



www.winMASW.com



ELIOSOFT

geophysical software and services



www.winmasw.com

winMASW®
Surface Waves & Beyond

Nome documento	Acquisizioni_sismiche_e_scheda_informativa_winMASW.pdf
Ultima modifica	novembre 2020
Autore	Eliosoft - geophysical software and services www.winmasw.com e-mail: winmasw@winmasw.com

Il documento si compone di due sezioni che suggeriamo di leggere con cura in quanto, da un punto di vista tecnico, probabilmente già contengono le risposte a molte delle domande che ti poni:

1. Linee guida di base per acquisizioni dati per analisi MASW (multi-componente), ReMi, ESAC e HVSR (con nota sulla rifrazione)
2. Scheda informativa winMASW®

Tutti i diritti sono riservati.

La diffusione o la riproduzione, anche parziale, del presente documento da parte di terzi lede il diritto d'autore e costituisce reato ai sensi della L. 633/41.

Qualsiasi utilizzo privo del consenso esplicito dell'autore costituisce reato.

1. Linee guida di base per acquisizioni dati per analisi MASW (multi-componente), ReMi, ESAC e HVSR (con nota sulla rifrazione)

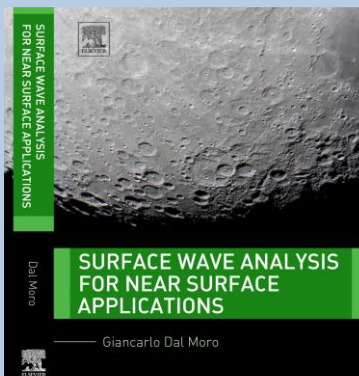
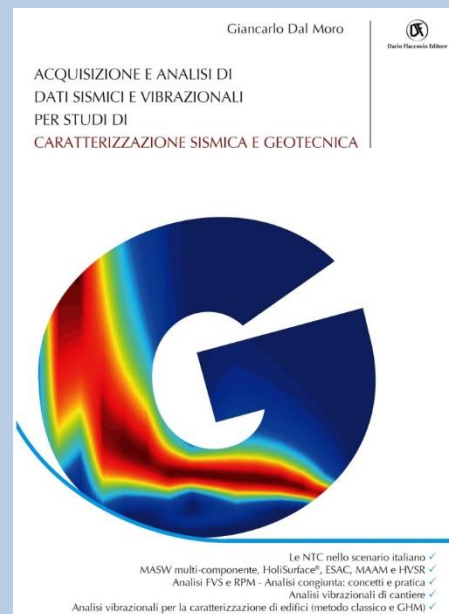
Onde di Superficie in Geofisica Applicata – acquisizione ed analisi di dati secondo tecniche MASW e HVSR

Giancarlo Dal Moro (2012) - Dario Flaccovio Editore

Teoria e pratica con una nutrita serie di casi studio analizzati e commentati

Acquisizione e analisi di dati sismici e vibrazionali per studi di caratterizzazione sismica e geotecnica -

Giancarlo Dal Moro (2019) - Dario Flaccovio Editore



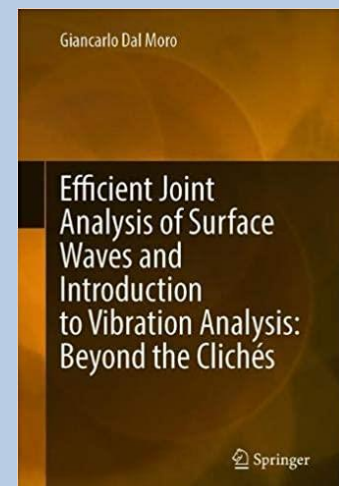
Surface Wave Analysis for Near Surface Applications

Dal Moro G., 2014

ISBN 978-0-12-800770-9, Elsevier, 252pp. [in lingua inglese]

Efficient Joint Analysis of Surface Waves and Introduction to Vibration Analysis: Beyond the Clichés

Springer (luglio 2020)



Questo documento non intende, né può essere inteso, come esaustivo della totalità degli aspetti che sono da considerarsi in fase di acquisizione.

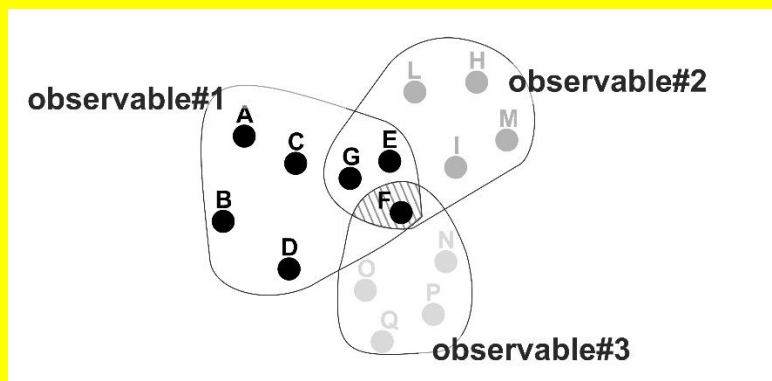
Sono sempre necessarie:

1. una solida base teorica
2. partecipazione ad incontri formativi (vedi pagine dedicate al sito www.winmasw.com)
3. pratica di campagna
4. buon senso (che si acquisisce praticando armoniosamente i precedenti punti)

Si suggerisce di non fare mai nulla di cui non si sappia giustificare motivazioni, metodologie di acquisizione ed elaborazione e quindi, alla fine, risultati.

I nostri software si basano sullo sfruttamento congiunto di diversi *oggetti* o *componenti* utili a vincolare in modo stringente l'analisi dei dati in modo da ottenere un profilo verticale di Vs libero dall'ambiguità che altrimenti affligge qualsiasi metodo.

In altre parole si mira a identificare quella soluzione comune a tutti gli *oggetti* considerati:



Nel caso utilizzassimo unicamente il dataset A, le soluzioni possibili sarebbero i modelli A, B, C, D, E, F e G. D'altra parte se utilizzassimo unicamente il dataset B, le soluzioni possibili sarebbero i modelli G, E, F, L, I, M e H.

Solamente utilizzando assieme tutti i tre "oggetti di analisi" (*observables*) possiamo identificare il modello F come l'unico in grado di dare conto di tutti i dati osservati. I nostri software (*HoliSurface* e *winMASW-3C* e oltre) sono stati concepiti in questo modo.

