

34567890

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	ottobre 2025
Autore	ELIOSOFT geophysical software & services www.winmasw.com e-mail: info@winmasw.com

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.



FORNIAMO ANCHE

SISTEMI DI ACQUISIZIONE completi (sismografi, cavi sismici, geofoni e accessori) ottimizzati per l'acquisizione olistica di dati sismici multi-componente e vibrazionali.



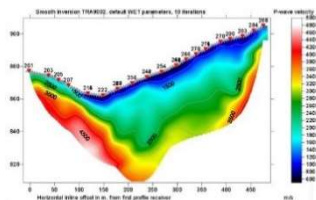
SOFTWARE

HoliSurface®
Holistic analysis of surface waves
and vibration data

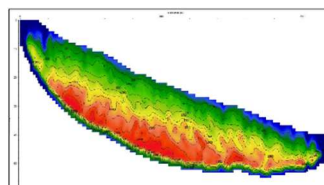
winMASW®
surface waves and beyond

VSP
ELIOSOFT
DownHole seismics

Rayfract



Reflexw



NODI SISMICI SMARTSOLO

ELIOSOFT è distributore ufficiale dei nodi sismici SmartSolo: **geofoni triassiali senza cavo, dotati di memoria e batteria interna a lunga durata.** Soluzione ideale per un'infinita gamma di applicazioni, i nodi SmartSolo si integrano perfettamente con i nostri software, winMASW® Academy e HoliSurface®, progettati per gestirne con la massima efficacia i dati registrati.

Scarica la **brochure**: http://download.winmasw.com/documents/HoliSurface_e_SmartSolo.pdf

ELABORAZIONE DATI (vedi ad esempio il nostro **servizio ADAM2D**)

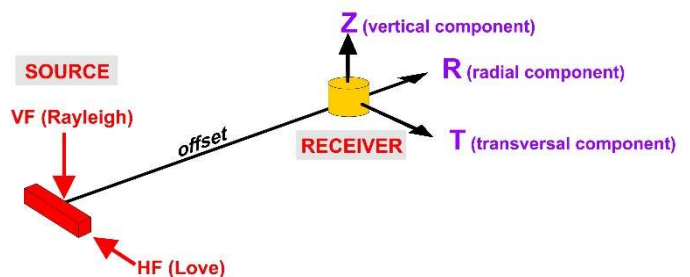


Conosci il software HoliSurface® e tutte le tecniche in esso implementate?

Immagina di poter andare in campagna solo con uno zainetto e, con **procedure** estremamente **semplici**, raccogliere **tutti i dati necessari per definire il profilo Vs** senza alcuna ambiguità, potendo al contempo eseguire **molte altre analisi** (vibrazionali, SSR e *molto* altro ancora) Tutto questo è HoliSurface, un modo per fare **meglio** ciò che, con tecniche di acquisizione più complicate (MASW, ESAC, SPAC, ReMi), faresti con risultati molto meno accurati, se non addirittura errati.

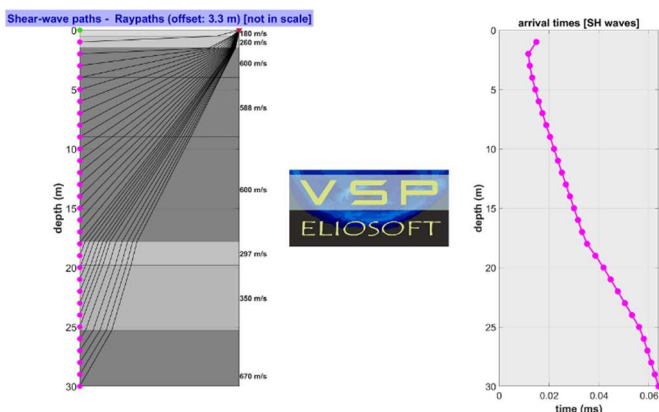
COSA PUOI FARE:

- ✓ tecnica HS [anche 2D]
- ✓ HVSR
- ✓ MAAM
- ✓ SPAC
- ✓ analisi vibrazionali (analisi dinamiche su edifici e normative UNI/DIN)
- ✓ SSR – *Standard Spectral Ratio*



Scopri di più nel manuale:

http://download.winmasw.com/documents/manuale_HoliSurface_it.pdf



ELIOVSP: il miglior software per la sismica *DownHole*

Consente l'analisi congiunta di dati di *sismica DownHole* (onde P e SH) unitamente all'HVSR.

Manuale ELIOVSP: http://download.winmasw.com/documents/ELIOVSP_manuale_IT.pdf

Sommario

1. Linee guida per acquisizioni dati	6
1.1 Una sintetica introduzione: cosa possiamo/dobbiamo acquisire.....	8
1.2 Acquisizione dati MASW (Rayleigh & Love)	11
1.3 Acquisizione dati ReMi	15
1.4 Acquisizione dati per analisi ESAC.....	15
1.5 Acquisizione dati per analisi HVSR	16
1.6 La rifrazione: cosa e come (cattive abitudini)	16
2. Breve guida all'acquisto di winMASW®	19

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.

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 che si possono estrarre dai dati (ad esempio: lo stesso geofono avrà performance 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).

È questo il motivo per cui siamo vi forniamo tutto (cioè hardware e software) ciò che è necessario per lavorare nel modo più efficace e avanzato possibile.

