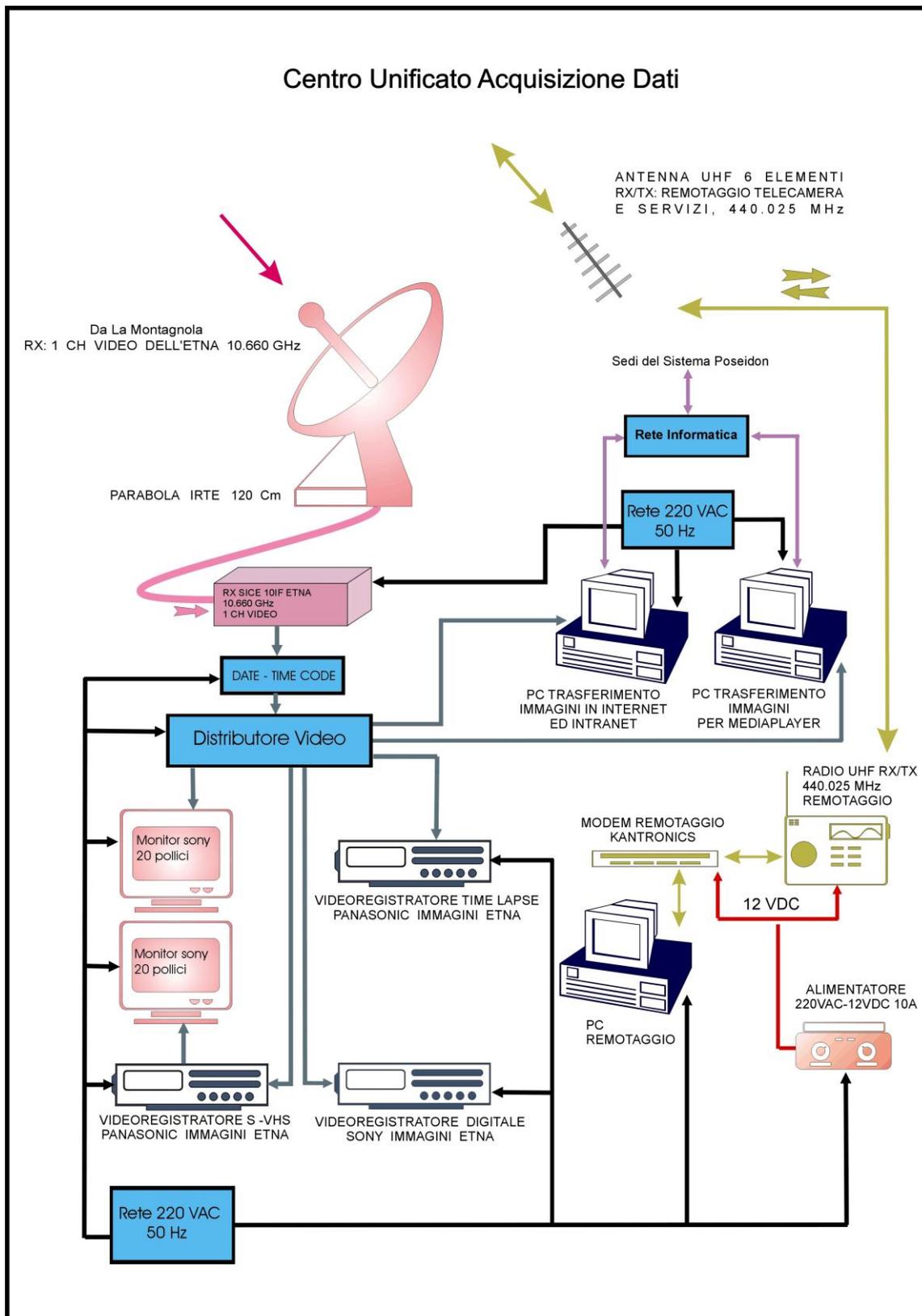


Figura 6. Schema di funzionamento della stazione video in ricezione in località "CUAD".

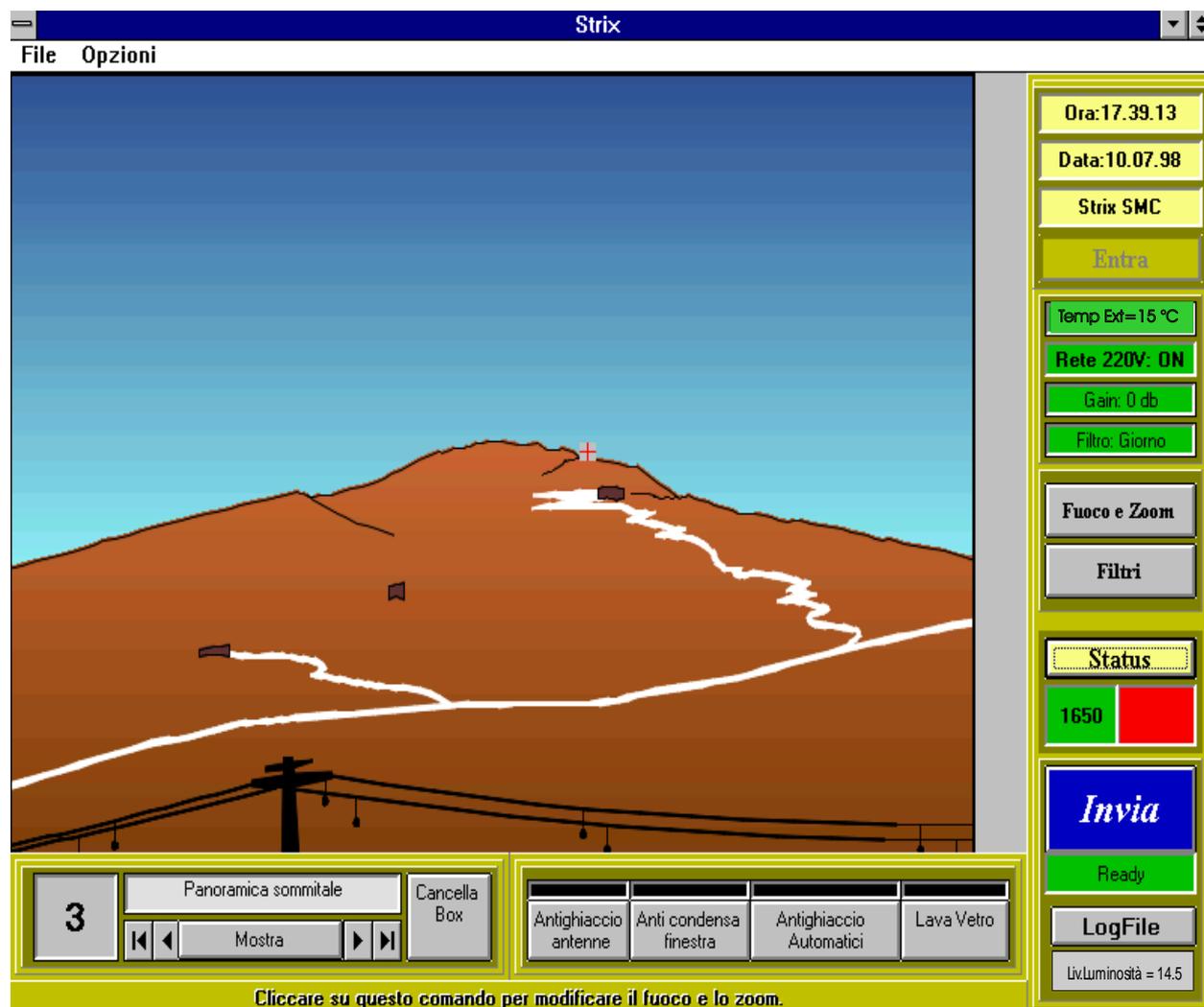


Figura 7. Schermata principale del programma Strix.

## 2. La Rete di Telerilevamento video dell'Etna dopo Luglio 2001

Nel Luglio-Agosto 2001 la stazione video che riprendeva i crateri sommitali del vulcano, posta in località La Montagnola, è stata completamente distrutta dall'attività esplosiva ed eruttiva della nuova bocca venutasi a creare a quota 2550 m. s.l.m. a ridosso del fianco settentrionale de La Montagnola (Figura 8).



**Figura 8.** Resti dello shelter in località La Montagnola al termine dell'attività dell'Etna di Luglio-Agosto 2001.

Per ovviare alla mancanza di immagini durante tale fase di estremo interesse, si è pensato di installare, nel minor tempo possibile, nuove telecamere di sorveglianza in più siti.

Per velocizzare al massimo l'opera di progettazione ed installazione di tali stazioni video, sono state utilizzate tre telecamere non professionali, ma subito disponibili e sono stati scelti dei siti in punti facilmente accessibili.

La prima telecamera, una Sony Evi G21 è stata posta sul tetto del CUAD per avere in tempi brevi una visione panoramica di quello che accadeva sull'Etna.

La seconda, una Sony Evi D31, è stata installata sul tetto dell'Hotel Corsaro in località Rifugio Sapienza per avere una visione mag-

giormente dettagliata delle nuove bocche di 2550 m. e di 2100 m. e delle colate laviche che da esse fuoriuscivano (Figura 9).



**Figura 9.** Immagini delle bocche di 2100 m. e di 2550 m. riprese dalla telecamera di sorveglianza posta sul tetto dell'Hotel Corsaro in località Rifugio Sapienza (Nicolosi).

La terza telecamera, una Canon VC-C4, è stata posizionata sul tetto dell'edificio comunale a Milo per avere una visione particolareggiata della Valle del Bove e dei crateri sommitali.

