



**Medoilgas Italia S.p.A.**

Società del Gruppo Mediterranean Oil & Gas Plc.  
Attività di direzione e coordinamento: Mediterranean Oil & Gas Plc.

**REGIONE ABRUZZO E MOLISE**  
**Province di Chieti e Campobasso**

**Istanza di Permesso di Ricerca in Terraferma**  
**"San Buono"**

**PROGETTO DEFINITIVO**

	Commessa PL098		Doc. n. S0000VRL12		
	00	Marzo 2013	Mammarella I.	Di Michele C.	Palozzo W.
	<b>REV.</b>	<b>DATA</b>	<b>ELABORATO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>

00	Emissione	PROGER	MEDOILGAS	MEDOILGAS	Marzo 2013
<b>REV.</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>PREPARATO</b>	<b>VERIFICATO</b>	<b>APPROVATO</b>	<b>DATA</b>



**Medoilgas Italia S.p.A.**

Società del Gruppo Mediterranean Oil & Gas Plc.  
Attività di direzione e coordinamento: Mediterranean Oil & Gas Plc.

**ISTANZA DI PERMESSO DI RICERCA IN  
TERRAFERMA "SAN BUONO"**

**PROGETTO DEFINITIVO**

Pagina 2 di 28

## **SOMMARIO**

<b>1</b>	<b>UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO .....</b>	<b>3</b>
1.1	SOGGETTO PROPONENTE.....	4
1.2	DATI CARATTERISTICI DEL PERMESSO DI RICERCA.....	4
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA' .....</b>	<b>6</b>
2.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED OBIETTIVI DELLA RICERCA .....	7
2.2	DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA .....	9
2.2.1	Prospezione mediante il metodo sismico .....	10
2.2.2	Normativa Tecnica e Standard di Riferimento .....	27

## 1 UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO

L'attività in oggetto si trova all'interno del Permesso di Ricerca "San Buono" caratterizzato da una superficie di 737,75 Km<sup>2</sup> ed ubicato a cavallo delle Regioni Abruzzo e Molise, nel territorio delle Province di Chieti (262,84 km<sup>2</sup>) e Campobasso (474,91 km<sup>2</sup>); esso interessa Comuni ripotati di seguito.

Regione	Provincia	Comune	Regione	Provincia	Comune
Abruzzo	Chieti	ARCHI	Molise	Campobasso	ACQUAVIVA COLLECROCE
		ATESSA			CASACALENDA
		BOMBA			CASTELBOTTACCIO
		BORRELLO			CASTELLINO DEL BIFERNO
		CARPINETO SINELLO			CASTELMAURO
		CASALANGUIDA			CIVITACAMPOMARANO
		CELENZA SUL TRIGNO			FOSSALTO
		CIVITALUPARELLA			GUARDIALFIERA
		COLLEDIMEZZO			LIMOSANO
		DOGLIOLA			LUCITO
		FALLO			LUPARA
		FRESAGRANDINARIA			MAFALDA
		FURCI			MONTAGANO
		GISSI			MONTEFALCONE NEL SANNIO
		GUILMI			MONTEMITRO
		LENTELLA			MONTENERO DI BISACCIA
		MONTAZZOLI			MORRONE DEL SANNIO
		MONTEBELLO SUL SANGRO			PALATA
		MONTEFERRANTE			PETRELLA TIFERNINA
		MONTELAPIANO			PROVVIDENTI
		PALMOLI			ROCCAVIVARA
		PENNADOMO			SALCITO
		PIETRAFERRAZZANA			SAN BIASE
		ROCCASPINALVETI			SAN FELICE DEL MOLISE
		SAN BUONO			SANT'ANGELO LIMOSANO
		SAN GIOVANNI LIPIONI			TAVENNA
TORNARECCIO	TRIVENTO				
TUFILLO					
VILLA SANTA MARIA					

In particolare l'area del Permesso di Ricerca è compresa all'interno delle seguenti coordinate geografiche (meridiano fondamentale di Monte Mario):

Vertice	Longitudine	Latitudine	Vertice	Longitudine	Latitudine
A	2°00'	42°05'	T	2°22'	41°52'
B	2°04'	42°05'	U	2°22'	41°44'
C	2°04'	42°00',397	V	2°19'	41°44'
D	2°08',894	42°00',397	Z	2°19'	41°42'
E	2°12',769	41°57',425	A'	2°13'	41°42'
F	2°15',418	41°59',346	B'	2°13'	41°40'
G	2°15',821	41°59',035	C'	2°06'	41°40'
H	2°16',081	41°59',224	D'	2°06'	41°44'
I	2°16',587	41°58',837	E'	2°08'	41°44'
L	2°17'	41°59',14	F'	2°08'	41°58'
M	2°17'	41°59'	G'	1°53'	41°58'
N	2°18'	41°59'	H'	1°53'	41°55'
O	2°18'	41°58'	I'	1°52'	41°55'
P	2°16'	41°58'	L'	1°52'	42°00'
Q	2°16'	41°54'	M'	1°56'	42°00'
R	2°19'	41°54'	N'	1°56'	42°04'
S	2°19'	41°52'	O'	2°00'	42°04'

### 1.1 SOGGETTO PROPONENTE

Soggetto proponente del progetto in esame è Medoiligas Italia Spa.

<b>Proponente:</b>	MEDOILGAS ITALIA S.P.A.
<b>C.F.:</b>	08344911006
<b>Sede legale:</b>	Roma, via Cornelia, 498 (C.a.p. 00166)

### 1.2 DATI CARATTERISTICI DEL PERMESSO DI RICERCA

Di seguito si riportano sinteticamente le informazioni relative al Permesso di Ricerca in Terraferma denominato "San Buono" .



<b>Titolarietà e quote di partecipazione (%):</b>		MEDOILGAS ITALIA S.P.A. (100 %)
<b>Permesso di ricerca "San Buono"</b>	<b>Superficie totale</b>	737,75 Km <sup>2</sup>
	<b>Regione</b>	Abruzzo e Molise
	<b>Provincia</b>	Chieti e Campobasso
	<b>Comuni</b>	Acquaviva Collecroce, Archi, Atesa, Bomba, Borrello, Carpineto Sinello, Casacalenda, Casalanguida, Castelbottaccio, Castellino del Biferno, Castelmauro, Celenza sul Trigno, Civitacampomariano, Civitaluparella, Colledimezzo, Dogliola, Fallo, Fossalto, Fresagrandinaria, Furci, Gissi, Guardialfiera, Guilmi, Lentella, Limosano, Lucito, Lupara, Mafalda, Montagano, Montazzoli, Montebello sul Sangro, Montefalcone nel Sannio, Monteferrante, Montelapiano, Montemitro, Montenero di Bisaccia, Morrone del Sannio, Palata, Palmoli, Pennadomo, Petrella Tifernina, Pietraferrazzana, Provvidenti, Roccaspinalveti, Roccavivara, Salcito, San Biase, San Buono, San Felice del Molise, San Giovanni Lipioni, Sant'Angelo Limosano, Tavenna, Tornareccio, Trivento, Tuffillo, Villa Santa Maria
	<b>Sezione Unmig competente</b>	ROMA

Si riporta a seguire un elenco riassuntivo relativo alla cronistoria del titolo minerario oggetto del progetto in esame.