1. Linee guida per acquisizioni dati MASW, ReMi, ESAC [tutto multi-componente] e HVSR, con breve nota sulla rifrazione



Lezioni di Sismica

Onde di volume, di superficie, sezioni 2D e amplificazioni

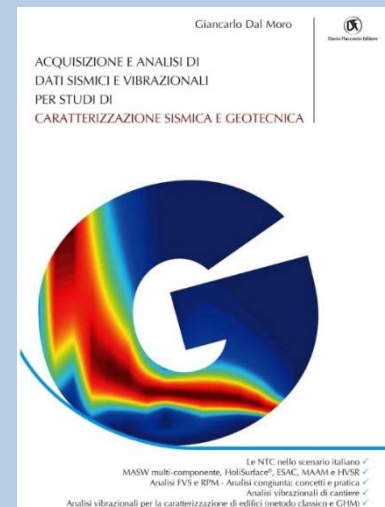
Dal Moro G., 2023, Flaccovio Editore, ISBN 9788857911946

248 pagine, 166 immagini a colori

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

Dal Moro G., 2019, Flaccovio Editore, ISBN 9788857908786

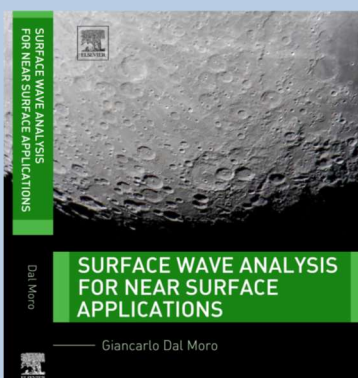
Il libro di base per una panoramica su tutte le metodologie implementate nel software HoliSurface®



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

Dal Moro G., 2012, Flaccovio Editore, ISBN 9788857901169

Un ottimo punto di partenza per approfondire teoria e pratica su MASW e HVSR



Surface Wave Analysis for Near Surface Applications

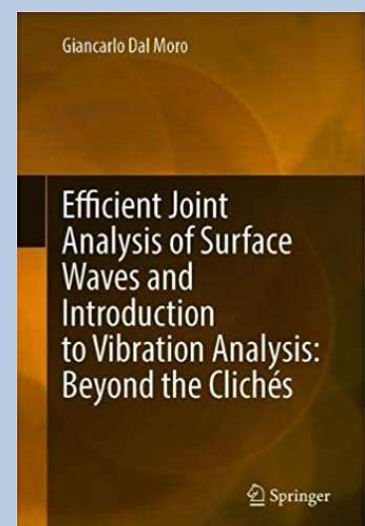
Dal Moro G., 2014, Elsevier, ISBN 978-0-12-800770-9, 252 pages,

14 commented case studies, over 100 illustrations in color

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

Dal Moro G., 2020, Springer, ISBN 978-3-030-46303-8

266 pages, over 200 illustrations in colour case studies and multi-component datasets to download and analyze



Questo documento **non vuole né può essere considerato esaustivo** di tutti gli aspetti da tenere in conto durante la fase di acquisizione.

Sono sempre necessari:

1. una **solida base teorica**
2. la **partecipazione ad incontri formativi** (visita il sito www.winmasw.com)
3. un'adeguata **pratica di campagna**
4. **buon senso**, che si acquisisce praticando armoniosamente i punti precedenti.

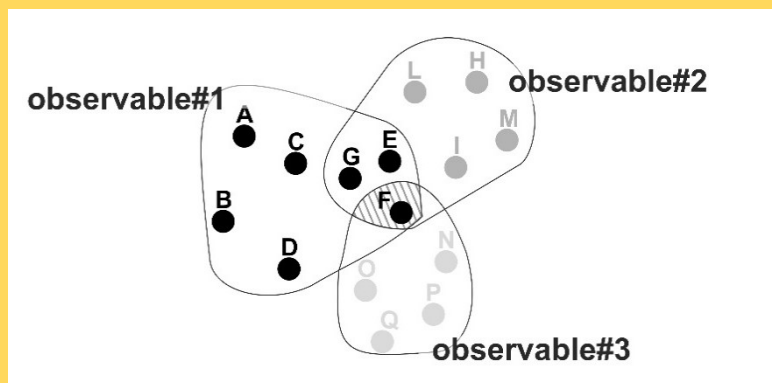
Si suggerisce di non fare mai nulla di cui non si sappiano giustificare le motivazioni, le metodologie di acquisizione ed elaborazione, e quindi i risultati finali.

I nostri software (**HoliSurface®**, **winMASW® 3C**, **Professional**, **Academy** e **ELIOVSP**) si basano sull'utilizzo congiunto di diversi **oggetti (osservabili)**, utili a vincolare in modo stringente l'analisi dei dati, in modo da ottenere un **profilo V_s libero dalle ambiguità** che altrimenti caratterizzerebbero qualsiasi metodo.

In altre parole, si mira a identificare **la soluzione comune a tutti gli osservabili considerati**.

Cosa sono gli osservabili? In termini molto concreti, sono ad esempio:

- 1) lo spettro di velocità della componente verticale dell'onda di Rayleigh
- 2) lo spettro di velocità della componente radiale dell'onda di Rayleigh
- 3) lo spettro di velocità delle onde di Love
- 4) la curva RPM
- 5) la curva HVSR



Se utilizzassimo unicamente l'**osservabile #1**, le soluzioni possibili sarebbero i modelli **A, B, C, D, E, F e G**. Se invece considerassimo solo l'**osservabile #2**, le soluzioni possibili sarebbero i modelli **G, E, F, L, I, M e H**.

Solamente utilizzando **tutti e tre gli oggetti/osservabili di analisi** possiamo identificare il modello **F** come *l'unico in grado di dare conto di tutti i dati osservati*.

I riferimenti bibliografici riportati sul nostro sito e nei manuali dei software contengono i principali articoli e testi utili ad approfondire le tematiche generali riguardanti le tecniche utilizzate in **winMASW®** (MASW, MFA, FVS, ESAC, ReMi, RPM, HVSR, ecc.) e in **HoliSurface®** (HS, RPM, MFA, HVSR, MAAM, analisi vibrazionali di cantiere e su edifici, ecc.).

1.1 Una sintetica introduzione: cosa possiamo/dobbiamo acquisire

La **MASW** (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) più “popolare” consiste nella registrazione della propagazione delle **onde di Rayleigh**, registrate mediante **geofoni a componente verticale**.