### 2.1. Installazione della telecamera di sorveglianza al CUAD

Data la necessità di avere in tempi ristretti delle immagini dell'attività dell'Etna, e data l'impossibilità di realizzare in tempi brevissimi una stazione video prossimale per la mancanza di alcuni materiali necessari al trasferimento delle immagini, è stato deciso di installare una telecamera, la Sony Evi G21, sul tetto del CUAD e di inviare direttamente le immagini ai videoregistratori, in intranet ed internet.

È stata progettata e successivamente realizzata una custodia stagna, modificando un quadro della marina stagno della Lengrand.

All'interno della custodia stagna è stata inserita la telecamera Sony Evi G21 col suo alimentatore ed il tutto è stato fissato sul tetto del CUAD.

## 2.2. Installazione della telecamera di sorveglianza in località Rifugio Sapienza

Data la bassa risoluzione delle immagini dovuta alla notevole distanza tra il CUAD e l'Etna, è stato deciso di installare una nuova telecamera, la Sony Evi D31, in località Rifugio Sapienza.

La scelta del sito è stata effettuata dopo un opportuno sopralluogo, resosi necessario sia per valutare la bontà del campo visivo che per verificare il soddisfacimento dei requisiti necessari per la successiva trasmissione delle immagini utilizzando un sistema professionale a microonde della Sice a 10 GHz.

Dopo il sopralluogo è stato deciso di installare sia la telecamera che il sistema di trasmissione sul tetto dell'Hotel Corsaro.

Considerando i tempi ristretti, sono stati da noi modificati sia il trasmettitore che il ricevitore della Sice a disposizione, poiché predisposti dalla casa costruttrice per la trasmissione e la ricezione di due canali video.

È stata rimessa in funzione una parabola da 60 cm ormai fuori uso ed è stata collegata al trasmettitore mediante una tratta di guida d'onda da 10 m con le relative intestature.

In una prima fase è stato installato il nuovo ricevitore modificato della Sice sul tetto del CUAD al posto di quello esistente, ormai inutilizzabile a causa della frequenza non compatibile con quella del trasmettitore da installare al Rifugio Sapienza. In una seconda fase sono stati installati, sul tetto dell'Hotel Corsaro la parabola da 60 cm (Figura 10), la guida d'onda ed il trasmettitore della Sice a 10 GHz modificato e si è provveduto ad effettuare l'allineamento delle due parabole, quella in questione e quella da 120 cm posta sul tetto del CUAD effettuando successivamente delle prove di trasmissione di segnali video.

La terza ed ultima fase è stata necessaria per la progettazione e la realizzazione del contenitore stagno e del sistema di fissaggio per posizionare la telecamera su un traliccio esistente sul tetto dell'Hotel Corsaro (Figura 11).



**Figura 10.** Parabola per trasmissione video dall'Hotel Corsaro al CUAD.



**Figura 11.** Custodia stagna contenente la telecamera Sony Evi D31 fissata ad un traliccio sul tetto dell'Hotel Corsaro.

Per la custodia stagna è stato utilizzato un quadro della marina stagno della Lengrand, modificato ad adattato per contenere la telecamera Sony Evi D31, simile a quello realizzato per contenere la telecamera Sony Evi G21 sul tetto del CUAD.

A causa del forte vento presente, sono stati aggiunti un supporto di ferro a squadra e dei tiranti d'acciaio per il fissaggio di tale struttura al traliccio esistente sul tetto dell'Hotel Corsaro.

Anche l'interno della custodia stagna è stato modificato con l'inserimento di supporti adatti al fissaggio ottimale della telecamera.

Le immagini trasmesse da tale telecamera erano ricevute al CUAD dal nuovo ricevitore

modificato della Sice a 10 GHz posto sul tetto. Dopo essere state riconvertite da microonde in segnale video arrivavano nella sala operativa dove veniva inserita la data e l'ora dal Time-Code GPS, erano visualizzate su un monitor TV 20" della Sony e venivano, infine, registrate con i videoregistratori Time-Lapse e digitale della Panasonic e della Sony già esistenti.

Alla fine di tali operazioni le immagini erano pubblicate sulla pagina Intranet ed Internet del sito dell'INGV di Catania con intervallo di un frame ogni 10 secondi per la pagina Intranet e di un frame ogni 30 secondi per la pagina Internet.

### 2.3. Installazione della telecamera di sorveglianza in località Milo

Per ovviare alla mancanza di immagini provenienti dal versante orientale del vulcano Etna, è stato deciso di installare una ulteriore telecamera, la Canon VC-C4, in località Milo. Per la scelta del luogo, dopo avere valutato diverse possibilità, è stato deciso di utilizzare, previo accordo col Sindaco, l'edificio comunale.

Tale edificio soddisfaceva i requisiti di funzionalità e di visibilità richiesti.

I requisiti di funzionalità richiedevano l'utilizzo dell'alimentazione elettrica e l'installazione di una linea telefonica ISDN per la trasmissione delle immagini al CUAD e per il remotaggio di tale telecamera dalle sedi dell'I.N.G.V. di Catania.

I requisiti di visibilità richiedevano una visione completa del versante orientale e dei crateri sommitali del vulcano.

Dopo un primo sopralluogo al comune di Milo è stato deciso di posizionare la custodia stagna contenente la telecamera Canon VC-C4 fuori una finestra a tetto (Figura 12).

Come custodia stagna è stato scelto un quadro della marina stagno della Lengrand, di dimensioni minori rispetto agli altri due, data la particolarità del sito e lo spazio a disposizione concesso.



**Figura 12.** Custodia stagna contenente la telecamera Canon VC-C4 installata al Comune di Milo.



**Figura 13.** Immagini dell'Etna riprese dalla telecamera Canon VC-C4 installata al Comune di Milo.

Tale quadro è stato modificato opportunamente e dotato di adeguate staffe di montaggio per consentire l'alloggiamento della telecamera ed il suo fissaggio sul tetto.

Per il trasferimento e la registrazione delle immagini (Figura 13) sono stati utilizzati un personal computer dotato di scheda di acquisizione video, un modem telefonico ISDN per linea doppia ed un videoregistratore Time-Lapse.

Le immagini provenienti dalla telecamera sono archiviate dal videoregistratore Time Lapse Panasonic AG 6040 che inserisce la data e



l'ora e che permette di registrare su una cassetta VHS da tre ore fino a 20 giorni di immagini, quindi vengono digitalizzate da un personal computer mediante scheda di acquisizione video Videum 1000 ed infine trasferite con apposito software dedicato, a cinque frame al secondo, alla sala operativa del CUAD.

Al CUAD tali immagini vengono visualizzate con apposito software e trasferite in Intranet ed in Internet.

Dalle sedi dell'INGV di Catania, sempre tramite linea telefonica, è possibile remotare il pan-tilt, lo zoom e l'ottica di tale telecamera utilizzando un opportuno software dedicato che consente anche di scegliere tra diverse inquadrature già memorizzate.

### 3. La Rete di Telerilevamento Video delle Eolie

#### 3.1. Centro Marcello Carapezza di Vulcano

Al Centro Marcello Carapezza di Vulcano era in funzione fino al 2001 il sistema di registrazione, acquisizione e trasferimento delle immagini di Stromboli e Vulcano (Figura 14) da Vulcano al Cuad.

In tale stazione video (Figura 15) venivano anche registrate le immagini di Stromboli su Videoregistratore Time-Lapse Panasonic AG 6040.

Dal 2001 ad oggi al Centro Marcello Carapezza di Vulcano è in funzione solo la ricezione, mediante apparati consumer, dei due segnali video di Stromboli e Vulcano a scopo divulgativo e turistico.

Tali segnali vengono visualizzati in tempo reale sui monitor tv Sony presenti nella sala visitatori del centro.

#### 3.2. Osservatorio della Marina di Lipari

All' Osservatorio della Marina di Lipari è collocata la stazione video che riprende l'isola di Vulcano, il sistema di ricezione del segnale video di Stromboli ed il sistema di trasmissione dei segnali video di Stromboli e Vulcano sia agli uffici I.N.G.V. di Lipari che al Centro Marcello Carapezza di Vulcano (Figura 16).

Per le riprese di Vulcano è utilizzata una telecamera Sony DXC 3000 al momento non remotabile.

Tutti i sistemi professionali di ricezione e trasmissione a microonde dei segnali video sono della Sice s.r.l. ed operano a frequenze di 10 GHz.

All' Osservatorio della Marina di Lipari è funzionante anche il sistema di controllo remoto per la pulizia del vetro della telecamera di Stromboli realizzato mediante radio UHF, codificatore e decodificatore toni.