I *Riferimenti bibliografici* riportati nel nostro sito e nei manuali dei nostri software riportano principali articoli e testi utili ad approfondire tematiche generali riguardo le tecniche utilizzate in *winMASW*® (MASW, MFA, FVS, ESAC, ReMi, RPM, HVSR eccetera) e *HoliSurface*® (HS, RPM, MFA, HVSR, MAAM, analisi vibrazionali di cantiere e su edifici eccetera).

UNA SINTETICA INTRODUZIONE: COSA POSSIAMO/DOBBIAMO ACQUISIRE

MASW è l'acronimo di **Multichannel Analysis of Surface Waves** (Analisi Multi-canale di Onde di Superficie). Ciò indica che il fenomeno che si analizza è la propagazione delle onde di superficie.

Ciò che si analizza è la **dispersione** delle onde di superficie (cioè il fatto che frequenze diverse - cioè lunghezze d'onda diverse - viaggiano a velocità diversa). Il principio base è piuttosto semplice: le varie componenti (frequenze) del segnale (cioè del segnale sismico che si propaga) viaggiano ad una velocità che dipende dalle caratteristiche del mezzo.

Più specificatamente: le lunghezze d'onda più ampie (cioè le frequenze più basse) sono influenzate dalla parte più profonda (in altri termini *sentono* gli strati più profondi), mentre le piccole lunghezze d'onda (le frequenze più alte) dipendono dalle caratteristiche della parte più superficiale.

La MASW standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie (specificatamente delle onde di Rayleigh): le onde di Rayleigh vengono generate da una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata) o da un cannoncino, e vengono poi registrate tramite comuni geofoni a componente verticale a frequenza propria di 4.5 Hz (vedremo poi i parametri di acquisizione).

Accanto a questo tipo di acquisizione (che presenta molti problemi dettagliati nella vasta letteratura scientifica a disposizione) **Eliosoft raccomanda con forza anche l'acquisizione di onde di Love** (altro tipo di onde di superficie) da analizzare congiuntamente alle Rayleigh per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità riferiti alle onde di Rayleigh.

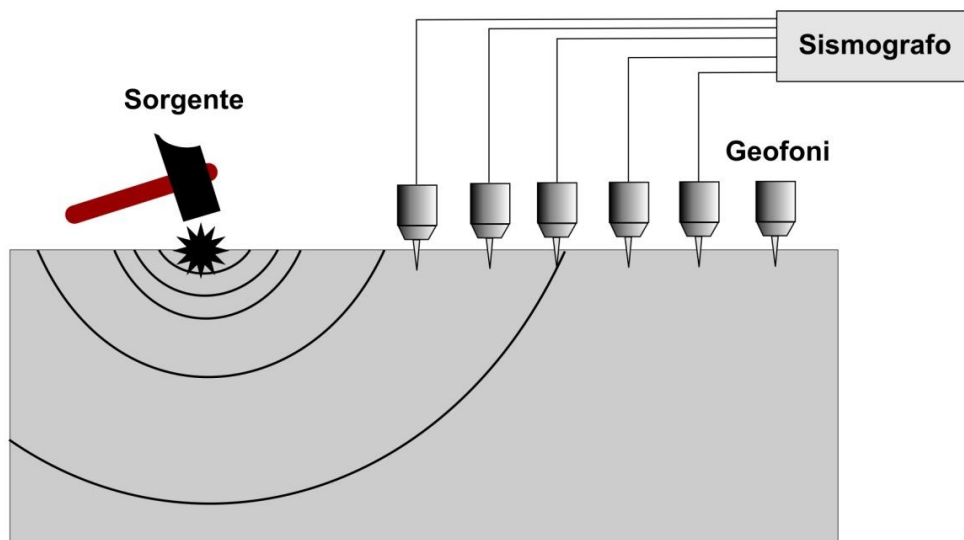


Figura 1. Stendimento sismico. Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata verticale) si acquisiranno dati utili all'analisi delle onde di Rayleigh (per fare questo si possono utilizzare geofoni verticali o geofoni orizzontali con asse allineato con lo stendimento – vedi oltre). Nel caso si utilizzino invece geofoni a componente orizzontale con asse perpendicolare allo stendimento e sorgente *di taglio* si otterrà un *dataset* utile all'analisi delle onde di Love e della rifrazione SH (vedi Figura 2).