<b>Data</b>	<b>Natura del provvedimento</b>	<b>Contenuto</b>	<b>Pubblicazione BUIG</b>
31/08/2007	Istanza di permesso		<b>LI-8</b>
19/06/2008	Esame CIRM	Parere favorevole	
23/07/2008	Comunicazione	Parere favorevole CTIG/CIRM e richiesta intesa e VIA	
11/08/2008	Comunicazione	Da Operatore: avvenuta presentazione VIA	
03/11/2008	Ulteriori richieste	Da Min. Beni culturali a Soc.: richiesta ulteriore doc. per parere	



10/11/2008	Interlocutoria	Risposta Min. Beni culturali	<b>LII-4</b>
16/01/2009	Risposta Intesa	Da Reg. Molise	
19/03/2009	Istanza sospensione attività istruttorie		
19/03/2009	Ulteriori richieste	Istanza sospensione procedimento	
31/03/2009	Sospensione attività istruttoria	Fino al 31-12-09	
17/11/2011	Interlocutoria	Da Soc. a Reg. Abruzzo: richiesta chiarimenti	
14/09/2012	Sollecito	Da Min a Reg. Abruzzo e Molise: richiesta emanare/confermare VIA e Intesa	
17/10/2012	Interlocutoria	Da Reg. Molise: comun. mancata presentazione VIA da parte Società. Procedura sospesa	

## 2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITA'

Il normale svolgimento dei lavori può essere riassunto in due fasi ben distinte:

- Fase conoscitiva, che non prevede interventi diretti sul territorio, ma solo la revisione presso uffici e laboratori specializzati dei dati di geologia di superficie e di sottosuolo esistenti, l'acquisto ed il trattamento di linee sismiche già acquisite; risultando questa fase molto onerosa, può essere ragionevolmente attuata solo dopo l'ottenimento del permesso di ricerca.
- Fase esecutiva, consistente nell'eventuale acquisizione sismica mediante tecnologia Vibroseis, a seguito dei risultati della fase conoscitiva.

Di seguito si riporta una schematica articolazione del normale svolgimento delle fasi.

### 1. Fase conoscitiva

- Studio geologico regionale
- Reprocessing di dati sismici registrati in precedenza sull'area.

### 2. Fase esecutiva

- Acquisizione sismica.



## **2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED OBIETTIVI DELLA RICERCA**

Dal punto di vista geologico l'area di istanza è caratterizzata quasi completamente dalla presenza in affioramento della potente coltre di sedimenti della "Falda Molisano-Sannitica" che giace, in situazione di totale alloctonia, sull'unità autoctona della Piattaforma Apula. Limitati affioramenti di depositi pliocenici si ritrovano lungo il suo margine orientale.

In superficie, i sedimenti della coltre alloctona, sono disposti secondo assi strutturali orientati in senso appenninico a grande scala, mentre localmente il pattern deformativo può essere notevolmente più complesso.

I carbonati della Piattaforma Apula vengono a giorno, esumati dall'orogenesi appenninica, circa 12 km a NO dell'area in istanza, in corrispondenza del massiccio della Maiella. L'affioramento di questa, e degli altri massicci carbonatici disposti lungo il margine sud-orientale della catena calcarea abruzzese, possono fornire l'opportunità di modelli geologici di riferimento anche per il sottosuolo dell'area in istanza.

L'area considerata è stata sede in passato, soprattutto negli anni '70, di una importante attività di esplorazione petrolifera che ha compreso l'acquisizione di svariate campagne sismiche e la perforazione di numerosi pozzi esplorativi. Attività che ha condotto, tra l'altro, alla scoperta del campo di gas di interesse commerciale di Bomba situato immediatamente ad ovest del settore nord-occidentale dell'area di istanza.

La serie stratigrafica rappresentativa dell'area in esame è costituita, come accennato, in prima analisi, da due gruppi di formazioni, sovrapposti mediante un contatto anomalo: la Falda alloctona Molisano-Sannitica, affiorante nell'intera area del permesso e la sottostante unità autoctona della Piattaforma Apula, non affiorante all'interno dell'area, e raggiunta solo da alcuni sondaggi per ricerca di idrocarburi (San Biase 1, Castelmauro 2, Civitacampomarano 1, Tamerici 1, Pennadomo 2).

Per quanto riguarda Falda Molisano-Sannitica, all'interno dell'area in istanza essa è composta, dall'alto verso il basso, dalle seguenti formazioni:

- a) flysch di Agnone: torbiditi distali prevalentemente pelitiche, con sparse unità a corpo arenaceo, di età Messiniana inferiore e Tortoniana, con spessori massimi di circa 700 m
- b) complesso marnoso-calcareo di Tuffillo: alternanze metriche di calcari marnoso arenacei e marne, fossiliferi, di età tortoniano - langhiana, con spessore medio di circa 600 m
- c) argille varicolori: argilliti varicolori, fissili, con giacitura più o meno caotica, inclusi carbonatici olistolitici, di età oligocenico - paleocenica, spessore di poche centinaia di m.

La sequenza alloctona Molisano-Sannitica appena descritta rappresenta la copertura stratigrafica della serie pelagica mesozoica calcarea della parte più interna del dominio Lagonegrese - Frosolone, da cui si è scollata nella fase di inversione strutturale di quest'ultimo.



L'Unità autoctona Apula, è qui intesa in senso lato, nei suoi vari termini stratigrafici che la compongono. L'unità è stata penetrata in varia misura (fino a circa 700 m nel pozzo Tamerici 1) da diversi pozzi esplorativi in cui si evidenziano le forti variabilità della sequenza, con uno sviluppo molto articolato, sia in termini di spessori che di distribuzione, dei terreni terziari, così come si evidenzia anche in corrispondenza degli affioramenti delle unità presenti al margine sud-orientale della catena calcarea abruzzese. La serie completa si compone delle seguenti unità:

- a) formazione Fara: argille plastiche siltose, ricche in foraminiferi planctonici, di età Pliocenica inferiore. Tale Formazione, con spessori variabili ma sempre presente nel sottosuolo dell'area in istanza, ha età corrispondente alla biozona a Sphaeroidinellopsis nel settore occidentale e si estende stratigraficamente verso l'alto, fino a comprendere la biozona a G. punctulata, incontrata in pozzi più ad est. Gli spessori variano molto, come detto, tra alcune decine di m (pozzi Fonteviva 1; Pescopennataro 1; San Biase 1), fino a circa 400 m e oltre (pozzi Rosello 1; Messer Marino 1); l'unità giace in trasgressione discordante su termini stratigrafici diversi
- b) formazione Gessoso-Solfifera: è presente in modo molto discontinuo; nei pozzi Pescopennataro, Selvapiana 1, Palata 1 è rappresentata da poche decine di metri di calcari saccaroidi brecciati (Formazione Breccie di Villalfonsina), mentre altrove è del tutto assente (Messer Marino 1, Tamerici 1, San Biase 1; Castelmauro 1) e, nel settore di Bomba, può superare anche i 200 m in facies evaporitica franca; a sua volta la formazione Gessoso – Solfifera ed eq. può giacere in paraconcordanza sui termini medio-miocenici della Formazione Bolognana come in discordanza sui termini cretacei del substrato carbonatico
- c) formazione Bolognana: anche essa caratterizzata da una distribuzione molto discontinua, è costituita da poche decine di metri di P/W bioclastici, massivi, con Briozoi e Litotamni, di età da Tortonianiano a Langhiano
- d) formazioni carbonatiche mesozoiche: variano stratigraficamente in senso trasversale all'area di istanza: i pozzi Pescopennataro hanno incontrato una sequenza con spessore di oltre 300 m di alternanze di calcari brecciati a frammenti di Rudiste e calcari chalky a foraminiferi planctonici, attribuiti al Cenomaniano superiore (Calcari cristallini Auct.); facies del tutto simili, ad Orbitoides, frammenti di Rudiste e G. stuarti, attraversate dai pozzi Messer Marino 1 e Bomba 1, sono datate al Senoniano o Maastrichtiano; infine, nel settore più orientale, il pozzo Tamerici 1d, al di sotto della formazione Bolognana, ha attraversato direttamente un forte spessore (oltre 640 m) di M/W a Cuneoline e Salpingoporella, in facies di piattaforma franca, con età dal Cenomaniano al Cretaceo inferiore (formazione Cupello).



Il tema minerario principale dell'area in istanza è rappresentato dalla ricerca di gas termogenico situato in trappole strutturali nei livelli carbonatici della Piattaforma Apula.

Poco a ovest dell'area in istanza, il campo di Bomba, con un gross pay di 60 m in calcari di piattaforma fratturati, di età cretacea superiore, mineralizzati a gas termogenico, dimostra peraltro la presenza di una sorgente ad alta maturità termica, come conferma anche il piccolo accumulo di gas termico e condensato di S. Nicola più ad est dell'area.

Il reservoir principale della provincia è costituito dai calcari brecciati del Cretaceo superiore (Calcari cristallini Auct.). Serbatoi secondari possono essere costituiti dalle calcareniti porose della Formazione Bolognano e/o da calcari di piattaforma fratturati. La presenza di un reservoir adeguato, in considerazione della possibile alternanza di diverse fasce isopiche e della variabilità delle facies, è da ritenere come uno dei maggiori fattori di rischio dell'esplorazione nell'area in istanza mentre la roccia di copertura sembra un parametro poco critico, anche in assenza delle evaporiti messiniane, per la presenza costante delle argille del Pliocene inferiore. Le trappole ipotizzate sono ovviamente strutturali, rappresentate da pieghe faglia a doppia vergenza lungo i trend positivi delineati. La loro migliore definizione sismica costituirà un presupposto fondamentale dell'esplorazione.

L'obiettivo minerario principale è costituito dalla ricerca di **gas metano biogenico** nei leads possibilmente chiusi di dimensioni interessanti in un contesto regionale in cui sono noti alcuni sistemi minerari potenzialmente attivi anche nel settore dell'area in istanza.

## **2.2 DESCRIZIONE DELLE TECNOLOGIE DI RICERCA**

Il rilevamento geofisico consiste nella registrazione strumentale di segnali riflessi dalle superfici di discontinuità presenti nel sottosuolo. Tali discontinuità sono dovute alla diversa natura litologica dei terreni e/o ai reciproci rapporti di giacitura (direzione, immersione e inclinazione degli strati).

Fra i metodi di indagine del sottosuolo, utilizzati nella ricerca di idrocarburi, i più efficaci sono quelli *sismici* (rifrazione e riflessione), che si basano sui diversi tempi di propagazione delle onde elastiche nei vari tipi di rocce e che permettono, opportunamente interpretati unitamente a tutti i dati geologici disponibili, di ricostruire le successioni litologiche, le profondità ed il loro assetto tettonico-strutturale.

Altri metodi utilizzati sono quello *gravimetrico*, che misura le anomalie della forza di gravità connesse alla costituzione del sottosuolo (densità differenti delle rocce e delle loro strutture), e quello *magnetico*, che registra l'intensità del campo magnetico terrestre e le anomalie delle

proprietà magnetiche delle rocce in funzione della diversa composizione, struttura e finitura delle stesse.

Entrambi questi sistemi sono utili soprattutto nelle fasi preliminari dell'esplorazione, per individuare i principali elementi tettonici e le possibili strutture favorevoli all'accumulo di idrocarburi. La successiva fase di investigazione di dettaglio viene condotta, generalmente, tramite i suddetti metodi sismici, sicuramente più precisi, ma anche più costosi.

Nel presente programma di ricerca è previsto un rilievo geofisico con il metodo della sismica a riflessione.

### 2.2.1 Prospezione mediante il metodo sismico

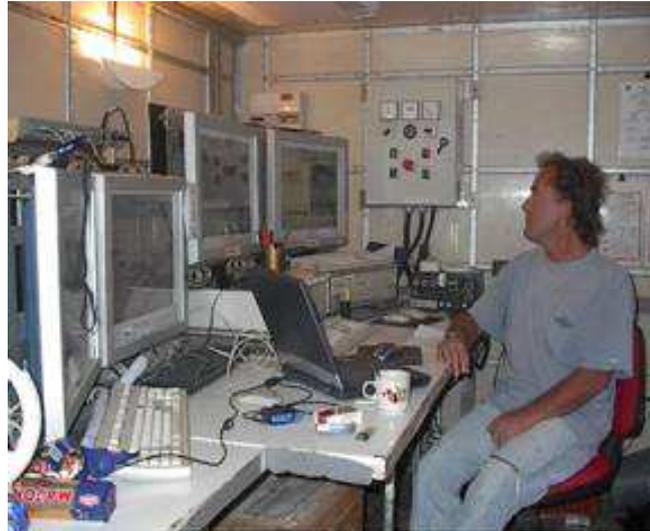
La prospezione sismica consente di riconoscere e ricostruire la struttura e giacitura delle formazioni geologiche, fino alle profondità di interesse minerario.

Il principio fisico, su cui si basa questo metodo di studio del sottosuolo, è il seguente: la generazione artificiale di un impulso meccanico provoca nel terreno la propagazione di onde elastiche, che si trasmettono in ogni direzione.

In corrispondenza di superfici di discontinuità e di separazione tra rocce con caratteristiche meccaniche differenti, le onde subiscono deviazioni, con conseguenti rifrazioni o riflessioni in funzione dell'angolo di incidenza. Le onde rifratte continuano a propagarsi, con velocità e caratteristiche differenti a seconda del mezzo attraversato.

Gli strumenti di rilevamento utilizzati per captare le onde riflesse, analoghi per i diversi tipi di prospezione geofisica, risultano essenzialmente i seguenti:

- stendimenti di geofoni
- strumentazione di superficie per la registrazione delle onde riflesse dagli strati nel sottosuolo (Figura 2.1, Figura 2.2).