Accanto a questo approccio – che presenta molte criticità ampiamente documentate nella vasta letteratura scientifica disponibile – **Eliosoft raccomanda anche l’acquisizione delle onde di Love**.

L’analisi congiunta delle onde di Rayleigh e di Love consente infatti di definire con maggiore accuratezza il substrato e di superare le ambiguità interpretative che possono emergere negli spettri di velocità basati esclusivamente sulle onde di Rayleigh.

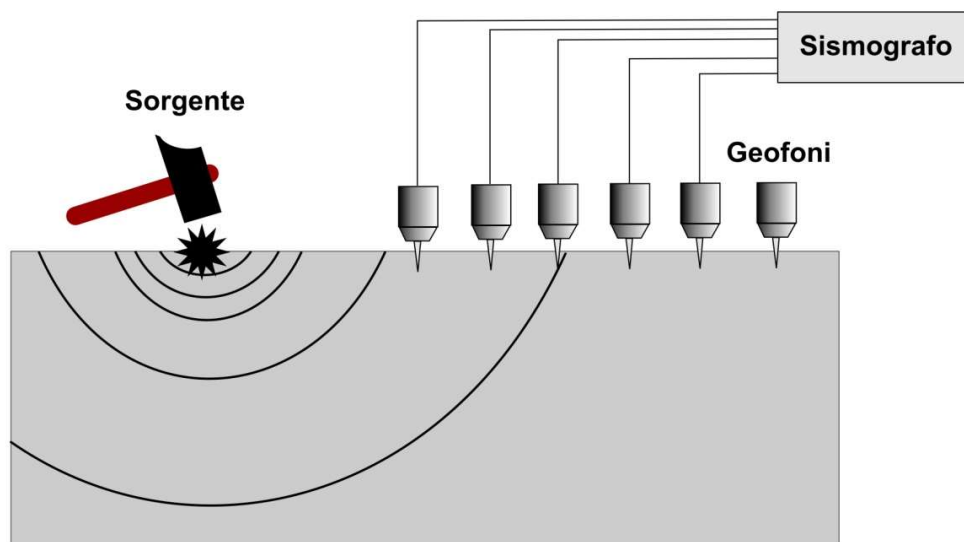


Figura 1. Stendimento sismico. Nel caso si utilizzi una sorgente ad impatto verticale (la classica martellata verticale) si acquisiranno dati utili all’analisi delle onde di Rayleigh (per fare questo si possono utilizzare geofoni verticali o geofoni orizzontali con asse allineato con lo stendimento – 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**).

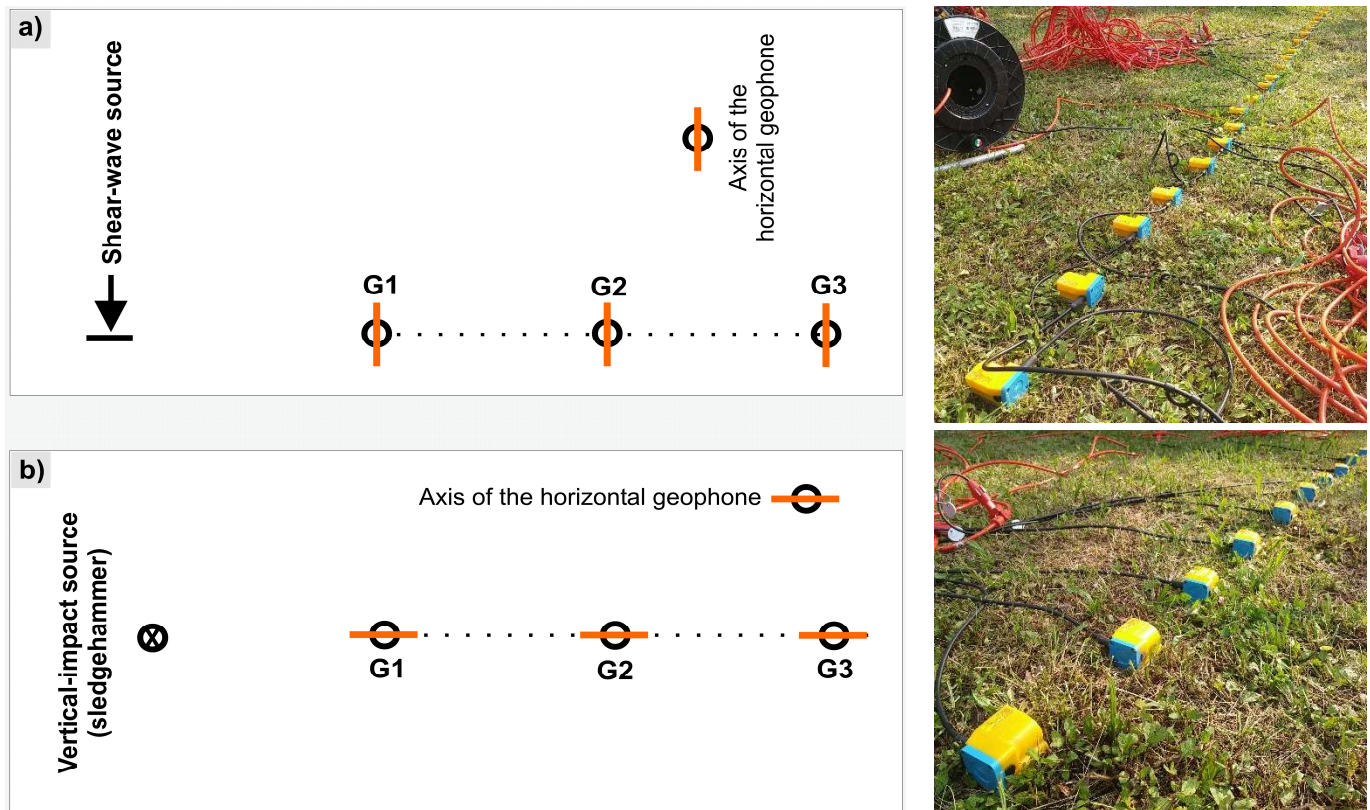


Figura 2. Acquisizione di dati congiunti Rayleigh e Love utilizzando unicamente geofoni orizzontali:
a) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la **rifrazione delle onde SH e la dispersione delle onde di Love**; **b)** stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la **dispersione 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 **maggiore chiarezza dei loro spettri di velocità di fase** risulta estremamente utile quando gli spettri delle onde di Rayleigh diventano difficili da interpretare a causa dell'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 **fortemente raccomandato acquisire anche dati per analisi MASW in onde di Love**.