**Figura 14.** Immagini di Vulcano riprese dall'Osservatorio della Marina di Lipari.

#### 3.3. Lipari Uffici

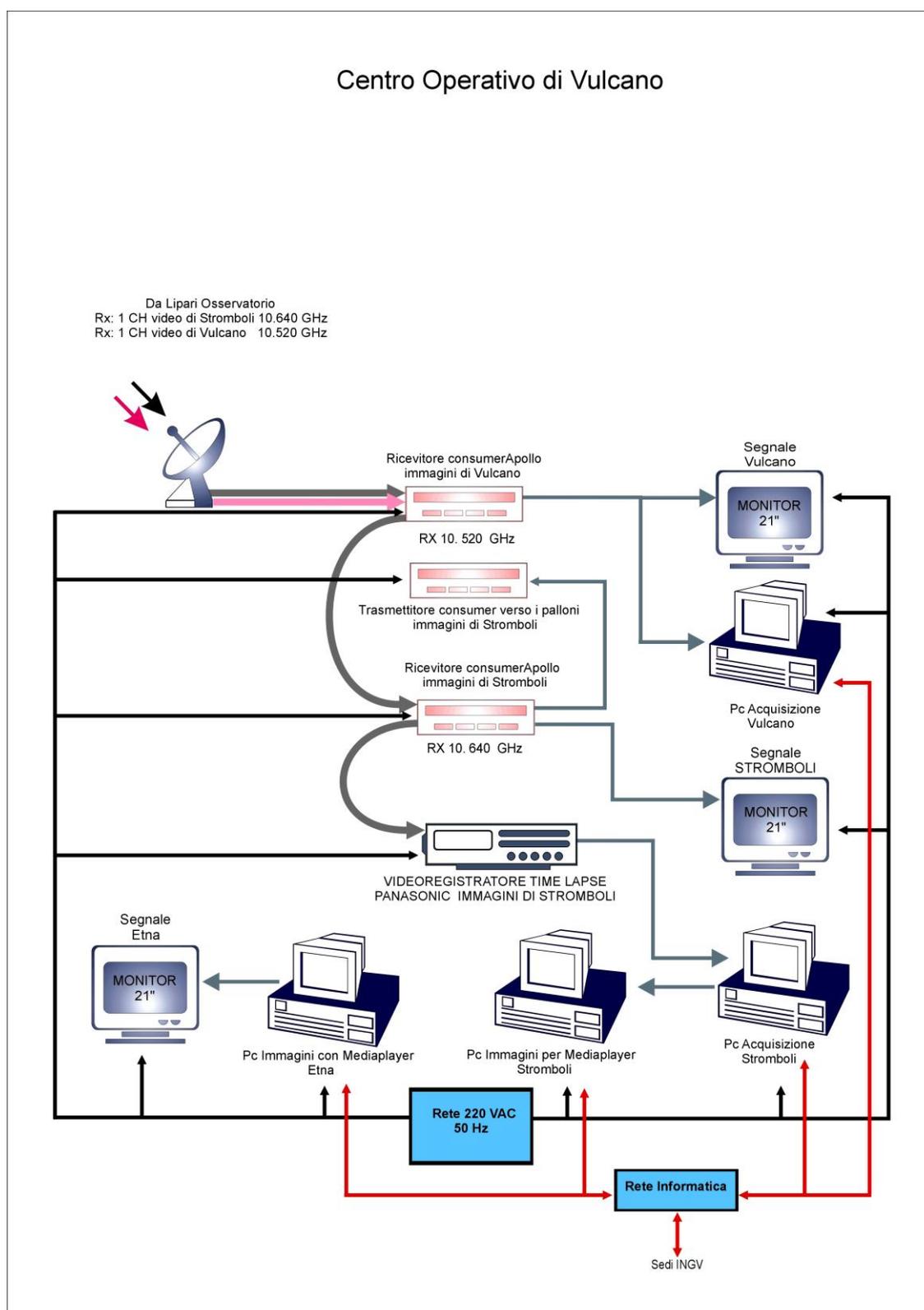
A Lipari uffici è presente il sistema di ricezione dei segnali video di Stromboli e Vulcano ed il sistema di acquisizione digitalizzazione e registrazione di tali segnali (Figura 17).

I segnali video di Stromboli e di Vulcano vengono registrati su Videoregistratori Time-Lapse Panasonic AG 6040 e le immagini sono successivamente elaborate mediante il software VAMOS.

Anche qui i ricevitori professionali a microonde sono della Sice s.r.l. ed operano a frequenze di 10 GHz.

Le immagini digitalizzate vengono anche pubblicate sulla pagina intranet ed internet dell'I.N.G.V. della sezione di Catania.

Uno schema completo del sistema di trasmissione dei segnali video delle Eolie è rappresentato in Figura 18.



**Figura 15.** Schema di funzionamento, fino al 2001, della stazione video ricevente di Vulcano in località “Centro Marcello Carapezza”.

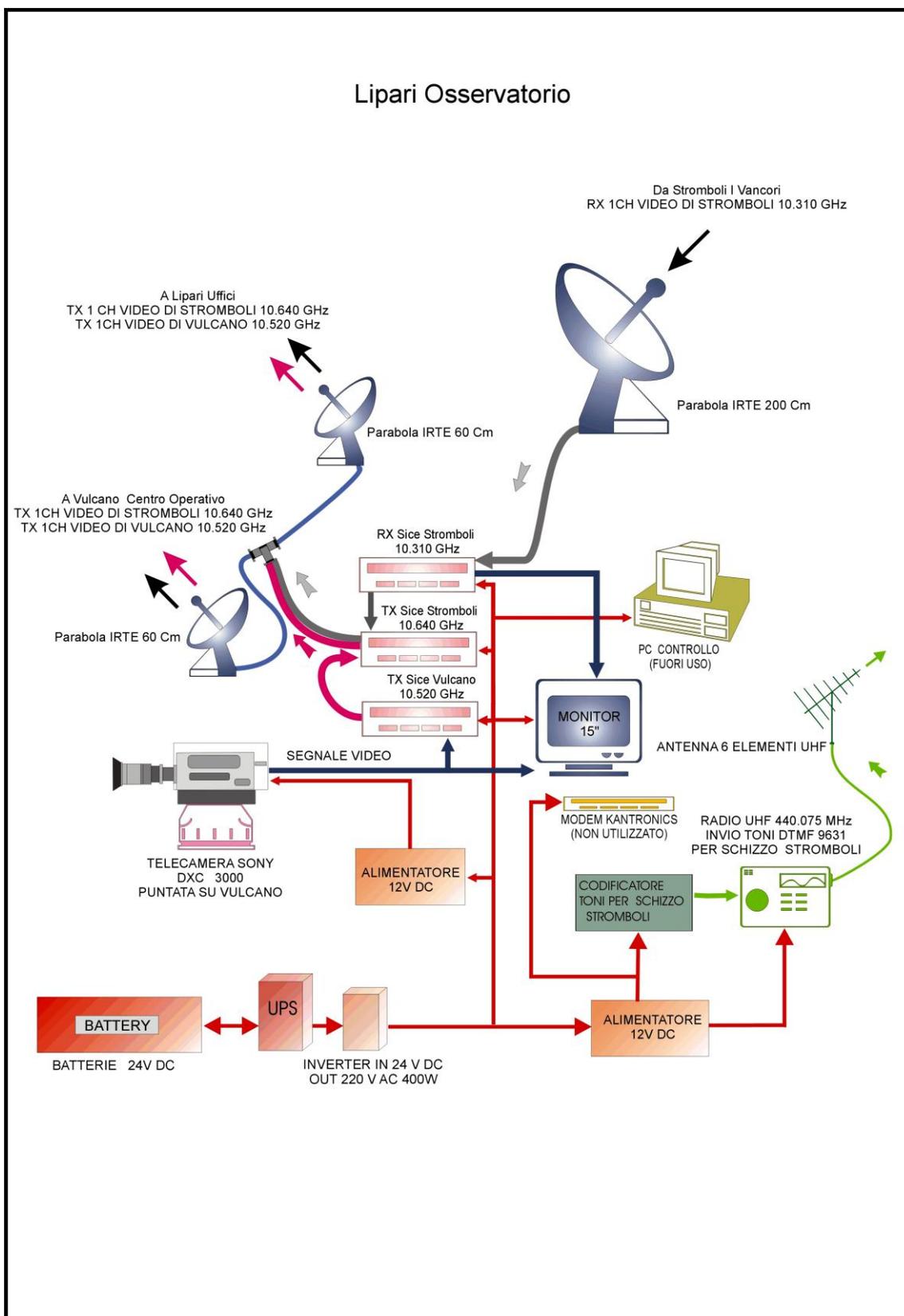
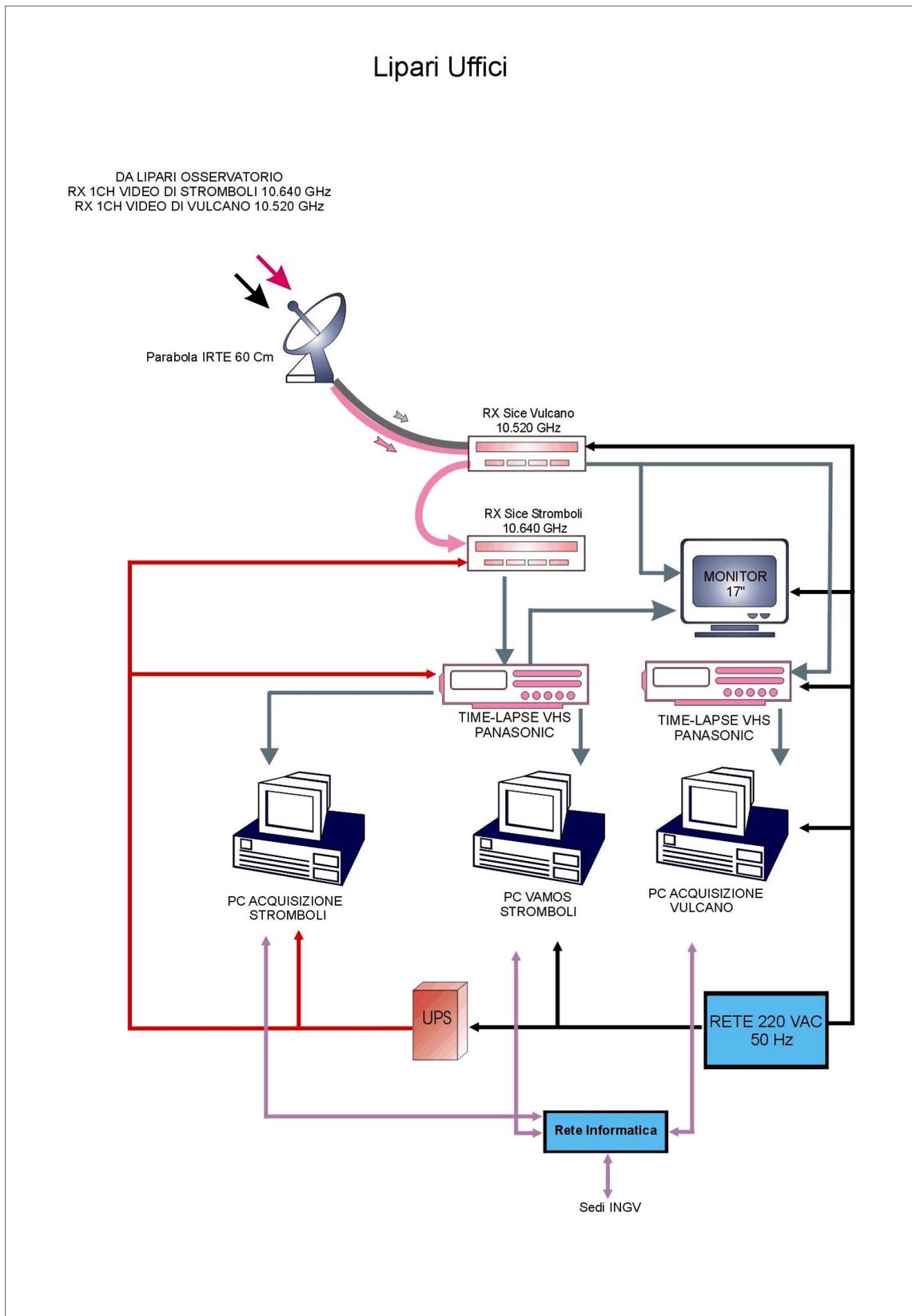
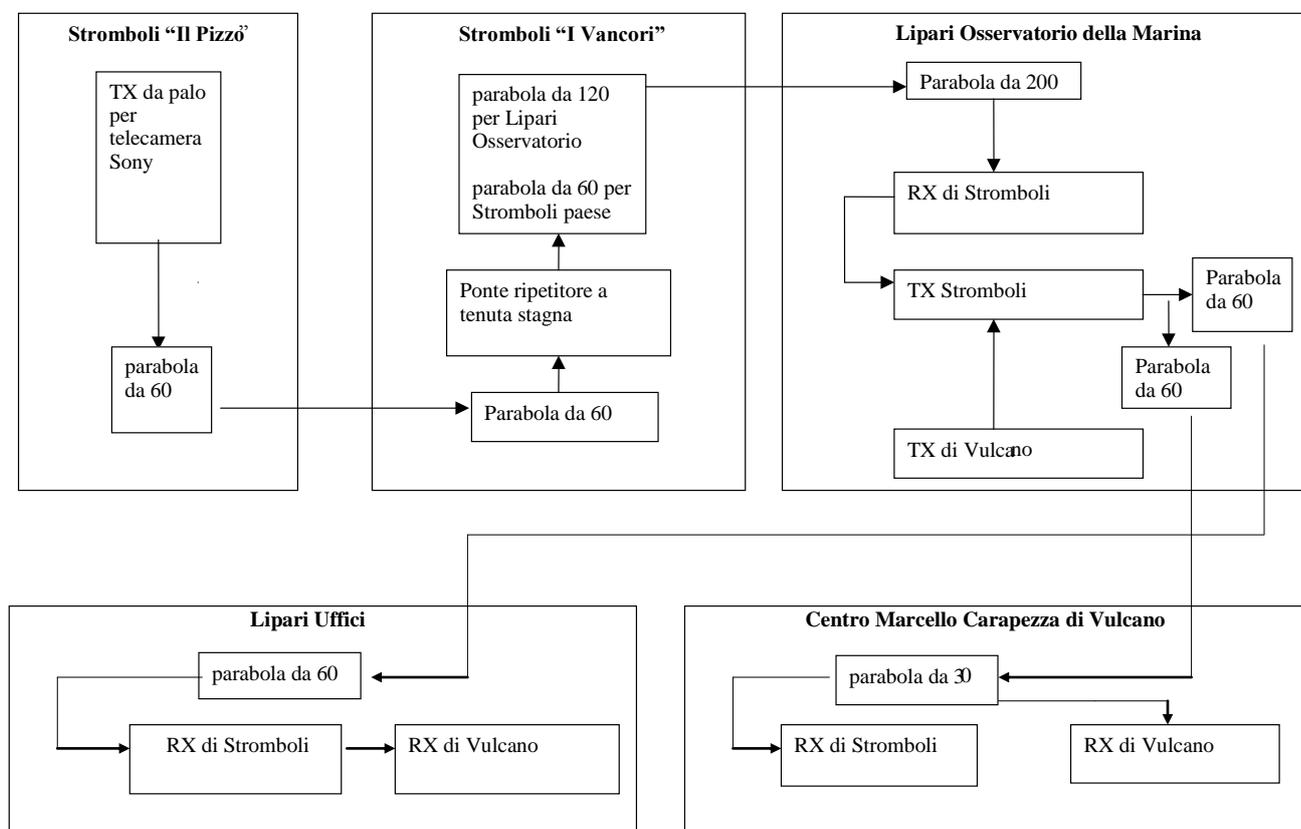