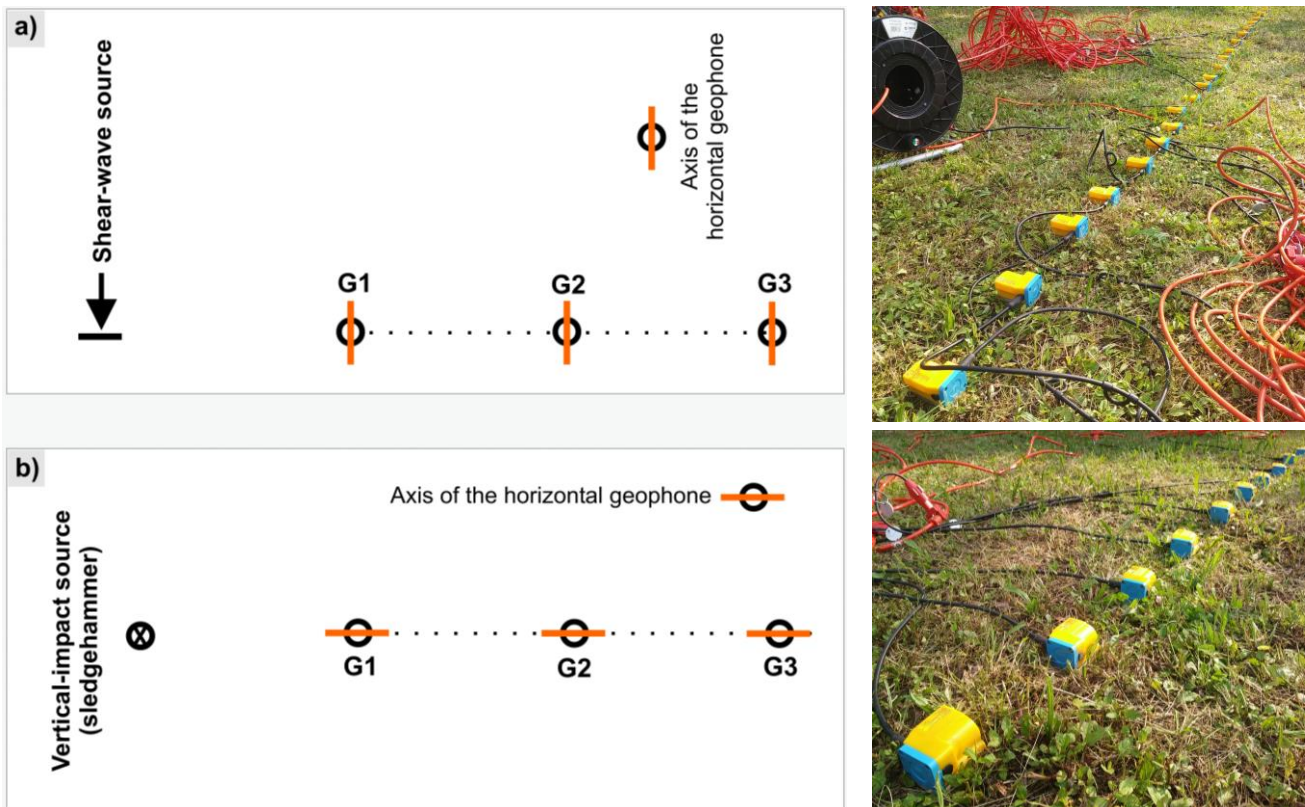


Figura 2. Acquisizione di dati congiunti Rayleigh e Love utilizzando unicamente geofoni orizzontali: **a)** stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la rifrazione delle onde SH e la dispersione delle onde di Love; **b)** stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Rayleigh (componente radiale) e, in una certa misura, la rifrazione delle onde P.

Le acquisizioni in onde di Love non possono sostituire completamente quelle in onde di Rayleigh ma la chiarezza dei loro spettri di velocità di fase risulta di estrema utilità allorché gli spettri delle onde di Rayleigh risultano di ardua interpretazione in relazione all'intrecciarsi di diversi modi (si ricorda che i modi superiori sono segnale utilissimo ma in taluni casi può risultare non banale identificare *chi-è-cosa*).

Per questo motivo è **sempre estremamente utile acquisire anche dati per analisi MASW in onde di Love**.

L'acquisizione raccomandata è semplicissima (vedi Figura 2 e 3): **step#1:** disporre i geofoni orizzontali con asse parallelo allo stendimento (Figura 2b) e dare una mazzata verticale (in questo modo si generano e registrano le onde di Rayleigh); **step#2:** ruotare i geofoni con asse perpendicolare allo stendimento (Figura 2a) e dare una mazzata di taglio (vedi Figura 3 – in questo modo si generano e registrano le onde di Love).

È poi bene effettuare due acquisizioni per HVSR (una al centro dello stendimento e l'altra a qualche decina di metri di distanza verso la sorgente o verso l'ultimo geofono). Per dettagli e motivazioni vedi i nostri libri pubblicati per la Flaccovio (in italiano) o per la Elsevier e la Springer (in inglese).

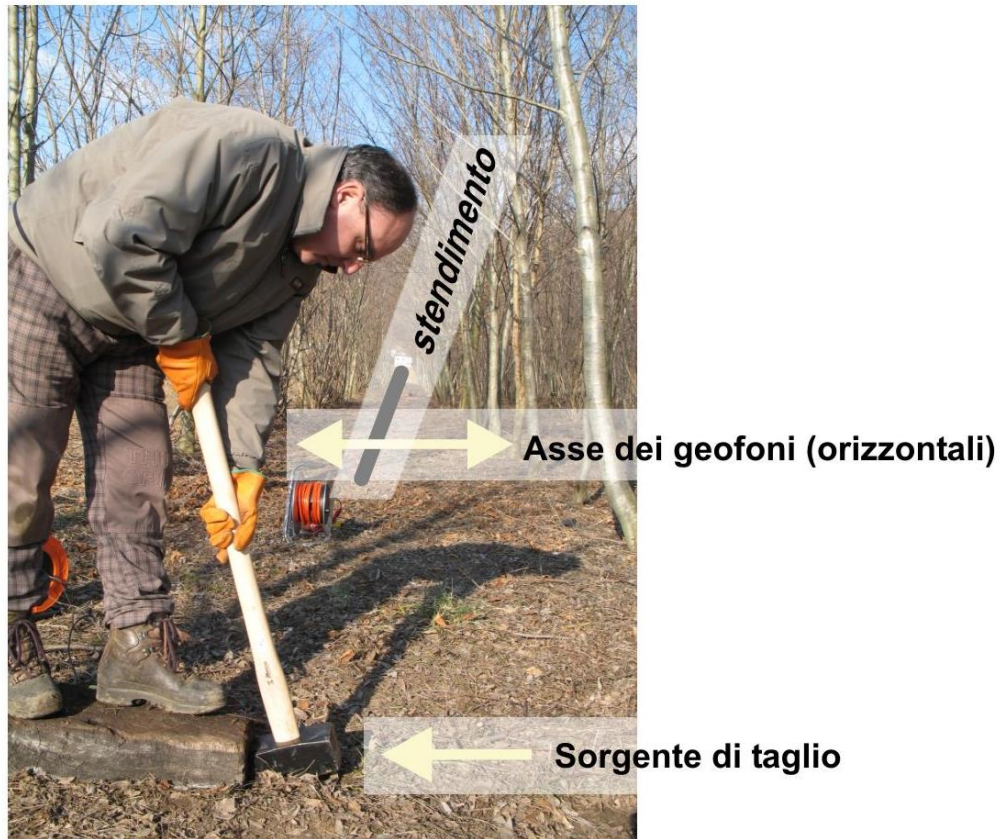













Figura 3. Acquisizione di dati utili ad analizzare la rifrazione delle onde SH e delle onde di Love (indicata la direzione dell'asse di sensibilità dei geofoni, perpendicolare allo stendimento – vedi anche Figura 2).

Fondamentale:

1) adottare la nomenclatura illustrata nel libro della Flaccovio (paragrafo 3.6 *Nominare i file di campagna: un'operazione cruciale*)

2) inviare tutti gli *shots* utilizzati per lo *stack* (vedi snapshot qui sotto in cui sono mostrati i dati riferiti alla componente RVF per un'acquisizione eseguita con *stack* 10, distanza intergeofonica 3 m e offset minimo 5.5 m).

