

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PISA
FACOLTÀ DI SCIENZE MATEMATICHE FISICHE E NATURALI



**Corso di Laurea Specialistica in
Geofisica di Esplorazione ed Applicata**



Anno Accademico 2007/2008

Candidato: **De Palma Davide**
Laurea Triennale: **Scienze Geologiche**

Titolo della tesi

Implementazione ed analisi della risposta di un filtro adattativo
per misure di Spettrometria Gamma-Ray.
Applicazione a Sindo Est (Mali SW) nell'ambito dell'esplorazione
per giacimenti auriferi in ambienti di alterazione tropicale.

Relatore: **Costantini Paolo**

Controrelatore: **Paolo Scandone**

Riassunto

La spettrometria gamma-ray, sia aeroportata che a terra, è ampiamente utilizzata nell'esplorazione mineraria. Essa valorizza le differenti concentrazioni di elementi costituenti suoli e rocce, caratterizzati da un particolare comportamento fisico, quello di contenere isotopi instabili di Potassio Torio ed Uranio. Tramite la misura diretta delle radiazioni gamma, emesse da questi isotopi radioattivi è infatti possibile calcolare le loro concentrazioni nelle formazioni affioranti e mettere quindi in evidenza differenti litologie e/o facies di alterazione sia idrotermale che supergenica.

L'applicazione della spettrometria gamma-ray all'esplorazione mineraria in ambienti di alterazione tropicale, oltre ad un'analisi approfondita del segnale acquisito e delle tecniche di filtraggio, costituiscono gli argomenti principali di questo elaborato.

Esplorazione Mineraria e alterazione superficiale tropicale

La spettrometria è una metodologia che, spesso in combinazione con altre tecniche geofisiche, viene applicata su prospetti di interesse esplorativo al fine di individuare target minerali nonché per fornire dati di supporto nella mappatura delle formazioni affioranti e/o dei prodotti di alterazione superficiale.

Date le modeste capacità di trarre indicazioni in profondità (il segnale misurato è infatti originato dalle prime decine di centimetri del semispazio), l'attività gamma ray fornisce informazioni relative alla composizione del livello più superficiale del piano di campagna, sia

esso composto da suolo o litologia affiorante. Di particolare interesse, nell'esplorazione per giacimenti auriferi, è l'andamento del Potassio, arricchito in corrispondenza delle zone di alterazione idrotermale associate con le mineralizzazioni, e quello, antitetico, del Torio.

I dati analizzati nel presente lavoro sono stati acquisiti sul prospetto di Sindo (Mali SW), oggetto di esplorazione per giacimenti auriferi associati a sistemi di vene di quarzo ospitati da terreni birrimiani (proterozoico) lungo *shear zones* di estensione regionale.

Dato l'ambiente climatico, sub-tropicale di tipo savana, la coltre superficiale è molto alterata e particolarmente sviluppata presentando i caratteri tipici dei profili lateritici (Regolith) e mostrando in affioramento tutti e tre i termini residuale, erosivo e deposizionale.

Su questi terreni interessati da alterazione tropicale, la litologia superficiale mostra una sostanziale differenza rispetto alle rocce sottostanti del bedrock dal quale esso deriva.

Tuttavia la risposta radioattiva misurata è comunque ascrivibile, al basamento non alterato presente in profondità da cui le concentrazioni dei radio isotopi, derivano nonostante profonde modificazioni.

Implementazione di un filtro adattativo

Le misure di spettrometria sono affette dai seguenti tipi di rumore:

- il rumore di background : dovuto a raggi cosmici, radon, Compton scattering, i quali vengono eliminati nella calibrazione dello strumento e con il calcolo delle concentrazioni attraverso i metodi matriciale o degli “stripping ratio”
- il rumore statistico sui conti : dovuto alla natura random del decadimento radioattivo, per cui l'accuratezza delle misure è governata da leggi statistiche
- il rumore geologico: causato da variazioni laterali brusche e casuali dovute a passaggi litologici e/o del livello d'alterazione.