L'acquisizione è molto semplice (vedi **Figure 2 e 3**):

- **Step #1:** disporre i **geofoni orizzontali** con asse **parallelo allo stendimento** (Figura 2b) e dare una **mazzata verticale** → 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** (Figura 3) → si generano e registrano le onde di **Love**.

Si consiglia inoltre di effettuare **due acquisizioni HVSR**: una **al centro dello stendimento** e un'altra **a qualche decina di metri di distanza**, verso la sorgente o verso l'ultimo geofono.

Per ulteriori dettagli e approfondimenti, si rimanda ai nostri libri pubblicati da **Dario Flaccovio Editore** (in italiano) e da **Elsevier e 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 Flaccovio, 2012 (paragrafo 3.6 *Nominare i file di campagna: un'operazione cruciale*)
- 2) caricare 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

1.2 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. La spaziatura dei geofoni ha invece pochissima rilevanza. È quindi preferibile privilegiare la lunghezza dello stendimento, distribuendo i geofoni in modo da coprire tutto lo spazio disponibile. Se si possiedono **12 geofoni** – più che sufficienti (vedi Flaccovio, 2019, figura 1.9) – è consigliabile disporli con una **distanza intergeofonica** tale da coprire tutto lo spazio a disposizione, garantendo così la migliore definizione possibile della **dispersione alle basse frequenze**.

Uno stendimento troppo corto non consente di visualizzare bene le basse frequenze e non vi è alcun problema ad avere, ad esempio, una distanza intergeofonica di 6 m (vedi dimostrazione nel libro sopra citato).

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 i geofoni. Più lungo è lo stendimento, maggiore sarà la profondità raggiungibile. Come regola indicativa, se le procedure di analisi vengono eseguite correttamente, si può sperare di scendere fino a una <i>profondità circa 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 ORIZZONTALI)	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'onda 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 Flaccovio 2019 <i>Eliosoft</i> fornisce tutti i tipi di geofoni ma, per la sismica attiva (cioè le cosiddette MASW) suggeriamo quelli orizzontali grazie ai quali si possono rapidamente acquisire sia le onde di Rayleigh che di Love (i motivi sono illustrati in vari articoli e nei libri Flaccovio 2012, Elsevier e 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	➤ 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 senza perdere troppo segnale sulle 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 ricostruire il profilo V_s e quindi il parametro V_{s30}), ma diventa **obbligatorio** se si intende valutare anche l'attenuazione delle onde di Rayleigh (per stimare i fattori di qualità Q_s).

Nel caso non si riesca a identificare un valore di guadagno unico in grado di garantire una buona qualità per tutte le tracce, è possibile aumentare leggermente il guadagno delle tracce più lontane. Naturalmente, in questo caso **non sarà possibile effettuare analisi sull'attenuazione del segnale sismico**.

In genere, grazie al maggiore range dinamico, i sismografi a 24 bit non necessitano di settare il guadagno (al massimo, alcuni modelli richiedono un semplice settaggio tra modalità *sismica attiva* e *sismica passiva*, secondo le specifiche del singolo strumento)

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

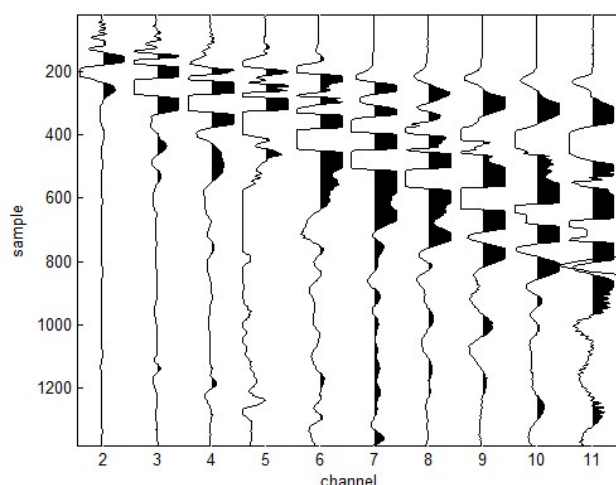


Figura 4. Dataset caratterizzato da saturazione su tutte le tracce.

Naturalmente, non dimentichiamo il **buon senso**: se abbiamo una traccia (ad esempio la prima) in saturazione, **non è nulla di drammatico** e i dati restano comunque pienamente utilizzabili.

Di seguito è mostrato un esempio di **acquisizione con guadagno correttamente impostato**, in cui nessuna traccia risulta saturata.

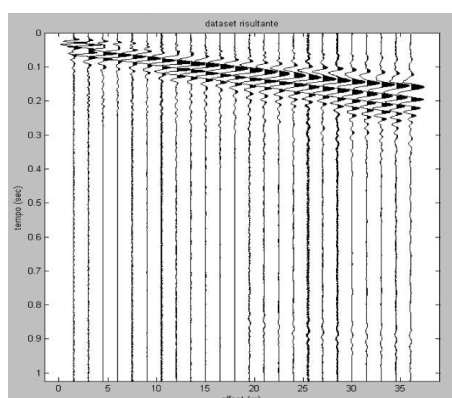


Figura 5. Dataset caratterizzato da una corretta impostazione del guadagno.