Name	Date modified	Type	Size
 RVFdx3mo5.5.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot1.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot2.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot3.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot4.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot5.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot6.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot7.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot8.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot9.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB
 RVFdx3mo5.5_shot10.seg2	15/06/2017 09:09	SEG2 File	98 KB

Acquisizione dati MASW (Rayleigh & Love)

Si ricordi che la qualità del dato alle basse frequenze dipende (anche) dalla lunghezza dello stendimento: più lungo è, meglio saranno definite le basse frequenze. Si privilegi la lunghezza dello stendimento (la spaziatura dei geofoni ha **pochissima** rilevanza): se si possiedono 12 geofoni (che sono più che sufficienti – vedi libro Flaccovio del 2019, figura 1.9 e relativo testo) li si disponga con una distanza intergeofonica tale da coprire **tutto** lo spazio a disposizione e definire così al meglio possibile l'andamento della dispersione alle basse frequenze (uno stendimento corto non consente di vedere bene le basse frequenze e non vi è alcun problema ad avere una distanza intergeofonica di, ad esempio, 6 m [vedi dimostrazione nell'indicato libro]).

Qui di seguito una tabella dei principali parametri di acquisizione (durante i nostri *workshop* naturalmente spieghiamo il *perché* di qualsiasi cosa – molto è comunque illustrato nelle nostre diverse pubblicazioni).

Tabella 1. Dati riassuntivi riguardo i parametri di acquisizione suggeriti per acquisizioni di tipo MASW (sismica attiva per l'analisi della dispersione delle onde di superficie).

distanza tra geofoni (distanza intergeofonica)	4-8 m Attenzione: ciò che conta è la lunghezza dello stendimento, non la spaziatura tra geofoni. Più lungo è lo stendimento più si scende in profondità (come regoletta possiamo sperare - se poi eseguiamo correttamente le procedure di analisi - di scendere sino a una <i>profondità indicativamente pari alla metà della lunghezza dello stendimento</i>)
distanza sorgente-primo geofono (<i>minimum offset</i>)	Minimo 3 m ma meglio da 5 m in su
stack	Mai inferiore a 4 ma tutto dipende dalla rumorosità del sito, dalla qualità della strumentazione e dalla potenza della sorgente (in alcuni casi può essere necessario anche 10 e oltre) (se non sai cos'è lo <i>stack verticale</i> vedi libro Flaccovio 2012)
geofoni (verticali e <u>orizzontali</u>)	frequenza propria di 4.5 Hz Con i geofoni verticali è possibile acquisire <u>solo</u> la componente verticale dell'onda di Rayleigh (in attiva e passiva) Con i geofoni orizzontali si può acquisire tanto la componente radiale dell'onde di Rayleigh che le onde di Love (oltre a fare la rifrazione/riflessione SH). Si consideri che i geofoni orizzontali da 4.5 Hz vanno benissimo anche per la rifrazione vedi FAQ e Flaccovio 2019 <i>Eliosoft</i> fornisce tutti i tipi di geofoni ma, per la sismica attiva (cioè le cosiddette MASW) suggeriamo caldamente quelli orizzontali grazie ai quali si possono rapidamente acquisire sia le onde di Rayleigh che di Love (i motivi sono ampiamente illustrati in diversi articoli, nel vecchio libro Flaccovio 2012 e in quelli della Elsevier e della Springer)
tempo di registrazione	Dipende dalla lunghezza dello stendimento e dalla tipologia di sedimenti ma, tipicamente, 2 sec sono più che sufficienti
numero di canali/geofoni	12 canali sono di fatto sufficienti (per dettagli vedi ad esempio libro Elsevier o Flaccovio 2019)
dt (intervallo di campionamento)	1 ms (1000 Hz) bastano e avanzano (vedi teorema di Nyquist)
Raccomandazioni	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Nessun AGC (<i>Automatic Gain Control</i>) ➤ Nessun filtro ➤ Utilizzare, se possibile, lo stesso valore di guadagno per tutti i canali (evitando che le tracce vicine vadano in saturazione ma non perdendo troppo segnale alle tracce lontane)

Il guadagno (per i vecchi sismografi a 16bit)

Il guadagno (amplificazione) da impostare dovrebbe essere lo stesso per tutti i canali. Questo è *preferibile* (non *determinante*, ma *preferibile*) se si desidera analizzare la dispersione (cioè se vi interessa ricostruire il profilo V_s e quindi il parametro $Vs30$) ma diventa obbligatorio se si desidera valutare anche l'attenuazione delle onde di Rayleigh (per valutare i fattori di qualità Q_s).

Nel caso non si riesca ad identificare un valore di guadagno unico in grado di assicurare la buona qualità di tutte le tracce, si può anche guadagnare un po' di più le tracce lontane (naturalmente in questo caso non si potranno effettuare analisi per lo studio dell'attenuazione del segnale sismico).

In genere, grazie ad un maggiore range dinamico, i recenti sismografi a 24bit non necessitano di settare il guadagno (al massimo, alcuni di questi, richiedono un semplice settaggio di "sismica attiva" o "sismica passiva" - i dettagli dipendono da sismografo a sismografo).

Evitate di mandare in saturazione le tracce (vedi figura 4)

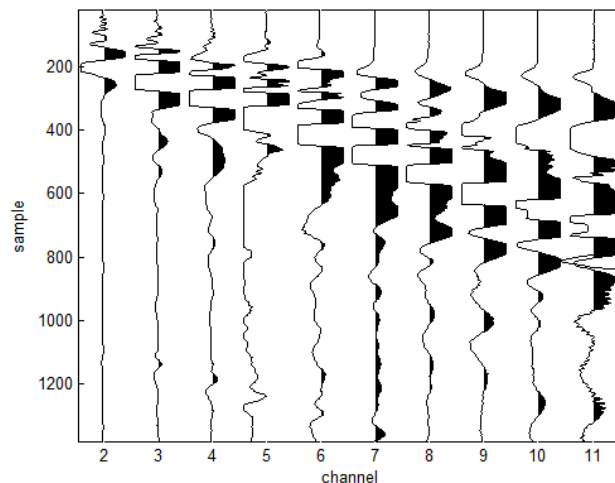


Figura 4. Dataset caratterizzato da saturazione su tutte le tracce.

Naturalmente non scordiamoci di usare il buonsenso: se ho una traccia (la prima) in saturazione non accade nulla di drammatico e i dati restano assolutamente utilizzabili.

Qui di seguito un'acquisizione effettuata con corretto guadagno: nessuna traccia risulta saturata.

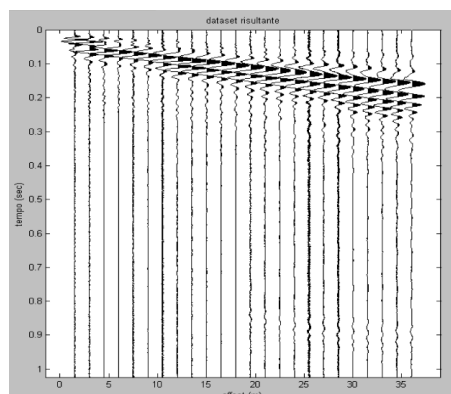


Figura 5. Dataset caratterizzato da una corretta impostazione del guadagno.