Figura 16. Schema di funzionamento della stazione video di Lipari in località “Osservatorio della Marina”.



**Figura 17.** Schema di funzionamento della stazione video di Lipari in località “Uffici I.N.G.V.”.



**Figura 18.** Schema di trasmissione dei segnali video.

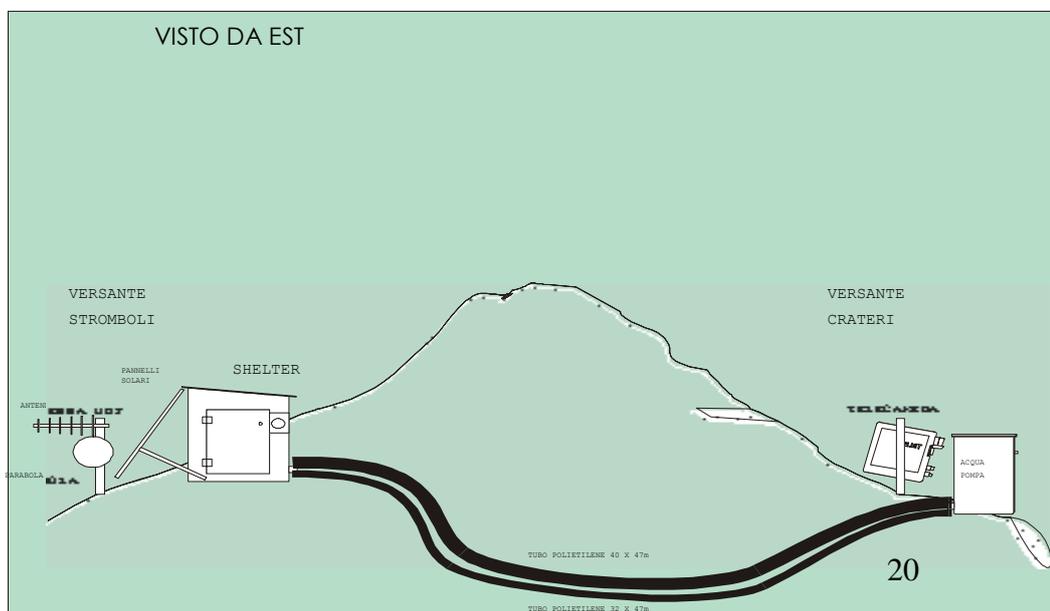
### 3.4. Stromboli crateri sommitali

La Stazione video di Stromboli, operante in maniera continua da alcuni anni, riprende le immagini dei crateri sommitali del vulcano mediante la telecamera a colori Sony SSC-C370P (Figura 19) posta in località “Il Pizzo Sopra La Fossa” (Figura 20). Tali immagini (Figura 21) sono inviate, mediante un trasmettitore a microonde della Sice s.r.l. operante a 10.310 GHz posto dentro uno shelter in detta località (Figura 22), ad un ponte ripetitore a microonde sempre della Sice posto in cima al vulcano in località “I Vancori” (Figura 23). Tale ponte a microonde rimbalza il segnale al centro operativo dell’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia di Stromboli e all’Osservatorio della Marina di Lipari. Le immagini dell’attività del vulcano vengono infine inviate da tale Osservatorio agli uffici del INGV di Lipari ed al Centro Marcello Ca-

rapezza di Vulcano in modo tale da averle in tempo reale e su supporto magnetico.