**Figura 2.1 - Registratore telemetrico e plottaggio dei risultati per quality control**



**Figura 2.2 - Automezzo per acquisizione sismica (carro del registro)**

Attraverso lo studio dei tempi di percorrenza delle onde elastiche e della loro velocità, si può risalire alla disposizione geometrica ed alle proprietà meccaniche delle rocce presenti in profondità nelle aree investigate.

I dati così acquisiti possono, quindi, essere opportunamente elaborati e interpretati.

### **Tipologia delle sorgenti di onde elastiche**

Le sorgenti impiegate per l'energizzazione del terreno sono differenti; tra queste, le più comuni e diffuse e che saranno utilizzate nel progetto di ricerca "San Buono" risultano essere:

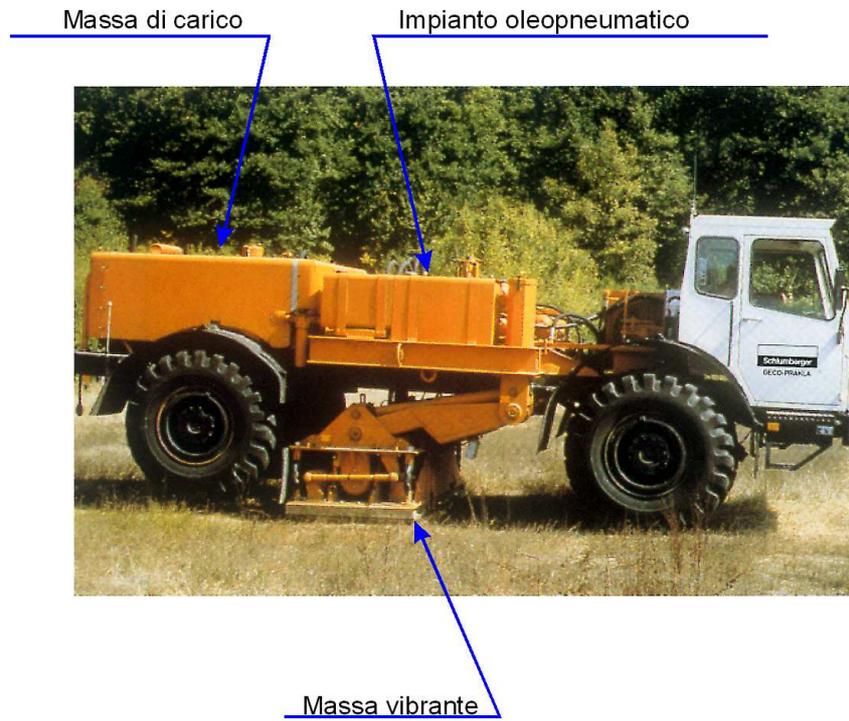
- *massa battente* (Figura 2.3)
- *vibroiseis* (da Figura 2.4 a Figura 2.6).



Nell'ambito del programma di ricerca in oggetto, l'attività di acquisizione dati sismici verrà eseguita esclusivamente tramite energizzazione con tecnica a Vibroseis e/o massa battente in quanto permette di ottenere ottimi risultati in termini di qualità del dato e nello stesso tempo permette di ridurre al minimo l'impatto ambientale.



**Figura 2.3 - Rilievo a massa battente**

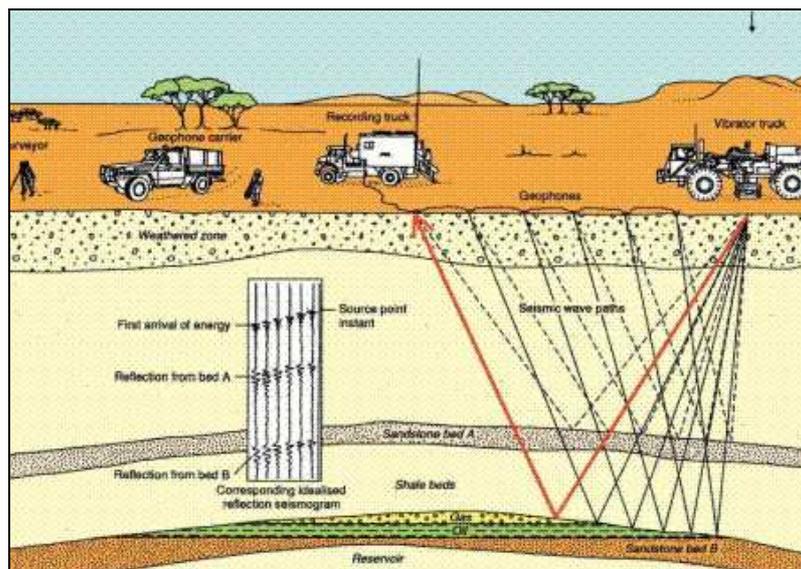


**Figura 2.4 - Autocarro Vibroseis**





**Figura 2.5 - Vibroseis leggero montato su mezzo agricolo operativo in area appenninica**



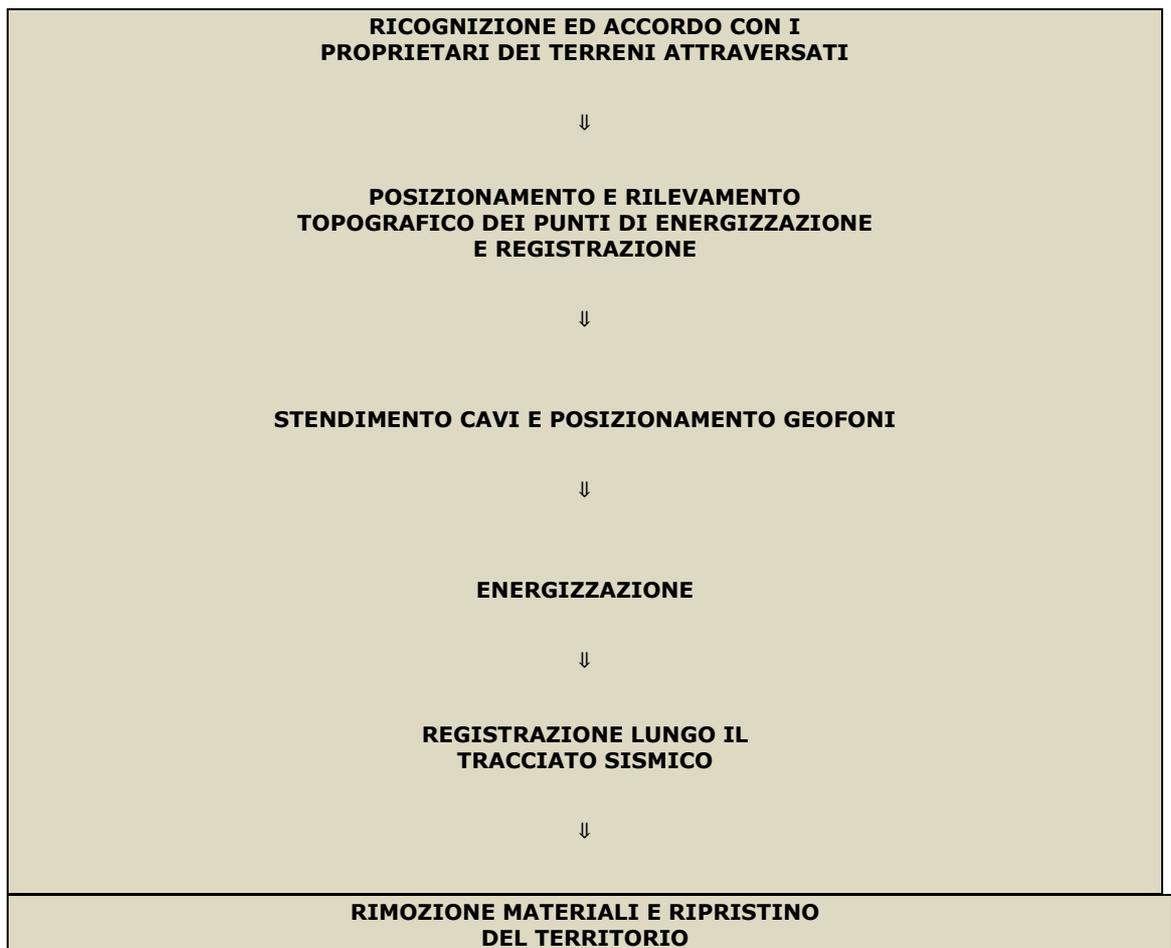
**Figura 2.6 - Acquisizione sismica mediante sorgente a vibrazione**