Raddoppio numero di canali per acquisizioni attive

Nel caso abbiate un *sistema di acquisizione* da, ad esempio, 9 canali è possibile fare una doppia acquisizione e sommare successivamente i due *dataset* (da 9 tracce) per ottenere un unico *dataset* che “simula” un’acquisizione a 18 tracce.

Esistono 3 possibili procedure per effettuare questa operazione (che, sottolineiamo, è possibile solamente per dati di sismica attiva e non per dati di sismica passiva):

- secondo il primo metodo (Figura 6a) la sorgente è spostata (allontanata) di una lunghezza pari a metà della distanza intergeofonica (i geofoni restano al loro posto)
- con il secondo metodo (Figura 6b) la sorgente rimane fissa e si sposta l’intero stendimento di geofoni in modo tale che il primo geofono del secondo stendimento si trovi, rispetto all’ultimo geofono del primo stendimento, ad una distanza pari alla distanza intergeofonica.
- infine il terzo metodo (Figura 6c) non implica lo spostamento di geofoni: per il secondo scoppio la sorgente è posta ad una distanza dal primo geofono pari alla somma della distanza del primo scoppio (A) + la distanza intergeofonica (B) moltiplicata per il numero di canali (n).

Con winMASW® è possibile poi sommare i *datasets* ottenuti in uno qualsiasi di questi modi. Dovrebbe essere abbastanza evidente che il primo metodo, quello alternato, è quello di gran lunga più efficace dal punto di vista delle procedure di campagna. Si ricordi comunque che il numero di canali ha ben poca importanza per la qualità dello spettro di velocità di fase (vedi Flaccovio 2019 e Springer 2020).

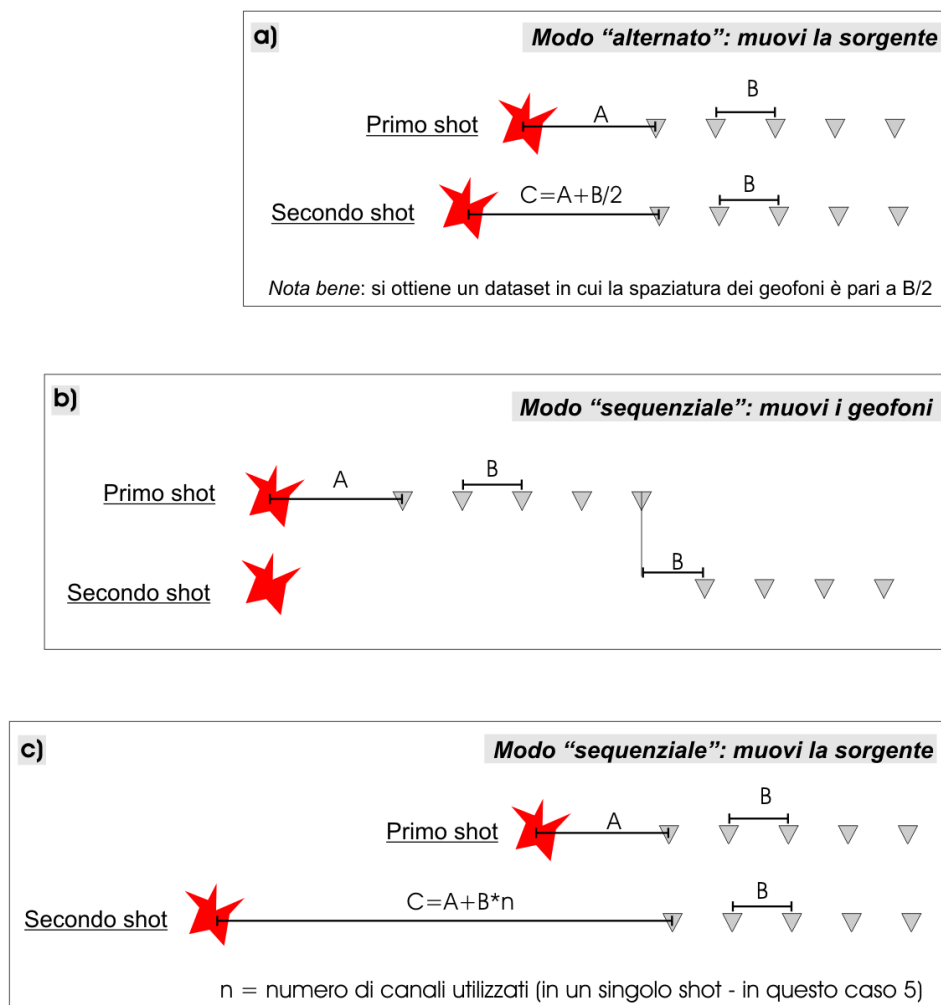


Figura 6. Metodi per la somma di più *datasets*.

Note al processo di somma di diversi *datasets*:

1. questa operazione si può naturalmente fare in relazione a qualsiasi tipo di studio, anche per studi di sismica a rifrazione e riflessione.
2. un *dataset* ottenuto dalla somma di 2 (o più) *datasets* chiaramente si riferisce a diverse energizzazioni. È nella pratica assolutamente “improbabile” (impossibile) che l’energia impiegata per le diverse energizzazioni sia esattamente la stessa. Ne consegue che le ampiezze saranno “diverse” per le 2 (o più) energizzazioni e questo implica che non è possibile effettuare studi inerenti l’attenuazione del segnale sismico (per altro al momento ben poco richiesti dal mercato e peraltro una delle cose più difficili di tutta la sismica).
3. Nella maggior parte dei casi, per stendimenti sino a 100 m di lunghezza, 12 tracce sono (se di buona qualità) assolutamente sufficienti (vedi Libri della Elsevier e della Flaccovio).

Acquisizione dati ReMi

(solo per analisi in onde di Rayleigh – componente verticale)

Poche raccomandazioni:

1. stendimento più lungo possibile (certamente superiore a 60 m – cioè ad esempio 24 geofoni distanziati di 3 m oppure 12 geofoni spazati a 6 m): *non ha alcun senso fare una ReMi (o un ESAC) con stendimenti corti*
2. geofoni verticali da 4.5 Hz
3. 10-15 minuti di registrazione (anche spezzettati in files della lunghezza di tipo 1 minuto cadauno)
4. intervallo di campionamento: 4 msec (250 Hz) sono molto più che sufficienti (bastano anche solo 100 Hz).