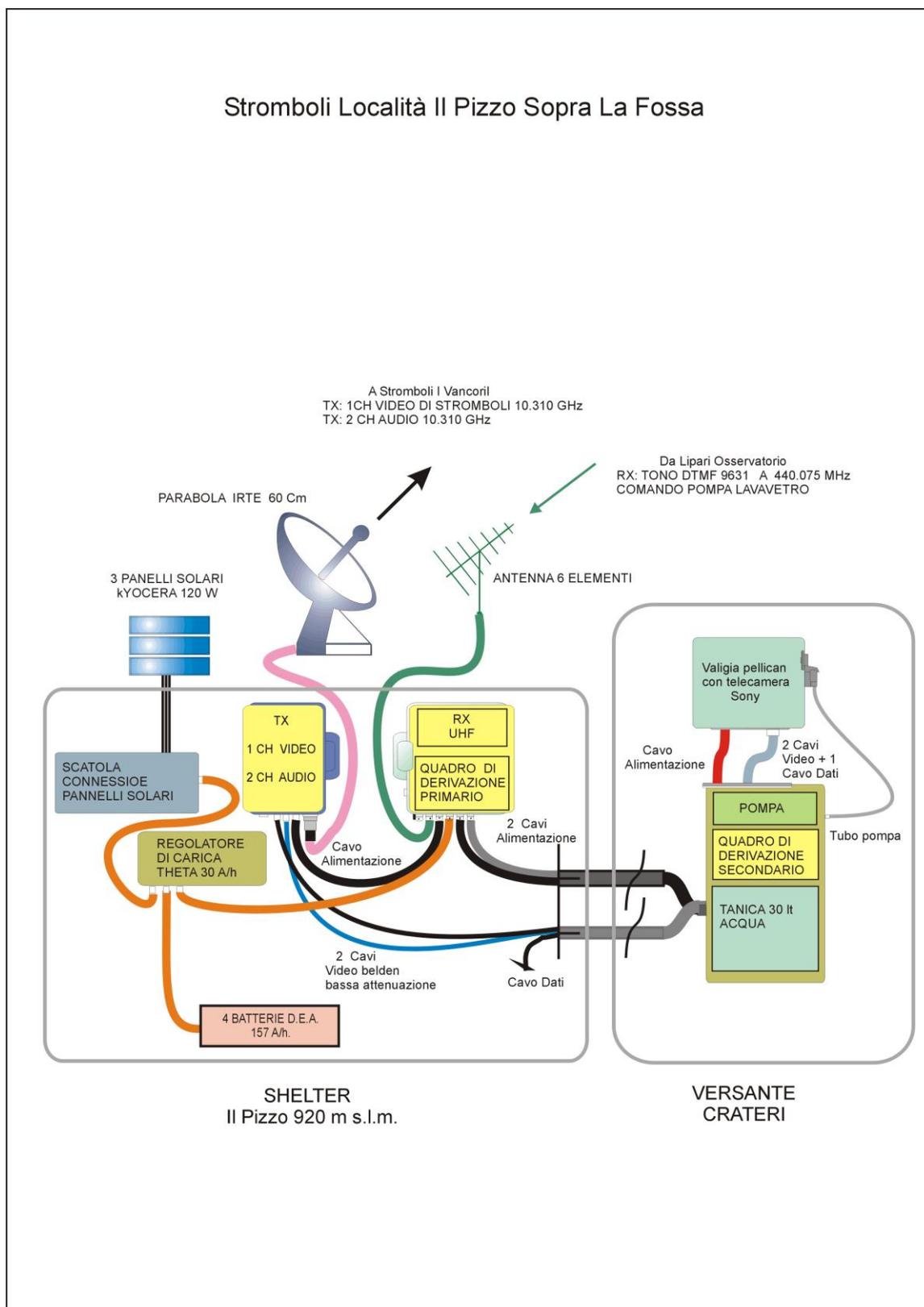
**Figura 19.** La telecamera di Stromboli.



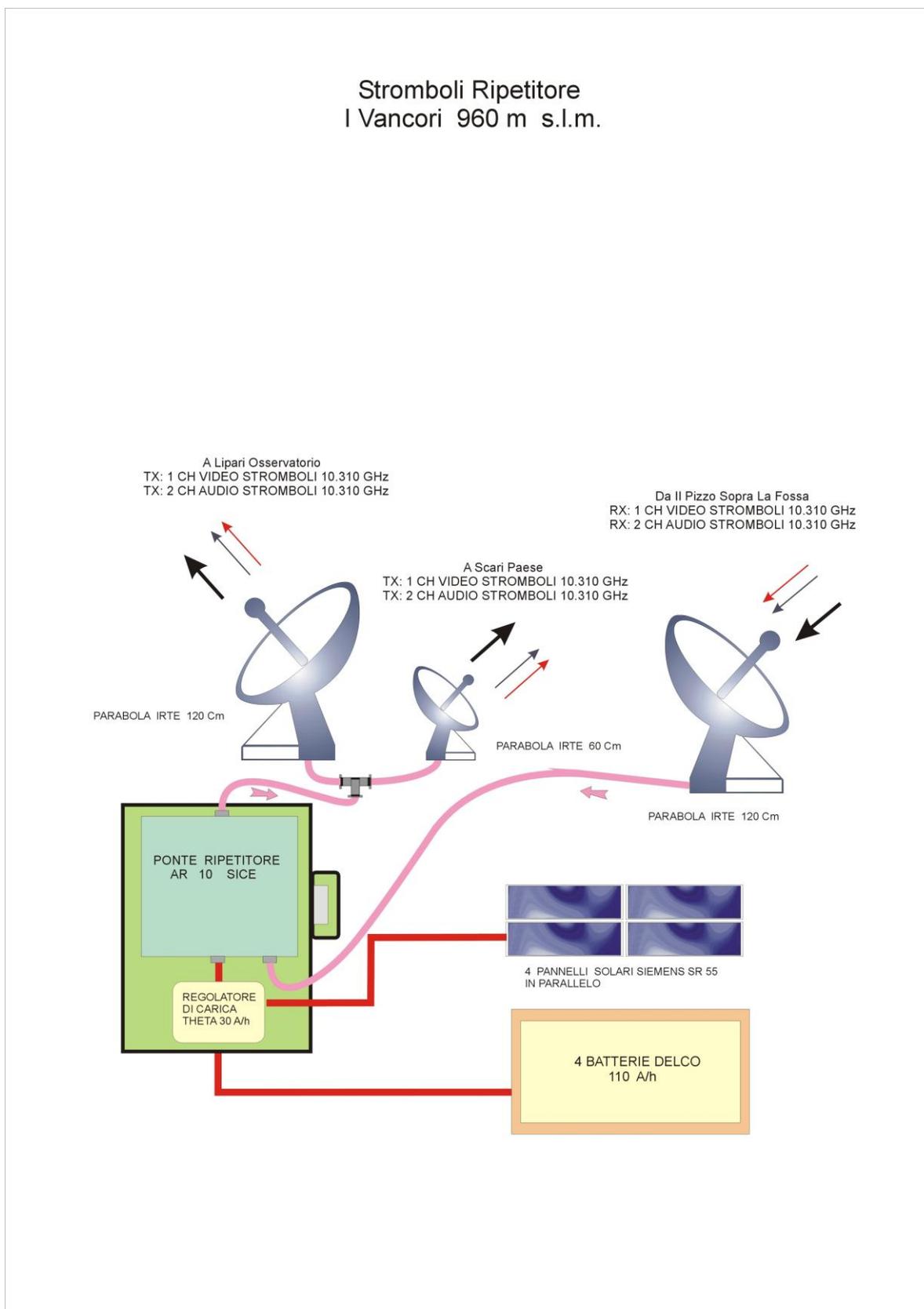
**Figura 20.** I Siti della stazione video di Stromboli.



**Figura 21.** Immagini dei crateri sommitali di Stromboli riprese dalla telecamera di sorveglianza Sony.



**Figura 22.** Schema di funzionamento della stazione video di Stromboli in località “Il Pizzo Sopra la Fossa”.

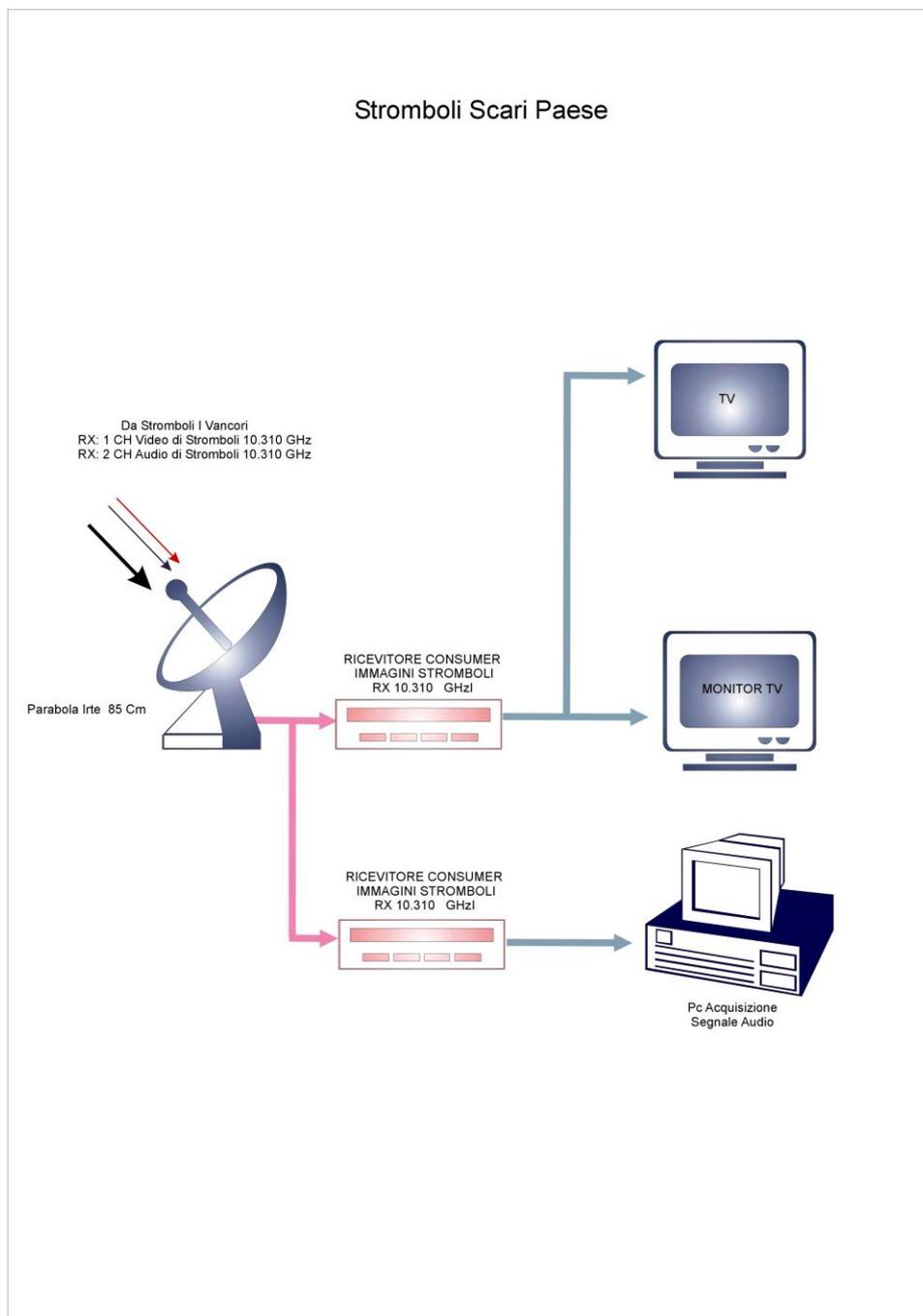


**Figura 23.** Schema di funzionamento della stazione video di Stromboli in località “I Vancori”.

### 3.5. Centro Operativo di Stromboli

Il sistema di ricezione e visualizzazione del segnale video di Stromboli (Figura 24) è collocato al Centro Operativo di Stromboli in