Una volta acquisito il dato correttamente, è quindi necessario applicare tecniche di filtraggio robuste, che riducano il rumore ma che nello stesso tempo preservino la forma delle anomalie senza lisciare troppo i passaggi laterali dovuti a cause geologiche di interesse nella interpretazione (strutture e contatti).

Per questo fine le tecniche di filtraggio lineare, comunemente impiegate con altre metodologie geofisiche (ad esempio magnetometria), presentano una serie di problemi: esse infatti introducono un effetto di smoothing 'globale' che in generale risulta in un lisciamiento delle anomalie che è funzione della sola lunghezza d'onda e non dell'intensità di queste ultime.

Migliore performance è quindi da aspettarsi da filtri di tipo non-lineare, che al tempo stesso stesso minimizzino il rumore random e preservino le variazioni del segnale "buono" indipendentemente dalla sua lunghezza d'onda.

In questo elaborato è stato implementato un algoritmo (in ambiente Matlab 7.0) originariamente proposto per lo smoothing di gamma-ray log (Mathis, 1987) per dati acquisiti

nell'esplorazione per idrocarburi e consistente in un filtro di convoluzione adattativo che utilizza la finestra "Total Count" (contributi energetici dei tre radioelementi) come segnale di riferimento.

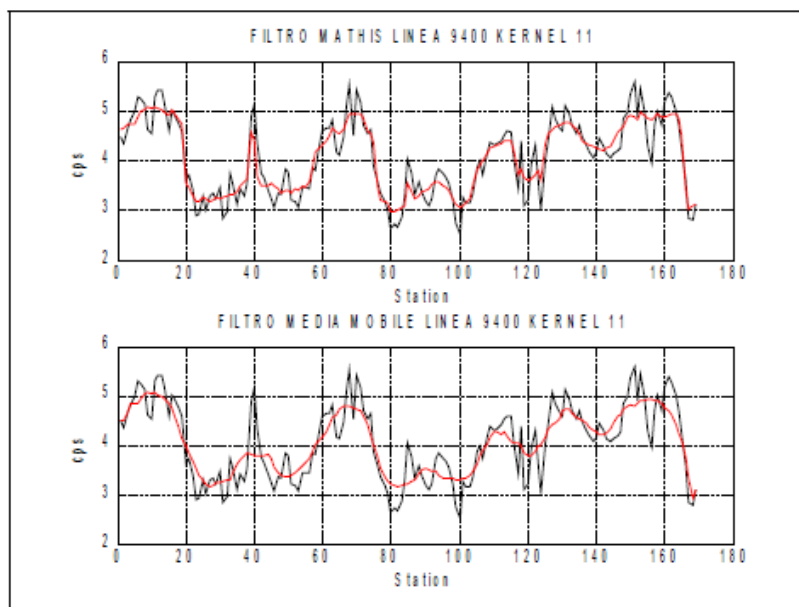


fig 1 SMOOTHING OTTENUTO DA DUE DIFFERENTI FILTRI : IL FILTRO MATHIS ED IL FILTRO A MEDIA MOBILE

Esso, applicato sui dati in forma di profilo, si è rivelato particolarmente robusto ed efficiente, garantendo sistematicamente il lisciamiento selettivo del rumore ed al tempo stesso preservando le repentine variazioni laterali. L'implementazione è stata inoltre estesa alle due dimensioni (sia su dati griddati che "scattered"). La risposta del filtro è stata quindi, successivamente, analizzata in frequenza (data la natura non-lineare del filtro, tramite tecniche statistiche) e comparata con quella del più comune filtro a media mobile. Una serie di considerazioni, derivate appunto dall'analisi in frequenza, ha portato inoltre all'implementazione di una versione ricorsiva del filtro stesso i cui risultati preliminari sembrano mostrarne l'efficacia in termini di prevenzione anti-aliasing.

Interpretazione

Infine è stata realizzata una interpretazione tramite valutazione integrata dei pattern osservabili sulle mappe finali delle concentrazioni e dei rapporti fra i vari elementi, che ha evidenziato regimi differenti di regolith (in situ e trasportato), discontinuità litologiche e/o pedologiche e zone di anomalia del potassio correlabili con alterazione idrotermale.