### **Progettazione di una campagna di acquisizione sismica**

La progettazione di un rilievo sismico, riassunta schematicamente nel diagramma seguente, è in funzione dell'obiettivo di ricerca e della litologia attraversata, definendo quindi le caratteristiche tecniche del rilievo, in base alle quali verrà pianificata l'ubicazione preliminare dei punti di energizzazione e di quelli di registrazione. Entrambi vengono solitamente posti lungo profili rettilinei (linee sismiche) di lunghezza variabile da pochi km a diverse decine di km.



L'ubicazione effettiva dei profili viene poi realizzata dopo sopralluoghi in loco, tenendo conto delle varie caratteristiche ambientali (tipi e quantità di essenze vegetali, manufatti, siti archeologici ecc.) e della morfologia del territorio. La scelta del metodo di generazione delle onde elastiche (sorgente) è controllata da considerazioni tecniche, ambientali e morfologiche. ***Come anticipato l'acquisizione sismica in progetto all'interno del Permesso di Ricerca in oggetto avverrà tramite l'utilizzo di Vibroseis e/o massa battente.***



Le onde sismiche generate dalla sorgente di energizzazione verranno registrate da piccoli sismografi (geofoni) abitualmente di frequenza propria di 10 Hz (Figura 2.7), che sono posti generalmente lungo un profilo in gruppi di 12÷16 distanziati di ca. 2 m l'uno dall'altro. I geofoni sono collegati a stazioni remote (cassette) che provvedono al filtraggio ed alla digitalizzazione dei dati. I dati, in forma digitale, vengono trasferiti, tramite cavo, ad una unità di registrazione montata su camion.



**Figura 2.7 - Posizionamento dei geofoni**

I dati vengono abitualmente registrati su supporto magnetico e quindi spediti ad un centro di calcolo per la loro elaborazione fino all'ottenimento di una "sezione sismica". L'effetto meccanico prodotto da queste sorgenti di energia, adeguatamente limitate e controllate nella loro potenza, risulta essere assolutamente innocuo a persone, animali, manufatti ed ambiente naturale, già a pochi metri di distanza.

### **Tipologia degli stendimenti ed ubicazioni**

Il programma sismico, ossia la disposizione ed ubicazione sul terreno delle linee da rilevare, viene stabilito in base alla valutazione del potenziale minerario dell'area. Tali linee, compatibilmente con l'assetto topografico locale, hanno generalmente un andamento rettilineo. Per meglio definire l'area da investigare, le linee sismiche vengono ubicate lungo più tracciati, tra loro paralleli e perpendicolari, in modo da formare una maglia con punti di copertura comuni.

Le linee vengono posizionate sul terreno mediante rilievi topografici molto accurati, che utilizzano il sistema satellitare GPS (Figura 2.8 e Figura 2.9).

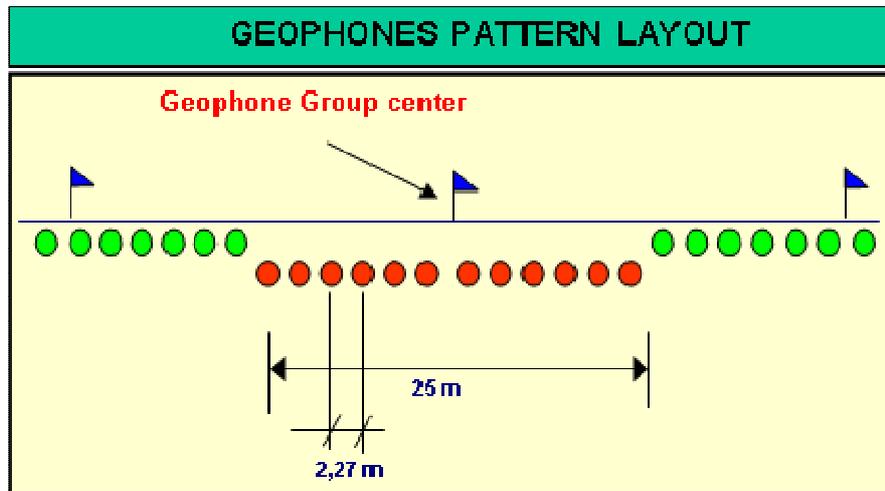


**Figura 2.8 - Rilievo topografico mediante uso di GPS**

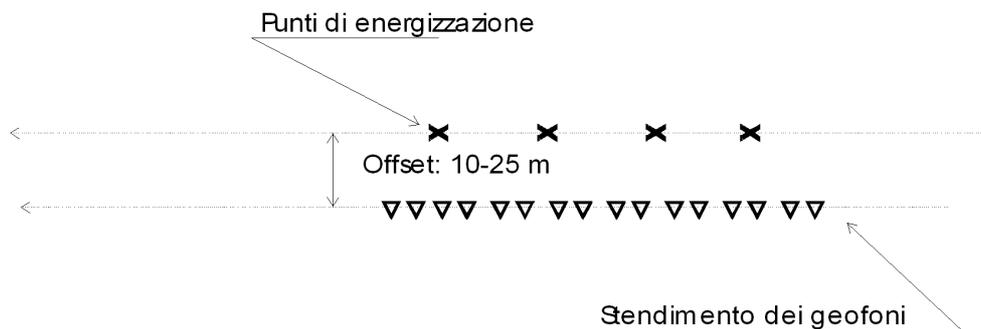


**Figura 2.9 - Rilievo topografico mediante uso di GPS**

Una linea sismica è materializzata da un allineamento di punti equidistanti, detti punti di stazione, che rappresentano i centri teorici (baricentri) dei gruppi di geofoni (Figura 2.10 e Figura 2.11).