Raddoppio del numero di canali per acquisizioni attive

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

Esistono **tre possibili procedure** per effettuare questa operazione – che, va sottolineato, è **applicabile solo ai dati di sismica attiva** e non a quelli di sismica passiva:

- **Primo metodo (Figura 6a):** la sorgente viene spostata (allontanata) di una lunghezza pari a **metà della distanza intergeofonica**, mentre i geofoni restano nella stessa posizione.
- **Secondo metodo (Figura 6b):** la sorgente rimane fissa, mentre si **sposta l’intero stendimento di geofoni** in modo che il primo geofono del secondo stendimento si trovi, rispetto all’ultimo del primo stendimento, a una distanza pari alla **distanza intergeofonica**.
- **Terzo metodo (Figura 6c):** non prevede lo spostamento dei geofoni; nel secondo scoppio, la **sorgente è posta a una distanza dal primo geofono pari alla somma** della distanza del primo scoppio (A) e la distanza intergeofonica (B) moltiplicata per il **numero di canali (n)**.

Con winMASW® è poi possibile sommare i dataset ottenuti con uno qualsiasi di questi metodi. È tuttavia evidente che il **primo metodo**, quello **alternato**, risulta di gran lunga **più efficace** dal punto di vista operativo.

Si ricordi, in ogni caso, che il **numero di canali ha ben poca importanza sulla qualità dello spettro di velocità di fase** (vedi Flaccovio 2019 e Springer 2020).

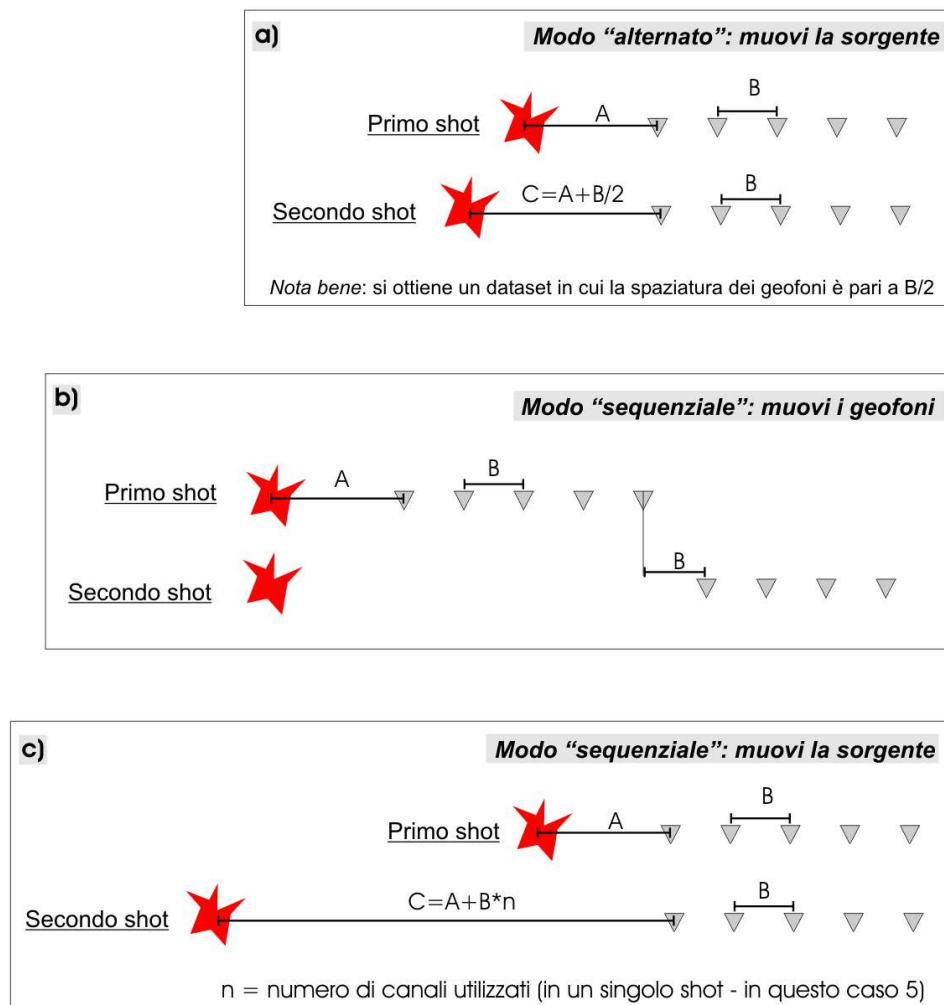


Figura 6. Metodi per la somma di più datasets.

Note al processo di somma di diversi datasets:

1. Questa operazione può essere effettuata in relazione a **qualsiasi tipo di indagine**, inclusi gli studi di **sismica a rifrazione e riflessione**.
2. Un dataset ottenuto dalla **somma di due o più dataset** chiaramente si riferisce a **diverse energizzazioni**. È, nella pratica, assolutamente **improbabile (se non impossibile)** che l'energia impiegata nelle varie energizzazioni sia esattamente la stessa e, di conseguenza, le **ampiezze dei segnali** risulteranno diverse per le due (o più) energizzazioni. Per tale ragione si sconsiglia di utilizzare dataset ottenuti da due o più energizzazioni per studi di attenuazione del segnale sismico.
3. Nella maggior parte dei casi, per **stendimenti fino a 100 m di lunghezza**, un numero di **12 tracce – se di buona qualità –** risulta **assolutamente sufficiente** (vedi libri Elsevier e Dario Flaccovio Editore).

1.3 Acquisizione dati ReMi

(non solo per le onde di Rayleigh ma per tutte le componenti!)

Poche raccomandazioni:

1. Utilizzare **lo stendimento più lungo possibile** (certamente superiore a 60 m, ad esempio 24 geofoni distanziati di 3 m oppure 12 geofoni distanziati di 6 m): non ha alcun senso eseguire una ReMi (o un ESAC) con stendimenti corti.
2. **Geofoni verticali da 4.5 Hz.**
3. **Durata di registrazione:** 10–15 minuti complessivi, eventualmente suddivisi in file di tipo 1 minuto ciascuno.
4. **Intervallo di campionamento:** 4 ms (250 Hz) sono più che sufficienti; in realtà bastano anche 100 Hz.