località “Scari” a scopo turistico e divulgativo.



**Figura 24.** Schema di funzionamento della stazione video di Stromboli in località “Scari”.

## **4. Aggiornamento e sviluppo tecnologico del sistema di monitoraggio Video**

### **4.1. Stazioni dell'Etna**

#### **4.1.1. Aggiornamento della Stazione video in Località CUAD**

La stazione video posta sul tetto del CUAD deve essere mantenuta e potenziata per poter osservare eventi molto rilevanti o macroscopici relativi all'attività dell'Etna, come ad esempio colonne di cenere o nubi eruttive particolarmente imponenti.

Tali fenomeni possono essere registrati infatti, solo da videocamere poste a notevole distanza dai crateri sommitali, ma dotate di ottica e brandeggio remotabile.

Si pensa quindi di sostituire la telecamera attualmente funzionante, la Sony EVI G-21, con una telecamera Canon VC-C4, uguale a quella operante a Milo, dotata di uno zoom remotabile molto più potente, di un brandeggio remotabile e di una risoluzione superiore.

#### **4.1.2. La stazione video in località Nicolosi**

Per avere una visuale completa del versante sud dell'Etna ed in attesa di poter iniziare i lavori per la riprogettazione della stazione video in località "La Montagnola" si è pensato di installare una stazione video in località Nicolosi.

Dopo avere valutato diverse possibilità, è stato deciso di utilizzare come luogo di alloggio l'edificio scolastico della scuola media, previo accordo col preside.

Tale scelta soddisfa attualmente i requisiti di funzionalità e di visibilità.

I requisiti di funzionalità richiedono l'utilizzo dell'alimentazione elettrica per l'installazione della telecamera, di un videoregistratore Time-Lapse Panasonic e di un Pc necessario sia per la trasmissione delle immagini alla sede

dell'INGV di Nicolosi che per il remotaggio di tale telecamera.

I requisiti di visibilità richiedono una visione completa sia del versante sud che dei crateri sommitali del vulcano.

Come telecamera visibile è stata scelta una Canon VC-C4R, simile a quella utilizzata attualmente a Milo ma in grado, rispetto ad essa, di essere posizionata in apposite custodie stagne standard semisferiche per esterni della Videotec in policarbonato, dotate di sistema di riscaldamento del vetro e di cupola protettiva. Tale tipo di telecamera e di custodia stagna per esterni andrà quindi successivamente a sostituire anche la Canon VC-C4 operante a Milo.

Queste scelte sono state effettuate per utilizzare materiale standard di buona qualità e facilmente reperibile.

Verrà anche installata una telecamera termica Raytheon S-250 non remotabile posta in apposita custodia stagna da realizzare.

Per l'acquisizione, la digitalizzazione, il trasferimento e la registrazione delle immagini verranno utilizzati un personal computer dotato di schede di acquisizione video, un sistema di comunicazione per reti Lan con relativo antennino trasmittente ed un videoregistratore Time-Lapse.

Le immagini provenienti dalla telecamera visibile verranno archiviate dal videoregistratore Time Lapse Panasonic AG 6040 che inserisce la data e l'ora e che permette di registrare su una cassetta VHS da tre ore fino a 20 giorni di immagini, verranno digitalizzate da un personal computer mediante scheda di acquisizione video Videum 1000 ed infine trasferite mediante un sistema di comunicazione per reti Lan, dotato di relativo antennino trasmittente e sistema ricevente, alla sede dell'INGV di Nicolosi, per essere, infine, messe in Intranet ed in Internet.

Le immagini provenienti dalla telecamera termica Raytheon S-250 verranno digitalizzate dal personal computer mediante un'altra scheda di acquisizione video Videum 1000 e trasferite mediante il sistema di comunicazio-

ne per reti Lan alla sede dell'INGV di Nicolosi, per essere processate in tempo reale da un software dedicato e contemporaneamente messe in Intranet ed in Internet.

Tale tipo di scheda di acquisizione video servirà anche per permettere lo streaming delle immagini dell'Etna in caso di attività vulcanica rilevante.

Da una qualunque sede dell'INGV di Catania, sempre tramite rete informatica, sarà possibile remotare il pan-tilt, lo zoom e l'ottica della telecamera visibile utilizzando un opportuno software dedicato che consente anche di scegliere tra le diverse inquadrature già memorizzate.

#### **4.1.3. La stazione video in località "La Montagnola"**

Dato che le immagini provenienti dalle stazioni video periferiche già installate non hanno una risoluzione elevata a consentire lo studio dettagliato e scientifico dei fenomeni, ma servono essenzialmente ad espletare il compito di sorveglianza e, nei limiti consentiti dalla distanza dalle bocche e dalla risoluzione delle telecamere, a dare anche una descrizione globale e macroscopica del fenomeno, è stato deciso di ripristinare la stazione video posta in località "La Montagnola", completamente distrutta dall'attività dell'Etna del Luglio-Agosto 2001.

Chiaramente tale stazione non potrà essere ricostruita utilizzando i medesimi materiali e le medesime tecnologie della stazione precedente, dato che, tutto quello che è andato distrutto è ormai obsoleto da un punto di vista tecnologico.

Sarà necessario riprogettare la nuova stazione tenendo conto di tutto quello che oggi ci fornisce la tecnologia per rendere tale stazione il più affidabile, standard ed efficiente possibile ed in modo da ricalcare anche le specifiche tecniche di base della stazione precedentemente distrutta. Verrà riprogettato il nuovo shelter in modo tale da soddisfare le nuove specifiche e verrà valutata la possibilità, in

caso di attività eruttiva o esplosiva nelle vicinanze, di renderlo trasportabile in elicottero. Da una prima indagine è stata valutata la possibilità di utilizzare un sistema di telecamere e pan-tilt della Panasonic e precisamente la telecamera Panasonic AW-E600 che ha delle caratteristiche confrontabili a quelle della Sony DXC 3000 IRP, anzi risulta essere migliore dal punto di vista della risoluzione, del sistema di controllo remoto e della sensibilità. Per tale telecamera, remotabile via seriale, è previsto l'utilizzo dell'ottica Canon YH 19 x 6.7 KTS, dotata di zoom 19x e remotabile via seriale e del brandeggio Panasonic AW-PH 300 anch'esso remotabile via seriale e completo di alimentatore dedicato.

Il sistema di telecamera e pan-tilt sarà remotato mediante una coppia di radio-modem SATELLINE-3AS posti, uno nella stazione sull'Etna e l'altro al CUAD, un Pc ed un software dedicato messo a disposizione dalla casa costruttrice. Potrebbe esserci la necessità di utilizzare un terzo radio-modem come ponte tra i due se per la distanza sorgessero problemi di comunicazione.

Per la trasmissione dei segnali video e di quelli radio verranno installati dentro lo shelter: un trasmettitore da palo in custodia stagna professionale della Sice dotato di duplexer, una parabola IRTE da 60 cm completa di innestature e guida d'onda ed un antenna radio Yagi 6 elementi.

Verrà riprogettato il sistema di pulizia del vetro dello shelter mediante acqua preriscaldata e riprogettato il sistema di riscaldamento della finestra utilizzando i nuovi prodotti (pellicole termiche trasparenti) della Minco o altro disponibile.

Per il controllo degli attuatori (riscaldamento e pulizia del vetro) e per la misura della temperatura e dello stato dell'alimentazione verranno utilizzati dei moduli di controllo della Axiom ed un distributore multiseriale da collegare al radio-modem SATELLINE-3AS.

Verrà posto dentro lo shelter un monitor tv a colori alimentato a 12 V per la visualizzazione ed il controllo delle immagini.

Verrà ripristinato il collegamento alla rete elettrica ed al gruppo elettrogeno della SITAS e rifatto a norma il quadro elettrico che si trovava alla stazione di arrivo della funivia.

Dentro lo shelter verrà inoltre installato un nuovo sistema di alimentazione supplementare (UPS) dotato di uscita seriale per il controllo dell'alimentazione della stazione mediante i moduli di controllo della Axiom, ed un sistema di protezione contro le fulminazioni.