Ricordiamo comunque che la tecnica ReMi è oramai stata abbandonata a favore dell'ESAC (e molte altre tecniche meno note ma ugualmente più puntuali dell'ambigua ReMi – vedi manuale winMASW® e HoliSurface®).

Acquisizione dati per analisi ESAC

Si tratta di una sorta di ReMi con **stendimenti bidimensionali e dalle performance di gran lunga superiori rispetto l'ambigua ReMi.**

Nota fondamentale: l'ESAC rappresenta la dispersione della componente verticale delle onde di Rayleigh (in modalità passiva) analogamente alla MASW (attiva) effettuata con i geofoni verticali.

In entrambi i casi analizziamo la dispersione lungo la componente verticale.

Non ha quindi **nessun** senso pensare di poter fare “un’analisi congiunta” ESAC+MASW (con geofoni verticali) perché si tratterebbe di **analizzare due volte la stessa cosa.**

Il senso dell'ESAC è unicamente nella possibilità di fare stendimenti molto estesi che consentono di “vedere” frequenze molto basse.

Effettuare un ESAC con stendimenti di solo 60 m (o meno) non ha grande senso perché le informazioni che si otterrebbero sarebbero analoghe ad una MASW (con geofoni verticali). Non sarai cioè in grado di vedere correttamente le basse frequenze.

Ti interessano le basse frequenze? Le vedi con l'HVSR.

Molto altro viene illustrato, chiarito e motivato in Flaccovio 2019 e Springer 2020, vedi anche [manuale winMASW®](#) e casi studio scaricabili dal sito www.winmasw.com.

Acquisizione dati per analisi HVSR

Anche in questo caso poche raccomandazioni:

1. una ventina di minuti di registrazione (vedi il documento SESAME relativo alla scelta del tempo di registrazione in relazione alla minima frequenza a cui possiamo essere interessati che - attenzione! - dipende dal sito, dalle finalità e dalla strumentazione in nostro possesso).
2. intervallo di campionamento: 10 msec (100 Hz) sono sufficienti (del tutto inutile campionare a 300 o 500 Hz, vedi teorema di Nyquist-Shannon).
3. **Non effettuare mai un'unica acquisizione per almeno due motivi:**
 - a) qualcosa può andare storto (con la sismica passiva non si può mai essere completamente certi che i dati raccolti siano a posto);
 - b) si dovrebbe verificare che non intervengano grosse variazioni laterali (cosa possibile facendo ad esempio due o più HVSR lungo lo stendimento).

Preferibile fare un'acquisizione "completa" da - ad esempio - 20 minuti e una seconda ad una certa distanza da - ad esempio - 10 minuti (non ha alcun senso fare due acquisizioni nello stesso punto e senza rimuovere e ri-piantare il geofono).

I due datasets devono fornire dati molto simili. Se così non fosse qualcosa potrebbe essere andato storto con una delle due registrazioni o sussistono significative variazioni laterali (cosa non sorprendente in situazioni di carattere montano/collinare).

Del tutto inutile fare due HVSR nello stesso punto: estraete il geofono e portatelo a qualche metro di distanza dal primo punto.

4. evitare giornate eccessivamente ventose.
5. **convenzione più comune rispetto la sequenza delle tracce: UD (prima traccia), NS (seconda traccia), EW (terza traccia).**

La rifrazione (cosa e come)

Due rapide note:

1. la **rifrazione in onde SH è da preferire a quella in onde P**, in quanto le SH non sono così pesantemente influenzate dalle condizioni di saturazione dei sedimenti (in altri termini, con le P rischi di vedere la falda superficiale e non vedere tutto quello che c'è al di sotto). Quindi anche rispetto alla rifrazione si dimostra l'utilità di utilizzare i geofoni orizzontali (quelli da 4.5 Hz vanno benissimo anche per la rifrazione, vedi [FAQ](#) del nostro sito e Flaccovio 2019).
2. l'elaborazione tomografica è tipicamente ben più puntuale del metodo GRM. La **differenza** di prezzo tra un software GRM ed uno tomografico è circa 1200 euro.

SERVIZIO ELABORAZIONE DATI SISMICI

Quando ci inviate i dati, fornite sempre indicazioni:

- sul sito di acquisizione (eventuali fonti di disturbo, ecc.)
- stratigrafia del sito
- possibilmente un paio di foto dello stesso e piccola mappa con ubicazione delle acquisizioni

I dati vanno nominati sulla base della convenzione presentata nel *Capitolo 3* del libro "*Onde di Superficie in Geofisica Applicata*" (Giancarlo Dal Moro, 2012 - Dario Flaccovio Editore, ad esempio THF_dx5_mo5.seg2, RVF_dx5_mo5.seg2, HVSR_centrale.saf, HVSR_finestendimento.saf)

Prezzi

Dipendono dal numero di *datasets* e dal tipo di analisi (sempre considerando per l'approccio minimo suggerito è quello RVF+THF+HVSR).

Considerate alcune poco edificanti esperienze è richiesto il pagamento anticipato.

Tempi di consegna: indicativamente 3-4 giorni.

Nota

Il fatto che talune tecniche siano oramai piuttosto diffuse non significa purtroppo che vi sia un'ampia e reale comprensione degli svariati aspetti fisico-matematici insiti nell'acquisizione e analisi dei dati.

Ti sembra che quanto sopra esposto sia "complicato"?

Vieni ai nostri incontri formativi e ti accorgerai che lavorare secondo una logica ferrea rende la vita molto più semplice di quanto tu possa anche solo sperare.

Partecipare ai nostri incontri è l'unico modo di poter seriamente avvicinarsi a queste tecniche di acquisizione e analisi. Durante gli incontri (spesso di natura informale e quindi non "ingessata") tentiamo di fornire le nozioni necessarie a comprendere i dati e quindi anche i vari problemi che possono verificarsi.

2. Breve guida all'acquisto dei nostri software (*winMASW®*, *HoliSurface®*, *ELIOVSP®* e *tomografia a rifrazione*)

winMASW® consente l'analisi congiunta dei dati sismici al fine di ricavare in modo stringente il profilo verticale della V_s (velocità delle onde di taglio) e quindi anche il parametro V_{s30} e V_s equivalente richiesti dalle normative.

Le versioni disponibili sono sei - vedi tabella sottostante - e se si sceglie una versione base (ad es. *Lite* o *Standard*), si potrà in qualsiasi momento effettuare un *upgrade* ad una versione superiore.