Ricordiamo che la tecnica ReMi è ormai stata abbandonata a favore dell'ESAC (e di molte altre tecniche meno note, ma più puntuali dell'ambigua ReMi – vedi manuali winMASW® e HoliSurface®).

1.4 Acquisizione dati per analisi ESAC

Si tratta di una sorta di **ReMi con stendimenti bidimensionali**, ma dalle **performance di gran lunga superiori** rispetto all'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, quindi, si analizza la dispersione lungo la componente verticale.

Non ha dunque alcun senso pensare di poter eseguire “un'analisi congiunta” **ESAC + MASW** (con geofoni verticali), poiché si tratterebbe di **analizzare due volte la stessa cosa**.

Il vero valore dell'**ESAC** risiede nella possibilità di realizzare **stendimenti molto estesi**, che consentono di “vedere” **frequenze molto basse**.

Effettuare un ESAC con stendimenti di soli 60 m (o meno) non ha grande utilità: le informazioni ottenute sarebbero analoghe a quelle di una MASW con geofoni verticali, e **non si sarebbe in grado di vedere correttamente le basse frequenze**.

Ti interessano le basse frequenze? Le puoi vedere efficacemente con l'**HVSR**.

Molti altri aspetti sono illustrati, chiariti e approfonditi in Flaccovio 2019 e Springer 2020 come anche nel manuale winMASW®.

1.5 Acquisizione dati per analisi HVSR

Anche in questo caso, poche raccomandazioni:

1. **Durata della registrazione:** circa 20 minuti (vedi il documento SESAME relativo alla scelta del tempo di registrazione in funzione della minima frequenza di interesse, che – attenzione! – dipende dal sito, dalle finalità e dalla strumentazione disponibile).
2. **Intervallo di campionamento:** 10 ms (100 Hz) sono sufficienti. È del tutto inutile campionare a 300 o 500 Hz (vedi teorema di Nyquist-Shannon).

3. **Mai effettuare un'unica acquisizione, per almeno due motivi:**

a) qualcosa può andare storto (con la sismica passiva non si può mai essere completamente certi della qualità dei dati raccolti);

b) si dovrebbe verificare l'assenza di **variazioni laterali significative**, ad esempio facendo due o più HVSR lungo lo stendimento.

È preferibile effettuare una **prima acquisizione “completa” di (ad esempio) 20 minuti** e una **seconda acquisizione ad una certa distanza** di (ad esempio) 10 minuti. Non ha senso effettuare due acquisizioni nello stesso punto senza spostare il geofono.

I due dataset devono fornire dati molto simili: in caso contrario, **qualcosa potrebbe essere andato storto** in una delle due registrazioni, oppure sussistono **significative variazioni laterali**.

Del tutto inutile fare due HVSR nello stesso punto: è meglio estrarre il geofono e posizionarlo a qualche metro di distanza dal primo punto.

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

1.6 La rifrazione: cosa e come (cattive abitudini)

La **rifrazione in onde S** è da preferire rispetto a quella in onde P, in quanto le onde P sono *pesantemente* influenzate dalle condizioni di saturazione dei sedimenti.

La velocità delle onde P dipende infatti dalla **compressibilità del mezzo**: poiché l'acqua è incompressibile, la sua presenza porta ad un **aumento sensibile della V_P** . Di conseguenza, la relazione tra V_P e proprietà geomeccaniche risulta **poco significativa** (ad esempio, la presenza di acqua in una matrice sabbiosa porta ad un notevole incremento delle V_P a cui corrisponde in effetti una scarsissima qualità del materiale in termini geotecnici/geomeccanici). Questo fenomeno non si verifica per le **onde di taglio** (e quindi anche per le onde di Love), la cui velocità **non dipende dalla compressibilità del mezzo**.

Per questi motivi (e molti altri), sia per la rifrazione che per le onde di superficie, si raccomanda l'utilizzo di geofoni orizzontali da 4.5 Hz (che vanno *benissimo* anche per la rifrazione), che siamo in grado di fornirvi.

Per dettagli tecnici, si rimanda ai nostri libri del 2012, 2019 e 2023, con particolare riferimento a quest'ultimo (*Lezioni di sismica*).

Foto e dati GPS nei nostri software: gestione foto geo-referenziate

In tutti i pannelli di **winMASW® Academy** e **HoliSurface®** è possibile **caricare un'immagine** da includere nel **report**. Se l'immagine contiene informazioni GPS (diverse *App* sul tuo cellulare, ad esempio **MapCam** o **GPS Map Camera**, così come molte action cam come **GoPro** o droni, possono registrarle), queste informazioni – **latitudine, longitudine, altitudine e numero di satelliti** – verranno automaticamente riportate e visualizzate nel report di output.

È comunque possibile caricare **qualsiasi foto**, anche priva di informazioni GPS, per inserirla automaticamente nel report.



MapCam



GPS Map Camera



Action cameras



Drones



Naturalmente, con i **nodi SmartSolo**, di cui **siamo distributori autorizzati**, le **informazioni GPS** vengono acquisite **automaticamente**, senza necessità di foto referenziate.



SERVIZIO ELABORAZIONE DATI SISMICI

➤ COSA INVIARE:

- Indicazioni sul **sito di acquisizione** (disturbi, ecc.)
- **Stratigrafia** del sito
- **Foto e piccola mappa con ubicazione delle acquisizioni**

➤ COME NOMINARE I FILES:

Secondo la convenzione del Capitolo 3 del libro *Onde di Superficie in Geofisica Applicata*, Dal Moro G., 2012, Flaccovio Ed., ad esempio:

THF_dx5_mo5.seg2
RVF_dx5_mo5.seg2
HVSF_centrale.saf
HVSF_finestendimento.saf

➤ DATI MINIMI CONSIGLIATI:

- foto del sito (possibilmente geo-referenziate, es. *MapCam*)
- 2 HVSF (al centro e in altro punto dello stendimento)
- dati **onde di Rayleigh** (RVF_dx2_mo8)
- dati **onde di Love** (THF_dx2_mo8)

➤ COSTO: dipende dal numero di dataset e dal tipo di analisi; l'approccio minimo consigliato è **RVF + THF + HVSF**.