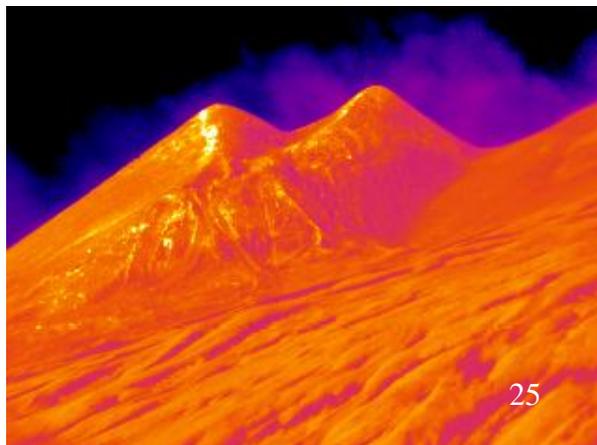
Verrà progettato inoltre un sistema di alimentazione autonomo sia eolico che fotovoltaico per evitare il problema della mancanza di energia elettrica fornita dalla Sitas, già verificatosi durante l'eruzione del Luglio 2001 a causa delle numerose scosse da fatturazione e la conseguente rottura dei cavi di collegamento tra la stazione di arrivo della funivia e lo shelter.

In tale stazione andrà installata anche una telecamera termica della Flir (Figura 25) non remotabile e verranno apportate le relative modifiche strutturali alla finestra del nuovo shelter per consentirne il corretto utilizzo.

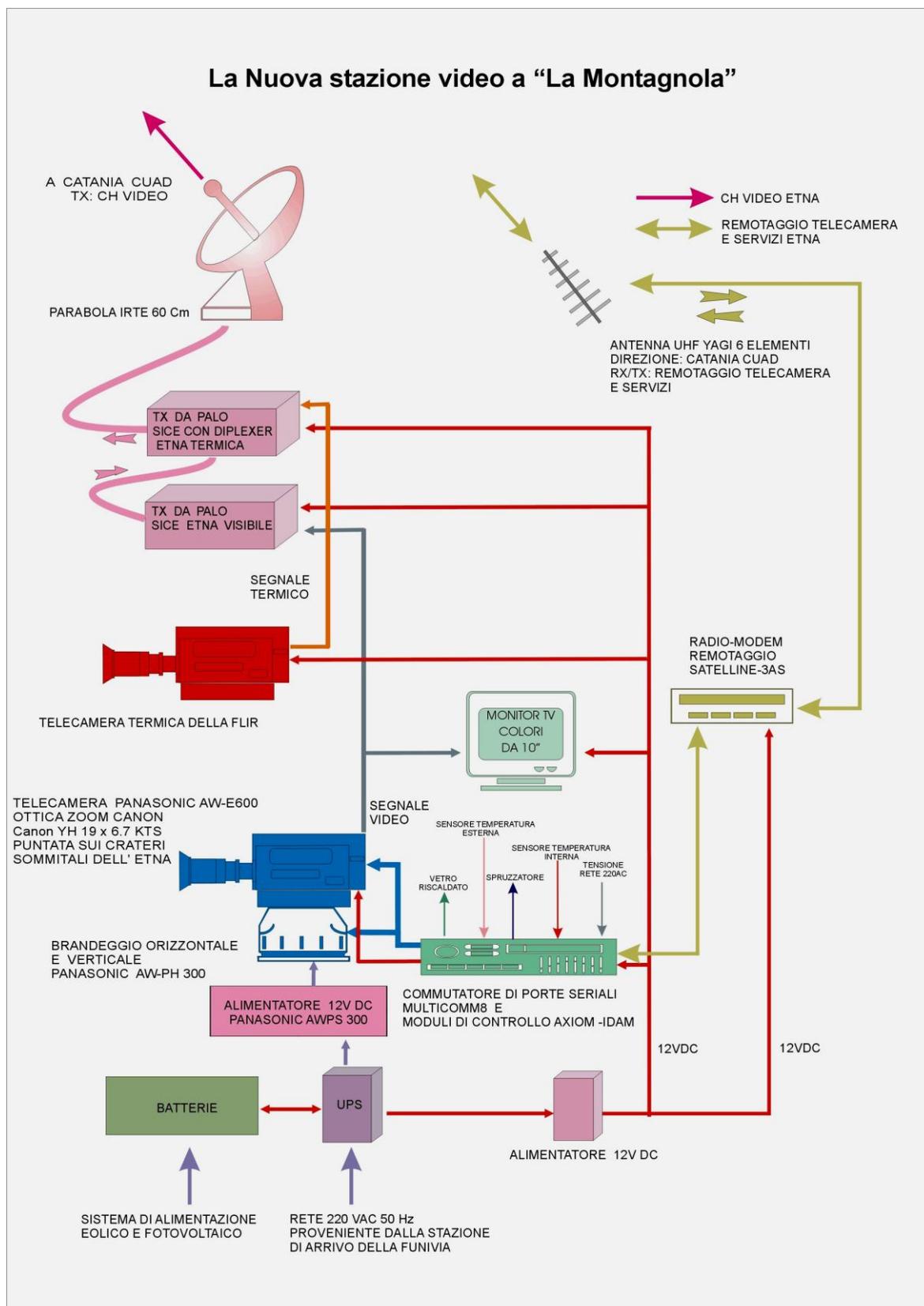
Per la trasmissione delle immagini termiche verrà installato in detta stazione (Figura 26) anche un altro trasmettitore da palo in custodia stagna professionale della Sice.

Al CUAD verranno installati due ricevitori professionali Sice, di cui uno dotato di diplexer, per la ricezione del segnale visibile ed IR. Per la visualizzazione e la registrazione del segnale IR verranno installati un GPS Time-Code, un distributore video, un monitor Sony da 20" ed un videoregistratore Time-Lapse Panasonic AG 6040.

Infine, per non dover sospendere per lunghi periodi il servizio di videosorveglianza a causa di malfunzionamenti e guasti vari sarà indispensabile provvedere anche ai ricambi.



**Figura 25.** Immagine notturna dell'Etna ripresa da una telecamera termica della Flir.



**Figura 26.** Schema di funzionamento della nuova stazione video da realizzare in località "La Montagnola".

#### 4.1.4. La stazione video in località “Pizzi De Neri”

Nella stazione di Pizzi Deneri è prevista l'installazione di una stazione di monitoraggio video che ricalcherà le caratteristiche e le specifiche di quella da realizzare a “La Montagnola”.

Verrà anche qui utilizzata la telecamera Panasonic AW-E600, l'ottica Canon YH 19 x 6.7 KTS dotata di zoom 19x e remotabile via seriale e il brandeggio Panasonic AW-PH 300 anch'esso remotabile via seriale e completo di alimentatore dedicato.

Il sistema di telecamera e pan-tilt verrà remotato mediante una coppia di radio-modem SATELLINE-3AS posti, uno nella stazione sull'Etna e l'altro al CUAD, un Pc ed un software dedicato messo a disposizione dalla casa costruttrice. Anche qui potrebbe esserci la necessità di utilizzare un terzo radio-modem come ponte tra i due se per la distanza sorgessero problemi di comunicazione.

La telecamera montata sul pan-tilt verrà alloggiata in una torretta stagna da realizzare. Quest'ultima verrà progettata in maniera da consentire l'alloggiamento di due telecamere e disporrà di un sistema di pulizia e riscaldamento del vetro controllato, tramite attuatori, da un computer.

Essa verrà collocata stabilmente sopra la finestra superiore dell'Osservatorio che guarda verso i crateri sommitali e la telecamera sarà accessibile dall'interno dell'osservatorio tramite un pozzetto periscopico.

Il computer industriale per il controllo della stazione video e l'acquisizione, tramite appositi sensori, dei dati meteo (ad es. la temperatura esterna, la pressione e l'umidità) indispensabili per il corretto funzionamento della stazione, verrà alloggiato all'interno dell'Osservatorio.

Il segnale video verrà trasmesso al CUAD utilizzando un trasmettitore video professionale da palo Sice a 10 GHz.

Il trasmettitore da palo, l'antenna parabolica del diametro di 60 cm ed un'antenna radio UHF saranno alloggiati in un apposito shelter incassato nella parete di Pizzi Deneri e collegato all'Osservatorio tramite una condotta stagna per cavi video, radio e cavi di alimentazione.

Bisognerà inoltre predisporre il sistema di alimentazione per tutta la strumentazione da installare.

Per la ricezione del segnale video verranno installati al CUAD un ricevitore professionale Sice a frequenza di 10 GHz e una parabola da 120 cm di diametro.

Per la visualizzazione e la registrazione del segnale video verranno anche installati un GPS Time-Code, un distributore video, un monitor Sony da 20” ed un videoregistratore Time-Lapse Panasonic AG 6040.

Il controllo remoto verrà effettuato da un computer mediante un radio-modem ed un software dedicato.

In tale stazione potrebbe essere installata anche una telecamera termica della Flir non remotabile.

In tal caso verranno apportate le relative modifiche strutturali alla finestra della nuova torretta per consentirne il corretto utilizzo, mentre per la trasmissione delle immagini termiche verrà installato un altro trasmettitore da palo in custodia stagna professionale della Sice.

Al CUAD verrà installato anche un altro ricevitore professionale Sice, dotato di diplexer, per la ricezione del segnale IR.

Per la visualizzazione e la registrazione del segnale IR verranno installati un GPS Time-Code, un distributore video, un monitor Sony da 20” ed un videoregistratore Time-Lapse Panasonic AG 6040.

Infine, per non dover sospendere per lunghi periodi il servizio di videosorveglianza a causa di malfunzionamenti e guasti vari, anche in questo caso si renderà necessario provvedere ai ricambi.

## 4.2. Stazioni delle Eolie

### 4.2.1. Stromboli crateri sommatili località “Il Pizzo Sopra la Fossa”

È prevista l'installazione della telecamera infrarosso Raytheon S-300 acquistata con fondi GNV 1998.