La presenza dell'acronimo MASW in winMASW® non deve trarre in inganno: **winMASW® nelle varie versioni implementa un ricco arsenale di strumenti utili all'analisi delle onde di superficie secondo svariate tecniche sia attive che passive.**

Lite	<p>Analisi MASW in onde di Rayleigh secondo il classico metodo delle curve modali.</p> <p>Per quanto considerato classico e molto diffuso, questo approccio presenta delle criticità ampiamente illustrate nei nostri libri editi con Flaccovio e Elsevier.</p>
winHVSr	Analisi HVSr: stima periodo risonanza di sito e profilo V_s da modellazione.
Standard	<p>Analisi MASW e ReMi in onde di Rayleigh (secondo le curve modali).</p> <p>La ReMi è comunque una tecnica che sconsigliamo in quanto, a differenza della modalità attiva (MASW), in modalità passiva l'array lineare genera ambiguità nelle velocità determinate e determinabili (vedi nostri libri, articoli e incontri formativi). Se quello che interessa è scendere più in profondità rispetto alla tecnica attiva (MASW), la minima versione che consigliamo è la 3C (che integra anche analisi HVSr e onde di Love) e/o, per i più esigenti, la versione Academy (di tutto, di più).</p>
3C	<p>Analisi congiunta di MASW in onde di Rayleigh e Love (secondo le classiche curve modali) + analisi HVSr, modellazione 1D rifrazione onde P.</p> <p><u>È la versione che consigliamo con forza per iniziare bene con l'analisi congiunta delle onde di superficie</u> a chi cerca una valida via di mezzo tra le versioni base e la completezza della versione Academy, in quanto i <i>tools</i> presenti consentono di definire senza ambiguità il profilo V_s e di effettuare quanto mediamente richiesto nella libera professione. <u>Per lavorare in questo modo sono sufficienti 12 geofoni orizzontali da 4.5Hz e un triassiale.</u></p>
Professional	Analisi MASW in onde di Rayleigh e Love (curve modali), ReMi (metodo ESAC solo per array lineari - indi non troppo sensato ma utile per meglio interpretare gli ambigui spettri ReMi), analisi HVSr, modellazione 1D rifrazione onde P e SH (potendo anche includere canali a bassa velocità), analisi attenuazione onde di Rayleigh.
Academy	<p>Oltre a tutti i <i>tools</i> presenti nella Professional segnaliamo: analisi MASW con dati non equispaziati, analisi multi-componente della dispersione anche secondo l'approccio <i>Full Velocity Spectrum</i> (FVS) [computo sismogrammi sintetici], ESAC con analisi della curva <u>effettiva</u>, modellazione HVSr altamente sofisticata, analisi velocità di gruppo, analisi RPM (<i>Rayleigh Wave Particle Motion</i>), tool per il computo della Risposta Sismica Locale (RSL), svariati <i>tools</i> per l'editing dei dati attivi e passivi e la creazione di sezioni 2D, eccetera.</p> <p><i>In altri termini, tutto ciò di cui potreste aver bisogno per un'infinita serie di applicazioni. Corso di formazione incluso e necessario per poter sfruttare adeguatamente tutti i moduli implementati.</i></p>

In termini generali, per iniziare bene con il classico e standard approccio MASW multi-offset, raccomandiamo e forniamo la seguente soluzione:

- ✓ winMASW-3C (MASW in onde di Rayleigh e Love + HVSR)
- ✓ 12 geofoni orizzontali da 4.5 Hz (onde di Rayleigh e Love + rifrazione/riflessione in onde SH)
- ✓ Geofono triassiale per HVSR, analisi vibrazionali e molto altro ([vedi HoliSurface®](#))

■ Per ulteriori dettagli e approfondimenti:

- [manuale d'uso di winMASW®](#)
- pagina [winMASW®](#) per ulteriori info sul software, singole versioni e [casi studio](#)
- [video tutorials](#)
- pagina [FAQ](#) per info sulla strumentazione *hardware* ottimale e ulteriori approfondimenti

■ Perché scegliere winMASW®?

- winMASW® va molto oltre le cosiddette MASW. L'**analisi congiunta (di cui siamo riconosciuti pionieri a livello internazionale)** è l'unica che consente di identificare soluzioni precise (non soggette ad ambiguità). **L'autentica analisi congiunta è quella che si effettua all'interno dello stesso software.** Avere software distinti per ad es. MASW in onde di Rayleigh, ESAC (o, per i meno aggiornati, ReMi), HVSR ecc., significa spendere di più e lavorare in modo inefficace senza la possibilità di poter cogliere le relazioni tra tutti questi metodi che solo un *software* completo e integrato come winMASW® può darti.
- winMASW® è un software flessibile. Se scegli una versione base (ad es. *Lite* o *Standard*), potrai in qualsiasi momento effettuare un *upgrade* ad una versione più completa.
- chi sceglie winMASW® può fruire di un supporto tecnico scientifico di rilievo (vedi [pubblicazioni](#)) fondato sulla nostra continua e, internazionalmente riconosciuta, attività di ricerca applicata.

■ Versione demo?

Consideriamo il nostro lavoro (i casi studio disponibili sul nostro sito, gli articoli scritti per le riviste di geofisica e sismologia più importanti del mondo, i lavori svolti per importanti committenti internazionali, i libri "**Acquisizione e analisi di dati sismici e vibrazionali in studi di caratterizzazione sismica e geotecnica**" e "**Onde di Superficie in Geofisica Applicata**" della Flaccovio, "**Surface Wave Analysis for Near Surface Applications**" della Elsevier, "**Efficient Joint Analysis of Surface Waves and Introduction to Vibration Analysis: Beyond the Clichés**" della Springer e i molti incontri formativi) come la migliore dimostrazione delle nostre competenze e della qualità dei nostri prodotti e servizi. Molti dei metodi da noi implementati per l'analisi (congiunta) delle onde di superficie sono significativamente più avanzati rispetto ai vecchi approcci con le curve modali e le sole onde di Rayleigh.

Questo è il motivo per cui non esiste una versione *demo*, che rischierebbe di non essere approcciata correttamente nel caso si possieda una preparazione sommaria della fenomenologia delle onde di superficie.

Il nostro invito è quello di partecipare ai nostri incontri formativi in modo da comprendere sia gli aspetti teorici che, conseguentemente, quelli pratici. Si ricorda poi l'ampio materiale disponibile dal nostro sito web e i nostri *video tutorials* (vedi nostro [canale youtube](#)).

In caso di serio interesse verso i nostri metodi, siamo disponibili ad analizzare un vostro *dataset* a fini dimostrativi (idealmente un dataset Rayleigh + Love + doppio HVSR - vedi prima parte di questo documento).