➤ Pagamento: anticipato all'ordine.

➤ Tempi di consegna: indicativamente **3-4 giorni** (da verificare al momento dell'invio dei dati).

Nota

Il fatto che alcune tecniche siano ormai piuttosto diffuse **non implica una reale comprensione** dei molteplici aspetti fisico-matematici insiti nell'acquisizione e analisi dei dati. Ti sembra che quanto sopra esposto sia "complicato"?

Partecipa ai nostri **incontri formativi** e scoprirai che lavorare secondo una logica chiara e rigorosa rende tutto **molto più semplice** di quanto tu possa immaginare.

*Partecipare ai nostri incontri è l'unico modo per avvicinarsi seriamente a queste tecniche di acquisizione e analisi. Durante gli incontri, spesso di natura informale e quindi **non rigida**, tentiamo di fornire le nozioni necessarie a comprendere i dati e quindi anche i vari problemi che possono presentarsi.*

2. Breve guida all'acquisto di winMASW®

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 Vs30 e Vs 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	Analisi MASW in onde di Rayleigh secondo il classico metodo delle curve modali. Per quanto considerato classico e molto diffuso, questo approccio presenta delle criticità ampiamente illustrate nei nostri libri editi con Flaccovio e Elsevier.
winHVSr	Analisi HVSr: stima periodo risonanza di sito e profilo V_s da modellazione.
Standard	Analisi MASW e ReMi in onde di Rayleigh (secondo le curve modali). <i>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).</i>
3C	Analisi congiunta di MASW in onde di Rayleigh e Love (secondo le classiche curve modali) + analisi HVSr, modellazione 1D rifrazione onde 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 <i>Academy</i> , 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>
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	Oltre a tutti i <i>tools</i> presenti nella Professional segnaliamo: analisi MASW con dati <i>non</i> equispaziati, analisi multi-componente della dispersione anche secondo l' approccio Full Velocity Spectrum (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, <i>tool</i> per creazione di sezioni 2D , strumento 2D-SuPPSALA per la determinazione di sezioni 2D delle V_s a partire da dati passivi multi-componente, strumenti per l'identificazione e rimozione di segnali industriali che possono alterare la curva HVSr e molto altro. <i>In altri termini, tutto ciò di cui potreste aver bisogno per un'infinita serie di applicazioni e analisi.</i>

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 winMASW®: http://download.winmasw.com/documents/manuale_winMASW_it.pdf
- pagina winMASW® sul nostro sito per ulteriori info sul software, singole versioni e casi studio
- video tutorials: <https://www.youtube.com/user/winMASW/playlists>

■ 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, Standard o 3C), 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 https://www.winmasw.com/_it/pubblicazioni) fondato sulla nostra continua e, internazionalmente riconosciuta, attività di ricerca applicata.

■ Versione demo?

Consideriamo il nostro lavoro – i casi studio disponibili sul sito, gli articoli pubblicati sulle più importanti riviste di geofisica e sismologia internazionali, i progetti svolti per committenti di rilievo, i libri **Lezioni di sismica, Acquisizione e analisi di dati sismici e vibrazionali in studi di caratterizzazione sismica e geotecnica** e **Onde di Superficie in Geofisica Applicata** editi da Flaccovio, **Surface Wave Analysis for Near Surface Application** (Elsevier), **Efficient Joint Analysis of Surface Waves and Introduction to Vibration Analysis: Beyond the Clichés**, oltre ai numerosi 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 tradizionali approcci basati sulle curve modali e sulle sole onde di Rayleigh.

Per questo motivo non è prevista una versione *demo*, che rischierebbe di non essere approcciata correttamente nel caso si possieda una preparazione sommaria della fenomenologia delle onde di superficie. Invitiamo pertanto a partecipare ai nostri incontri formativi, per approfondire sia gli aspetti teorici che, conseguentemente, quelli pratici. È inoltre disponibile un ampio materiale informativo sul nostro sito web e i video tutorials sul nostro canale YouTube (<https://www.youtube.com/user/winMASW/playlists>).

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, come descritto nella prima parte di questo documento).

Un'ulteriore possibilità è una dimostrazione in remoto (via AnyDesk): ci si collega e, nel giro di circa mezz'ora, possiamo illustrarvi alcune delle principali modalità operative dei nostri software.

■ 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 necessario l'inserimento della chiavetta). Il *software* funziona su sistemi operativi a 64bit ed è compatibile con i recenti SO (per dettagli sui *requisiti di sistema* vedi manuale winMASW®).

■ Assistenza

L'assistenza è assicurata **per la release corrente di ciascun software**.

I problemi più comuni e le relative soluzioni sono illustrati nei rispettivi **manuali**.

■ 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.

■ Eliosoft fornisce nodi sismici 3C e geofoni di tutti i tipi

➤ geofoni orizzontali e verticali ad alta sensibilità

Si consideri che per l'acquisizione delle onde di superficie in **1D bastano 9–12 geofoni**, mentre per il **2D** il discorso è più articolato e ne **suggeriamo almeno 24**. In quest'ultimo caso è *fortemente* consigliato l'utilizzo di geofoni verticali e orizzontali con la stessa curva di risposta (vedi tecnica 2D-SuPPSALA di winMASW® Academy). **Attenzione:** l'intera curva di risposta, non solamente la *corner frequency*; in altre parole, non basta che siano geofoni da 4.5 Hz.

Si consideri anche che con i geofoni orizzontali si possono acquisire sia le onde di Rayleigh (componente radiale) sia quelle di Love, mentre con i geofoni verticali solo le onde di Rayleigh (componente verticale).