Sarà sostituita la vecchia valigia Pellican contenente la telecamera Sony SCC C-370 P con una nuova valigia Pellican o con alloggiamenti analoghi predisposti per due videocamere di cui una IR e l'altra visibile dotata eventualmente di brandeggio ed ottica remotabile via RS 232, presumibilmente una Canon VC-C4R.

Nello Shelter verrà installato un nuovo trasmettitore professionale da palo Sice a 10.430 GHz dotato di diplexer per la trasmissione del segnale video proveniente dalla telecamera IR Raytheon S-300 verso il ponte ripetitore dei Vancori.

Sarà mandato alla casa costruttrice il trasmettitore da palo in custodia stagna a 10.310 GHz per il ricondizionamento e l'eliminazione dei canali audio in modo da essere sostituito all'attuale trasmettitore da palo in custodia stagna operante a Stromboli.

Il trasmettitore sostituito verrà mandato alla casa costruttrice per il ricondizionamento, l'eliminazione dei canali audio ed il potenziamento per essere utilizzato come ricambio.

Se sarà utilizzata la telecamera Canon VC-C4, verrà progettato il remotaggio di tale telecamera utilizzando due radio-modem Sateline completi di antenne ad alto guadagno, un eventuale ripetitore da installare ai Vancori ed adattatori per seriale 232-485 e 485-232.

Sarà aggiornato l'impianto elettrico per il collegamento dei nuovi attuatori (telecamera, trasmettitore, radio-modem moduli di conversione RS 232-RS485, etc.).

Sarà consolidata la base su cui poggiano sia il quadro della Marina della Lengrand contenente la pompa e la tanica con l'acqua per la puli-

zia del vetro che il supporto per il fissaggio delle telecamere.

Dovrà essere realizzata una rete d'acciaio di protezione contro l'eventuale ricaduta di materiale vulcanico sulla stazione video ed una recinzione di protezione con pali d'acciaio, catene e cartelli di pericolo per impedire ai turisti di avvicinarsi ai siti.

Infine sarà protetto e interrato il tratto di cavo di polietilene da 40 mm che attualmente risulta essere scoperto e soggetto alla ricaduta di materiale vulcanico.

### 4.2.2. Stromboli località “I Vancori”

In considerazione del fatto che è stato installato in località “I Vancori” il nuovo ponte ripetitore a microonde della Sice già predisposto per la trasmissione di due segnali video con un conseguente aumento dei consumi elettrici e che il sistema di alimentazione a detto ponte è stato trovato danneggiato e mal funzionante sarà necessario riprogettare e potenziare tale sistema di alimentazione sostituendo i quattro pannelli fotovoltaici da 50 W, ormai obsoleti ed inefficienti, con tre nuovi pannelli fotovoltaici della Kyocera da 120 W.

Verranno rifatti i cablaggi elettrici, trovati danneggiati durante l'ultimo sopralluogo e sostituite le batterie Delco con tre nuove batterie della D.E.A. da 157 A/h.

Verrà installato, se necessario, un ripetitore radio con relativa antenna ad alto guadagno per permettere il controllo remoto della telecamera Canon VC-C4, qualora venisse utilizzata.

Sarà infine programmata la manutenzione ordinaria alle parabole.

### 4.2.3. Lipari località “Osservatorio della Marina”

In considerazione del fatto che, in un prossimo futuro, l'Osservatorio della Marina di Lipari verrà ristrutturato e reso perfettamente funzionante, sarà necessario rivedere tutto il

sistema di ricezione e trasferimento delle immagini visibili e termiche di Stromboli e rivedere ed eventualmente potenziare la stazione video di Vulcano mediante l'utilizzo di una telecamera Canon VC-C4 dotata di ottica e brandeggio remotabile.

Sarà riprogettato il sistema di pulizia del vetro della telecamera di Stromboli e rivisto il sistema di alimentazione supplementare (UPS). Dovendo chiudere gli uffici dell'I.N.G.V. di Lipari bisognerà provvedere anche alla riprogettazione dei sistemi di elaborazione e di videoregistrazione necessari per l'acquisizione, la digitalizzazione, il trasferimento e l'archiviazione delle immagini visibili e termiche di Stromboli e Vulcano.

## **5. Esempio di telerilevamento video dell'Etna correlato al tremore vulcanico e sviluppi futuri**

Di seguito sono riportati, come esempio finale, i grafici relativi al programma VoTA riguardante il giorno 23/01/1999.

In essi è rappresentato l'andamento del tremore vulcanico dell'Etna relativo a due stazioni sismiche di riferimento.

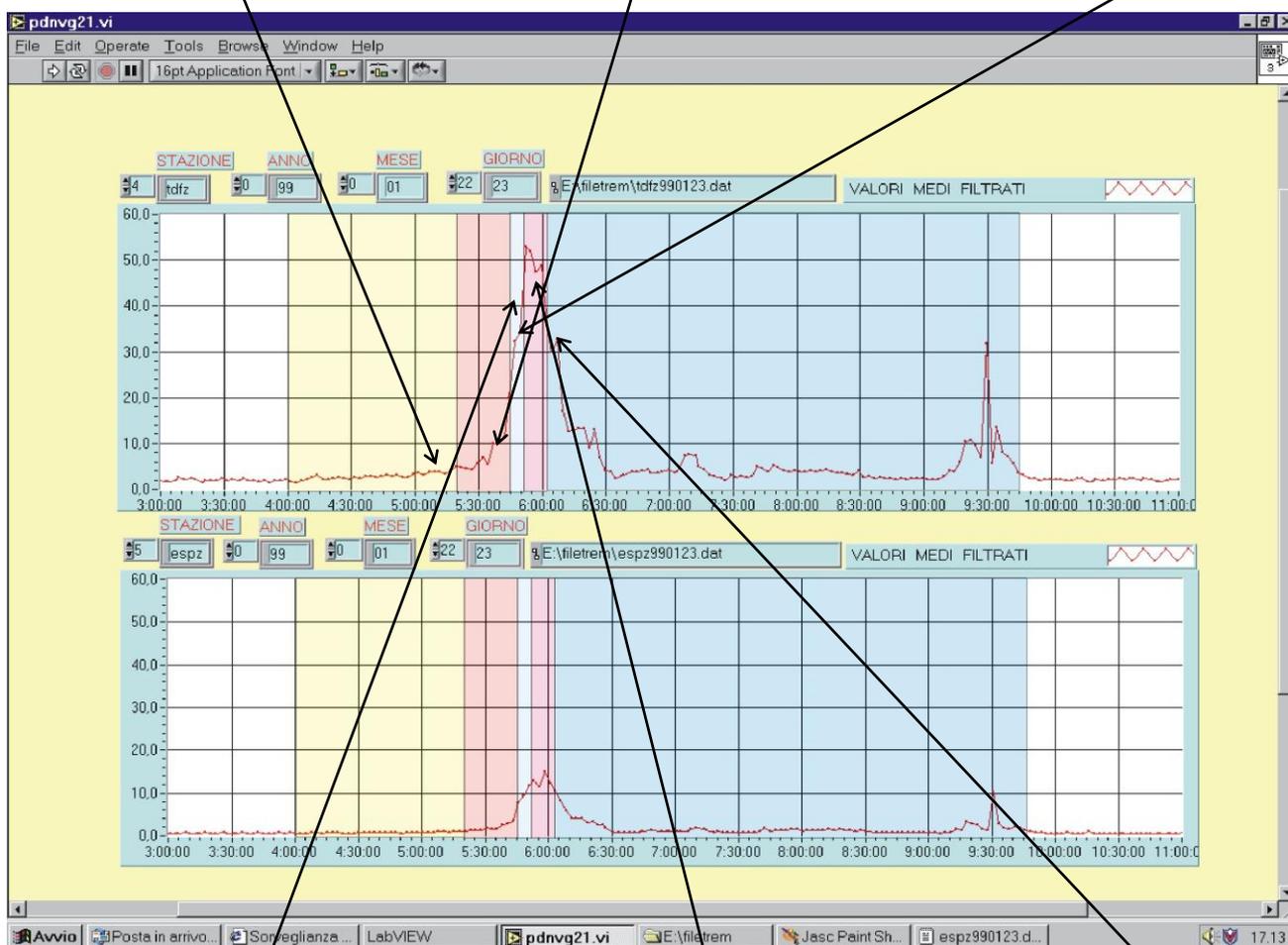
I valori del tremore vulcanico sono stati successivamente correlati alle immagini riprese dalla telecamera di sorveglianza posta in località "La Montagnola" (Figura 27).

Questo lavoro è stato effettuato per poter meglio individuare le diverse fasi dell'attività eruttiva presenti nell'episodio suddetto.

In futuro un'analisi congiunta ed approfondita in tempo reale delle immagini visibili e termiche, dei dati sismici (reduce displacement) e di alcuni parametri geofisici e geochimici potrebbe essere utilizzata per la definizione ed il calcolo di una magnitudo relativa dell'attività esplosiva dell'Etna (analisi quantitativa delle fontane di lava).

Tale studio potrebbe portare inoltre ad una previsione a breve termine del calcolo della magnitudo relativa per ognuno di tali episodi mediante un'ulteriore analisi con tecniche neurali.

Tutto ciò potrebbe servire anche a determinare una eventuale correlazione tra gli episodi caratterizzati da fontane di lava e quelli caratterizzati da attività effusiva.



**Figura 27.** Grafici del programma VoTA del giorno 23/01/99 per le due stazioni TDF (sopra) e ESP (sotto) correlate alle immagini riprese dalla telecamera di sorveglianza.