Una seconda possibilità è data da una dimostrazione effettuata in remoto (via **AnyDesk**): ci si collega e, nel giro di una mezzoretta possiamo illustrarvi alcune delle principali modalità di lavoro con i nostri software.

Ai clienti che optano per le versioni di medio-alto profilo viene offerta una **giornata di formazione**.

■ Licenza Educational

Consiste nell'invio di due USB *dongles* (anziché una) ed è riservata ad Università ed Istituzioni scientifiche interessate ai prodotti *software* per finalità esclusivamente didattiche. Essa è prevista solo per *winMASW® Academy* e *HoliSurface®*, in quanto l'impiego dei software a fini esclusivamente didattici non può prescindere dall'utilizzo delle più avanzate tecniche per l'analisi delle onde di superficie. Tale Licenza è concessa solo previa dichiarazione scritta che impegna all'utilizzo del software per finalità *educational*. Le due chiavette costituiranno una *Licenza* unica e non potranno essere cedute a terzi separatamente.

■ Attivazione del software e requisiti di sistema

Il software funziona con chiave hardware (USB *dongle*) e può essere installato su un numero illimitato di computer (per l'utilizzo è chiaramente necessario l'inserimento della chiavetta). Il software funziona unicamente su sistemi operativi a 64bit, windows10 incluso e raccomandato (per ulteriori dettagli sui requisiti di sistema vedi manuale *winMASW®*).

■ Eliosoft fornisce il sistema di acquisizione *HoliSurface®* e geofoni di tutti i tipi:

➤ geofoni orizzontali e verticali da 2 e 4.5 Hz

Si ricordi che per le acquisizioni attive (MASW), pochi (9-12) geofoni orizzontali sono sufficienti e assolutamente raccomandati (di fatto quasi *obbligator*) per poter acquisire sia le onde di Rayleigh (componente radiale) che quelle di Love (si possono oltretutto utilizzare anche per la rifrazione SH).

L'utilizzo dei geofoni verticali consente di acquisire unicamente la componente verticale delle onde di Rayleigh (sia secondo tecniche attive che passive ma, comunque, spesso ambigue e complicate tanto da rischiare di sovrastimare le V_s - vedi libri Flaccovio, Elsevier e Springer) e la rifrazione in onde P (che essendo influenzata dalla presenza di acqua nel terreno è spesso più problematica e meno utile rispetto alla rifrazione SH).

I geofoni verticali sono invece necessari per le acquisizioni ReMi ed ESAC e le analisi RPM multi-offset.

Si consideri inoltre che l'acquisto di geofoni da 10 Hz (o più) per la rifrazione non ha alcun senso [vedi [FAQ](#) del nostro sito e libro pubblicato per la Flaccovio nel 2019].

➤ **geofoni triassiali [coi nostri software è anche possibile effettuare l'equalizzazione delle tracce]:** utili sia per l'HVSR che per una miriade di altre applicazioni, vedi pagine web dedicate al [mondo HoliSurface®](#).

➤ **sistema di acquisizione (sismografo eccetera) e analisi *HoliSurface®* (HS)** ottimizzato per sfruttare appieno il **software HS** - cioè **il presente ed il futuro nell'analisi di dati sismici e vibrazionali** - ma perfetto anche per il classico mondo multi-canale (più corretto parlare di multi-offset): in poche parole la sintesi ideale per poter fare **tutto** quanto esiste tra l'*alfa* e l'*omega* della sismica e delle misure vibrazionali.

■ Prezzi, conferma d'ordine e pagamenti

Per procedere all'acquisto invia a winmasw@winmasw.com i dati completi di fatturazione e, se diversi, di spedizione indicando il tipo di software scelto.

Nell'ottica della massima trasparenza dei **prezzi** e del rapporto con il cliente, teniamo a sottolineare come i prezzi indicati nel preventivo sono i migliori che possiamo offrire. Praticiamo una politica dei prezzi chiara senza listini ritoccati al rialzo e finte scontistiche, che si accompagna alla volontà di offrire prodotti e assistenza di alto profilo. Sappiamo come le politiche del *massimo ribasso* si accompagnano sempre a un modo di lavorare nella minima qualità, che non ci appartiene. Le uniche piccole eccezioni sono rappresentate dalle offerte praticate durante i nostri *workshops* (che in quel caso funzioneranno da giornata formativa).

La concessione di **pagamenti rateali** è valutata caso per caso (la chiave USB sarà attivata definitivamente al ricevimento del saldo entro i termini concordati).

■ Tempi di consegna

Spedizione a mezzo corriere entro, indicativamente, 2 gg dalla ricezione del pagamento.

Quello che serve per fare sismica non è un computer, un sismografo, un cavo sismico, qualche geofono e un software...

Ciò che serve per lavorare bene è un sistema di acquisizione e analisi in cui tutti gli elementi sopra menzionati sono tra loro perfettamente integrati, coerenti e progettati con totale cognizione di causa rispetto alle tecniche di analisi.

Il *sistema* HS consente di effettuare acquisizioni e analisi secondo le tecniche più recenti e avanzate che vanno ben oltre quelle comunemente note e proposte da chi non è in prima linea nell'implementazione di queste metodologie.

Acquistare un qualsiasi elemento del *sistema di acquisizione* senza considerare complessivamente tutti gli altri elementi significa lavorare con un *sistema* non del tutto coerente non potendo quindi sfruttare sino in fondo tutte le informazioni presenti nei dati (ad esempio: lo stesso geofono avrà performances diverse a seconda del tipo di sismografo al quale è collegato e a parità di tutti gli elementi, il cambio di un semplice cavo può provocare l'inversione della polarità dei dati e compromettere talune tipologie di analisi).

Un piccolo video introduttivo al sistema di acquisizione *HoliSurface*® (mostrata un'acquisizione HS + HVSR) è disponibile [QUI](#).

Ricorda che *Eliosoft* è anche [HoliSurface](#)®, [downhole](#) e [tomografia a rifrazione](#)

Seguici sui nostri social media per restare aggiornato sulle nostre attività:
corsi, novità, offerte e casi studio

 <https://www.facebook.com/HoliSurface> [pagina pubblica aziendale]

 <https://www.facebook.com/winMASW> [profilo privato per gli "amici"]

 <https://twitter.com/winmasw>

 <https://www.youtube.com/user/winMASW/playlists>

 https://www.researchgate.net/profile/Giancarlo_Dal_Moro

www.winmasw.com

ELIOSOFT geophysical software & services

P. IVA 01111260327 | www.winmasw.com | info@winmasw.com