**Figura 2.10 - Esempio di pattern di geofoni, che prevede gruppi di 12 geofoni distanti fra loro 2,27 m, per una lunghezza totale del pattern di 25 m**



**Figura 2.11 - Esempio di stendimento che prevede una linea di stendimento con gruppi di 16 geofoni ed una linea di energizzazione distante dalla prima 10÷25 m; nella foto si vede un vibroseis montato su trattore agricolo che procede sul campo arato, parallelamente alla linea dei geofoni, con offset di ca. 6 m**

Il termine stendimento (o base o spread) indica l'insieme costituito dalla posizione del punto di scoppio (shot point), che può essere collocato in un punto di stazione o in un punto intermedio,



e dalle posizioni dei centri di gruppi di geofoni, utilizzati per la registrazione dell'onda generata. I geofoni sono collegati tramite cavi (Figura 2.12) al sistema di registrazione (Figura 2.13) che è, in genere, ospitato in un automezzo apposito.



**Figura 2.12 - Stesura dei cavi, dei geofoni e della strumentazione**



**Figura 2.13 - Sistema di registrazione**

A seconda della posizione del punto di energizzazione rispetto ai geofoni, si hanno diversi tipi di stendimento, che possono essere utilizzati nell'ambito di un singolo progetto (grid di linee da rilevare in un'area stabilita) dipendente dalle condizioni locali ed ai vincoli tecnici imposti dalla geologia dell'obiettivo da investigare.

Dal punto di vista prettamente operativo la squadra topografica, prima di quella sismica, ha il compito di tracciare sul terreno tutte le linee sismiche, materializzandole mediante picchetti in legno disposti ad intervalli prefissati, che rappresentano i punti di stazione (baricentro teorico dei gruppi di geofoni) e di segnalare la posizione dei punti di scoppio.

Ovviamente la vicinanza di luoghi abitati, strade, ponti, ferrovie, acquedotti, fabbriche, metanodotti ed in generale qualsiasi tipologia di manufatto è da tenere in debita considerazione. La fase progettuale tiene già conto di questi elementi ed il programma sismico viene modificato e adattato in funzione dell'ambiente antropico esistente così come delle normative vigenti, sia dal punto di vista della sicurezza che da quello ambientale; talvolta il programma deve essere modificato in campagna per l'insorgere di impedimenti imprevisti.

Lo stendimento dei cavi e dei geofoni segue il tracciato topografico della linea sismica.

Nel caso della viabilità ordinaria, i cavi di colorazione ben visibile vengono posizionati parallelamente ad essa ed al lato della stessa; l'eventuale attraversamento di strade con i cavi avviene secondo le modalità indicate dagli organi di competenza (Anas, Polstrada, Vigilanza Urbana ecc.). Per lo stendimento di cavi, geofoni e apparecchiature elettroniche su fondi privati, l'accesso avviene solo a piedi e dietro consenso del proprietario.



**Figura 2.14 - Esempio di stendimento geofoni su strada**



**Figura 2.15 - Esempio di stendimento geofoni su strada sterrata**

Il posizionamento dei sensori e dei punti di energizzazione sarà curato nei minimi particolari, in modo da ridurre al minimo l'impatto ambientale sia sul terreno che sulle attività svolte dalla popolazione residente. Le operazioni si svolgeranno durante le ore diurne.

Gli allineamenti teorici dei punti di registrazione e di energizzazione potranno subire alcune variazioni a seguito di problemi ambientali (es. pessime condizioni meteo, aree non attraversabili, culture di pregio) ed operativi (es. presenza di metanodotti, acquedotti, pozzi ecc) che potrebbero emergere durante le ricognizioni di dettaglio delle linee sul terreno in fase di realizzazione del progetto. E' previsto pertanto un possibile scostamento laterale degli allineamenti rispetto al tracciato teorico; tale scostamento sarà contenuto comunque entro un corridoio di 200 m.

Per gli eventuali punti di energizzazione posizionati, secondo quanto previsto dal programma teorico, in prossimità di sistemi di captazione idrica (sia ad uso potabile che irriguo) e/o di manufatti sensibili, verranno adottate adeguate procedure di sicurezza quali, ad esempio, l'effettuazione di prove vibrometriche in prossimità di manufatti sensibili, al fine di poter stabilire con estrema precisione la distanza di sicurezza a margine di detti manufatti.

### **Energizzazione tramite Vibroseis**

Come già accennato nei paragrafi precedenti, si ritiene che **le operazioni di rilievo geofisico in progetto nel permesso di ricerca, saranno realizzate utilizzando la metodologia di energizzazione a mezzo di massa vibrante su camion** (Vibratori), in quanto ritenuta meglio applicabile con riguardo alle caratteristiche dell'area.

Nel caso dell'utilizzo di Vibroseis, le operazioni di campagna possono essere, in via indicativa, distinte in tre sottofasi operative (tale distinzione è stata operata privilegiando rispetto ai reali criteri di operatività temporale, valutazioni relative ai possibili impatti indotti ed alle conseguenti operazioni di minimizzazione).

Le sottofasi identificate sono così sintetizzate:

- a) transito dei mezzi di energizzazione (VIBRATORI) in avvicinamento ai punti di energizzazione
- b) operazioni manuali di tracciamento topografico delle linee e stesura di cavi e sensori
- c) operazioni di energizzazione del terreno e registrazione del segnale
- d) ripristino del sito dopo il passaggio dei mezzi.

Relativamente a ciascuna di tali sottofasi operative si è proceduto alla valutazione preliminare di fattibilità e alle conseguenti limitazioni imposte dalle situazioni ambientali riscontrate. Per tale valutazione si è considerato che, mediamente, la permanenza di una squadra in una singola località è breve e varia tra i 2 ed i 4 giorni complessivamente per tutte le operazioni: stendere i cavi, registrare, recuperare i cavi e ripulire da picchetti, nastri di segnalazione ecc.

Per quanto concerne i tempi complessivi di esecuzione, per la produzione di un gruppo sismico a riflessione con vibroseis e relative attività di recupero e ripristino finale, si possono considerare ca. 50 km/mese.

#### A) Transito dei mezzi (vibratori) in avvicinamento ai punti di energizzazione

Tale fase riguarda di fatto una operazione preliminare e propedeutica al rilievo vero e proprio e contempla le necessarie movimentazioni sul territorio dei mezzi di trasporto delle attrezzature di energizzazione e dei mezzi minori utilizzati per il trasporto di cose e persone, durante le fasi di spostamento per raggiungere e ritornare dalle aree di esecuzione delle tratte di rilievo giornaliero.