Inoltre, anche per la sismica a rifrazione, a causa dell'effetto della saturazione sulla velocità delle onde P, è sempre consigliato lavorare con le onde S (quindi con i geofoni orizzontali) (vedi libro *Lezioni di Sismica*, 2023).

➤ geofoni triassiali tradizionali da collegare al sismografo [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®](#).

➤ nodi sismici 3C SmartSolo (di cui siamo distributori autorizzati): si tratta di geofoni triassiali senza cavo, dotati di memoria interna e batteria a lunga durata che risultano ideali per una vastissima gamma di applicazioni che vanno dall'analisi delle onde di superficie e di volume, al monitoraggio strutturale sino ad applicazioni di carattere sismologico. Tra le principali caratteristiche: risposta piatta fino a <0.1 Hz, batteria integrata con autonomia di 15-30 giorni (estendibile tramite batteria esterna), GPS e Bluetooth integrati, oltre a un pratico accessorio per download dati e ricarica. I software HoliSurface® e winMASW® Academy sono ottimizzati per gestire con la massima efficacia i dati acquisiti con i nodi sismici. Per maggiori dettagli: http://download.winmasw.com/documents/HoliSurface_e_SmartSolo.pdf

■ Prezzi, conferma d'ordine, chiavi, pagamenti e tempi di consegna

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

Nell'ottica della massima trasparenza dei **prezzi** e del rapporto con il cliente, teniamo a sottolineare che i prezzi indicati nel preventivo sono i migliori che possiamo offrire. Praticiamo una politica dei prezzi chiara, senza listini ritoccati al rialzo né finte scontistiche, accompagnata dalla volontà di offrire prodotti e assistenza di alto profilo. Sappiamo come le politiche del *massimo ribasso* si associno sempre a un modo di lavorare di minima qualità, che non ci appartiene.

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

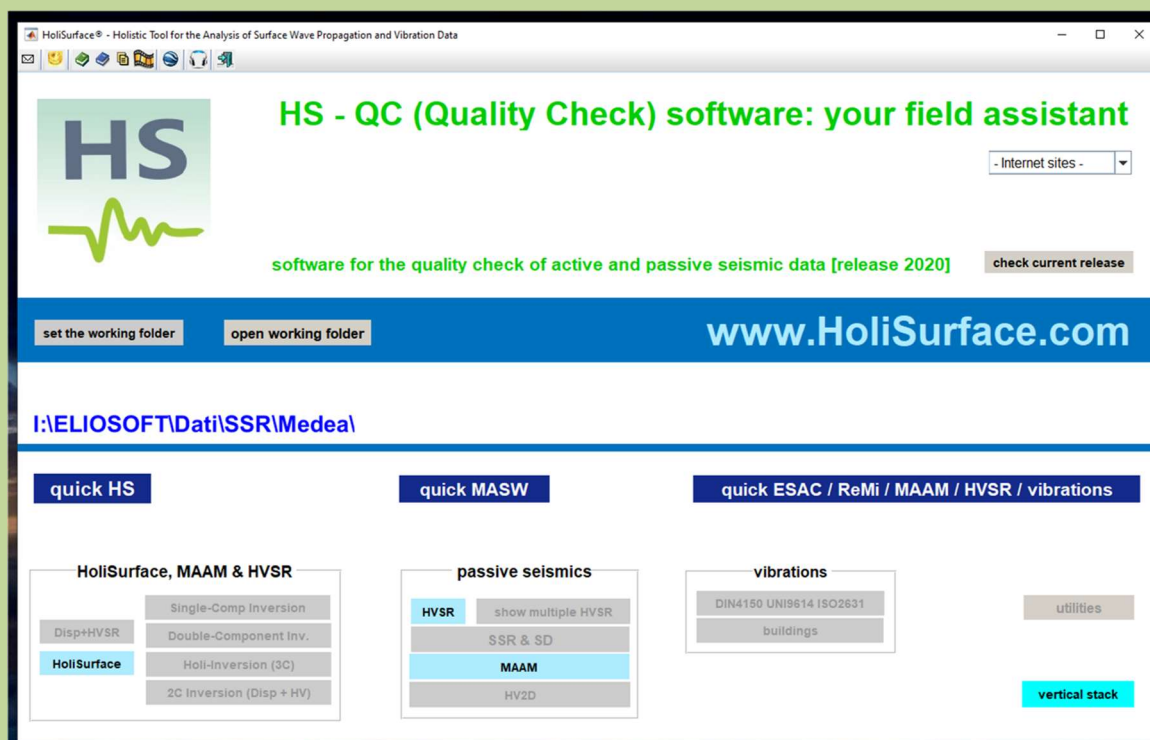
Chiavi di attivazione (USB dongles) aggiuntive alla prima possono essere concesse – con una scontistica che varia di caso in caso – alla medesima Ragione Sociale (cioè allo stesso licenziatario), **esclusivamente a società** (snc, sas, srl, ecc.) e **non** a ditte individuali o liberi professionisti.

La spedizione viene effettuata a mezzo corriere entro un paio di giorni dalla ricezione del pagamento.

HS-QC [Quality Check]

Il software da portare in campagna per valutare la qualità dei dati acquisiti

HS-QC ti permette di valutare in tempo reale la qualità dei dati rispetto a un'ampia gamma di metodologie attive e passive: MASW, *HoliSurface*®, MFA, HVSR, ESAC, ReMi, Spectral Ratios, MAAM (*Miniature Array Analysis of Microtremors*), vibrazioni, eccetera. Disponibile a un costo estremamente contenuto, HS-QC è pensato sia per gli utenti *HoliSurface*® e *winMASW*®, che per coloro che utilizzano altri applicativi software.



**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://www.linkedin.com/in/giancarlo-dal-moro-6034b715/>

 <https://www.linkedin.com/company/2170873>

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

www.winmasw.com