In relazione alla tipologia ed al numero dei mezzi di appoggio per i topografi e per il personale incaricato della stesura dei cavi e sensori, costituiti da una decina di auto fuoristrada o mezzi furgonati, si può con certezza affermare che il relativo impatto sulla viabilità sia da considerarsi pressoché nullo in quanto costituente una presenza occasionale e comunque totalmente simile a quella già esistente sul territorio.

Di fatto trattasi di mezzi con caratteristiche simili a quelle di un camion motrice a pieno carico, con una velocità di spostamento su strada analoga a quella di un normale mezzo di trasporto pesante, e sono pertanto, assimilabili a quanto già in transito sulla rete viaria locale.

Durante le fasi di spostamento, i vibratorii (che viaggiano in un gruppo costituito da un massimo di 4 o 5 mezzi) transiteranno seguendo la viabilità principale, specie per quanto concerne l'attraversamento dei centri abitati; in relazione alle esperienze già maturate in



passato, il movimento su strada viene comunque effettuato mantenendo una distanza tra i singoli mezzi tale da permettere un agevole superamento da parte del normale traffico.

B) Operazioni manuali di tracciamento topografico delle linee e stesura di cavi e sensori

Tale fase riguarda le operazioni condotte da squadre composte da 4÷6 operatori, generalmente appoggiati da 1÷2 autoveicoli (furgone o fuoristrada), pertinenti l'esecuzione del rilievo topografico sia per il tracciamento della linea di rilievo geofisico, sia per l'identificazione dei punti di energizzazione sul terreno, nonché la posa in superficie dei sensori (geofoni) e dei relativi cavi di collegamento ed il successivo recupero.

Le predette operazioni riguarderanno i tracciati del rilievo per intervalli progressivi della lunghezza massima di 8÷10 km, sui quali i lavori svolti dalle squadre incaricate verranno effettuati e completati nell'arco delle 24÷48 ore, in una unica soluzione.

La presenza sul territorio delle squadre e delle relative attrezzature è pertanto da considerarsi totalmente occasionale e di nessun impatto.

Per quanto riguarda i materiali utilizzati, se si escludono i mezzi di appoggio (comunque riconducibili a normali veicoli fuoristrada e furgonati) questi sono costituiti unicamente da cavi elettrici di piccolo diametro attraversati da tensioni di 12 V, collegati a sensori (geofoni) e segnaletica provvisoria.

Con specifico riguardo ai sensori (geofoni), questi sono riconducibili a semplici apparecchiature a picchetto o scatolari di dimensione decimetrica che possono essere appoggiati o infissi sul terreno superficiale per rilevare le accelerazioni trasmesse al terreno.

Anche in questo caso, per la tipologia delle operazioni previste, eseguite prevalentemente da personale a piedi, affiancato da mezzi leggeri che possono transitare e sostare in un raggio di azione nell'ordine dei 200÷300 m, si può affermare che il relativo impatto sia da considerarsi nullo, anche in relazione alla occasionalità di svolgimento delle operazioni sulle singole tratte di rilievo.

C) Operazioni di energizzazione del terreno e contestuale registrazione del segnale

Tale fase riguarda le operazioni condotte da squadra composta da 3÷5 camion trasportanti la massa vibrante.

In particolare le operazioni previste comportano la trasmissione al terreno di vibrazioni da parte di una piastra montate su ciascun camion, avente una massa di circa 2 tonnellate collegata con un vibratore idraulico.

L'impulso trasmesso al terreno ha una durata media di 10 secondi e massima di 16 secondi con una frequenza variabile tra 12 e 80 Hz (tali parametri saranno definiti in forma conclusiva solo a seguito della effettuazione di specifici test preliminari).

L'energizzazione del terreno è effettuata secondo posizionamenti successivi, in progressione secondo intervalli nell'ordine dei 40 m.

Per ogni singolo punto di stazionamento, in relazione alla necessità di posizionare gli autoveicoli tra loro ravvicinati e di pervenire ad un sicuro collegamento e sincronizzazione delle apparecchiature, è previsto un tempo operativo nell'ordine massimo dei 10÷15 minuti.

L'energia viene distribuita generalmente su più Vibroseis disposti in fila a costituire un gruppo o pattern (Figura 2.16).

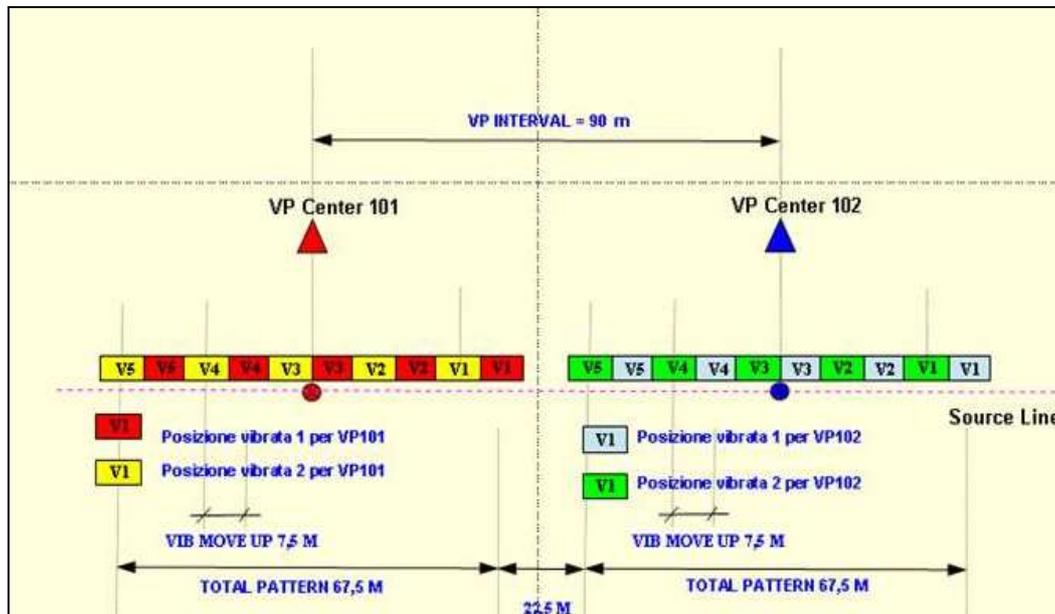


**Figura 2.16 - Pattern di vibroseis**

Generalmente l'energizzazione viene ripetuta spostando sia il gruppo di Vibroseis di qualche metro (move up distance) che i dati sommati (vertical stacking, Figura 2.17).

Quello che resta dopo una vibrata è semplicemente una zona (circa 1 m x 1 m) di terreno compattato.

Altra caratteristica fondamentale di questa tecnologia è il totale controllo sull'energia emessa, avendo la possibilità di variare in qualsiasi momento il carico applicato alla piastra, il tempo di energizzazione, il numero di Vibroseis e il range di frequenze immesse.



**Figura 2.17 - Schema di avanzamento del Vibroseis**

Anche per questa fase operativa, similmente a quelle già descritte, la permanenza dei mezzi e operatori sulle singole tratte di rilievo si esaurirà nell'arco massimo della giornata.

In relazione alle specifiche modalità di acquisizione proposte, le operazioni di energizzazione verranno effettuate per la quasi totalità "su strada", operando preferenzialmente sulle aree sterrate poste a margine banchina.

In via nettamente subordinata e occasionale è possibile la effettuazione di operazioni di energizzazione entro le aree agricole, finalizzate unicamente alla copertura di eventuali "fallanze" di idonei punti di energizzazione sulla rete viaria esistente.

Per quanto riguarda i possibili impatti indotti dalle operazioni sopra descritte, questi possono essere considerati estremamente ridotti e comunque riconducibili al transito per il posizionamento dei mezzi (per il quale valgono le considerazioni già fatte in precedenza relativamente alle operazioni di transito in avvicinamento) nonché alle vibrazioni indotte.

Per quanto riguarda questo ultimo aspetto, le onde sismiche che vengono generate sono caratterizzate da una bassissima intensità; la sorgente di energia artificiale, infatti, genera delle onde con una frequenza compresa tra 12 e 80 Hz e con una energia cinetica indotta già insignificante a pochi metri dalla sorgente.

Il metodo basato sull'utilizzo di Vibratori prevede la energizzazione del terreno attraverso sollecitazioni a carattere ondulatorio a limitata energia e con una durata dell'impulso normalmente pari a 10÷16 secondi.

Il vibratore consiste di un pistone idraulico che esercita una forza tra una massa di reazione ed una piattaforma montata su apposito veicolo .

Tale piattaforma viene messa in contatto con il terreno in modo che su di essa venga scaricato parte del peso del veicolo; il movimento del pistone è controllato da un sistema di valvole idrauliche che converte un impulso elettrico di riferimento in un flusso di olio idraulico e che gestisce la massa di reazione.



**Figura 2.18 - Esempio di vibratore predisposto per l'energizzazione del terreno**

Questa tecnica provoca interferenze praticamente nulle sull'ambiente naturale rispetto ad altre operazioni di rilievo effettuate a mezzo esplosivo, poiché non comporta la perforazione dei pozzetti consentendo nel contempo di distribuire l'energia immessa nel terreno nell'arco di tempo di qualche secondo invece di concentrarla in pochi millisecondi come nel caso dell'uso dell'esplosivo.

In questa maniera si ha l'immissione nel terreno, già dal punto origine, di onde con velocità di oscillazione molto bassa e quindi non dannose rispetto a eventuali infrastrutture o costruzioni. Per quanto riguarda le possibili influenze su cose e persone, sulla base delle esperienze già maturate (operazioni simili sono state condotte in passato anche entro aree urbane e monumentali) si può escludere a priori ogni possibile interferenza o modificazione delle condizioni di assestamento del terreno.

Le vibrazioni prodotte nel terreno sono difficilmente percepibili già a pochi metri dalla sorgente (fino a 25 m si percepiscono le onde a bassa frequenza, a 75 m ogni percezione scompare). La ridotta ampiezza delle vibrazioni prodotte permette, quindi, l'impiego di questa tecnica anche nei centri urbani.

Ai fini del presente studio, si ritiene comunque doveroso procedere ad una breve analisi delle possibili percezioni da parte di persone ed edifici.



Preme comunque precisare che, in relazione a quanto previsto dalle normative vigenti in argomento alla sicurezza dei lavori di energizzazione del terreno a mezzo esplosivo (sicuramente avente un maggiore impatto sul territorio rispetto alla metodologia da noi prescelta) si è pervenuti alla determinazione di mantenere anche in occasione delle operazioni condotte a mezzo Vibratori medesime distanze di tutela già previste dalla normativa vigente rispetto a infrastrutture ed edifici per l'uso di esplosivo, equivalenti a 50 m.

In questo senso si osserva che, mentre nella prospezione effettuata con sorgenti esplosive viene immesso nel terreno un impulso di breve durata avente una grande quantità di energia, con i Vibratori viene trasmessa al terreno una sollecitazione a carattere ondulatorio caratterizzata da limitata quantità di energia, seppure a fronte di una durata relativamente maggiore e pari ad alcuni secondi.

In relazione alle considerazioni sopra esposte si può pertanto affermare che i Vibratori presentano un potenziale impatto praticamente nullo.

La suddetta differenza rispetto alle sorgenti tradizionali rende il Vibratore preferibile all'esplosivo soprattutto perché meno pericoloso per la stabilità dei manufatti e delle strutture che si trovano in prossimità del punto di energizzazione, seppure a fronte di un significativo decremento della qualità del dato acquisito.

Per questo l'utilizzo del Vibratore sarebbe possibile anche nei centri abitati ove, per ovvi motivi di sicurezza e accessibilità sarebbe impensabile l'impiego di esplosivi.

#### D) Ripristino del sito dopo il passaggio del mezzo

Terminata la prospezione e ritirati i cablaggi ed i geofoni, una squadra apposita provvede allo sgombero di quanto eventualmente lasciato sul terreno, come banderuole e picchetti di segnalazione e a cancellare le tracce della ricerca.

In questa fase, in accordo con i proprietari dei terreni attraversati, verranno anche eseguite e controllate le eventuali azioni di ripristino specificamente richieste dai proprietari e dalle varie autorità che governano il territorio quali: manutenzione della viabilità minore, piantumazioni, ripristino dello stato di erpicatura dei terreni attraversati dai mezzi ecc.

#### 2.2.2 Normativa Tecnica e Standard di Riferimento

L'esecuzione dell'attività di indagine geofisica, svolta da una società contrattista specializzata sarà eseguita nel pieno rispetto della regolamentazione imposta dalle Leggi vigenti in materia e degli standard internazionali tecnici ed ambientali dell'IAGC (International Association of Geophysical Contractors).

Per quanto riguarda gli specifici adempimenti preventivi, questi sono così riassunti:

- Autorizzazione dai Comuni e dai proprietari dei poderi e terreni attraversati
- Autorizzazione al transito di mezzi meccanici che superano i valori massimi ammissibili sugli assi per sagoma o carichi
- Denuncia di esercizio agli organi competenti del Ministero delle Infrastrutture.

La specifica legislazione e bibliografia di riferimento è così riassunta:

- Legge di P.S. - Regio Decreto del 18/6/1931 n. 773 e successive modifiche
- Regolamento di P.S. - Regio Decreto del 6/5/1940 n. 635 e successive modifiche
- Norme di Polizia delle Miniere e delle Cave - D.P.R. del 9/4/1959 n. 128
- Norme in materia di protezione dei lavoratori dal rumore - D. Lgs. del 9/4/2008 n. 81
- DIN STANDARD 4150 (RTF, 1983)
- Linee guida E&P Forum (The Oil Industry International Exploration and Production Forum - London)
- Linee guida IAGC (International Association Geophysical Contractors - Houston - USA)
- "Manuale tecnico su Prospezione, Ricerca e Coltivazione di Idrocarburi. Parte I: Prospezione e Metodologie geofisiche. Parte II: Perforazione" Protocollo d'Intesa tra Ministero dell'Ambiente e Assomineraria, maggio 2000.