


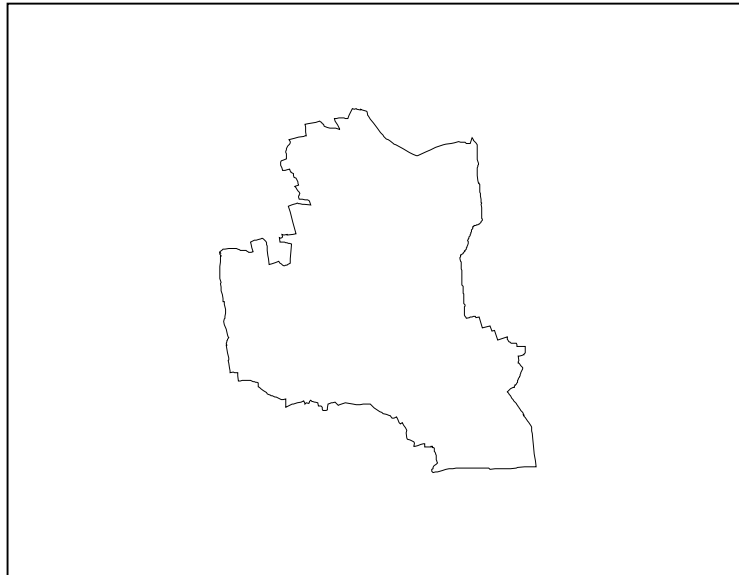
CITTA' DI  RACCONIGI

PROVINCIA DI CUNEO

Legge Regione Piemonte del 5/12/1977 n. 56

VARIANTE GENERALE AL P.R.G.C.
PROGETTO PRELIMINARE AGGIORNATO

Progetto preliminare: delibera del C.C. n.14 del 23-02-2012



Progetto

STUDIO GEO B.R.

dott. geol. PAOLO BARILLÀ

via Arnaldo da Brescia, 47 - 10134 TORINO

Il Sindaco
L' Assessore all' Urbanistica
Il Segretario Generale
Il Responsabile del procedimento

Gianpiero Brunetti
Giacomo Rosso
Paolo Flesia
Piergiorgio Tuninetti

marzo 2014

ADEGUAMENTO DGR 13/06/2011 n.17-2172
Relazione geologico-tecnica illustrativa
Carta delle indagini
Carta geologico tecnica

Data elaborato: giugno 2012

Sulla base di quanto indicato all'interno dell'ALLEGATO A "Indirizzi regionali per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli strumenti di pianificazione", per l'adeguamento alla D.G.R. 13/06/2011 n.17/2172 sono state predisposte alcune cartografie tematiche e la relazione descrittiva:

- Relazione geologico-tecnica illustrativa
- Carta delle indagini
- Carta geologico tecnica
- Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)

Per quanto concerne la descrizione geologico-geomorfologica ed idrogeologica del territorio comunale si rimanda all'ELABORATO G1-A "Relazione geologico-tecnica, quadro del dissesto idrogeologico e della pericolosità geomorfologica", all'interno del quale questi aspetti vengono ampiamente trattati.

Di seguito verranno invece descritti gli aspetti strettamente sismici del territorio comunale ed una descrizione della cartografia redatta in adeguamento alla D.G.R. 13.06.2011 n.17/2172.

Il territorio comunale di Racconigi si inserisce in un contesto che fino al 2009 veniva considerato a bassa sismicità, rientrando all'interno della Zona 4 di cui alla "Classificazione sismica dei comuni italiani – Allegato A" dell'Ordinanza P.C.M. n°3274 del 20.03.2003.

Con D.G.R. n.11-13058 del 19 gennaio 2010 "Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n.3274/2003 e O.P.C.M. n.3519/2006)", la Regione Piemonte ha aggiornato la classificazione del territorio comunale di Racconigi (cod. ISTAT n.01004179), che a partire dalla data di entrata in vigore della nuova classificazione sismica rientrerà all'interno della "Zona 3: comuni obbligati al rispetto delle procedure di cui ai punti 4), 5), 7) e 8) della D.G.R." suddetta.

I dati relativi alla sismicità in Piemonte, pubblicati sul Sistema Informativo Geografico On line dell'ARPA Piemonte (<http://gisweb.arpa.piemonte.it/arpagis/index.htm>), riportano segnalazioni di sismi aventi epicentro nel territorio del comune di Racconigi:

DATA	MAGNITUDO scala Richter
1975	-
28.03.1989	2.3
30.09.1989	2.1
18.12.1989	2.3
17.03.1990	2.2
21.03.1990	2
21.10.1991	2.4
22.10.1991	2.3
04.03.1995	3.2
11.01.1999	2.2
17.02.2002	2.7
12.01.2003	2.5
11.10.2003	2.5
28.12.2003	1.9
02.03.2004	3.1
29.04.2007	1.3

ASPETTI NORMATIVI

Secondo i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche la "Zona 3" risulta caratterizzata da valori di accelerazione massima del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli rigidi caratterizzati da $V_{S30} > 800$ m/s, compresa tra $0,05g < a_g \leq 0,15g$. L'accelerazione orizzontale massima di ancoraggio dello spettro di risposta elastico risulta pari a $0,15g$.

Le "Nuove norme tecniche per le costruzioni", approvate con D.M. 14.01.2008, disciplinano la progettazione e la costruzione di nuovi edifici soggetti ad azioni sismiche, la progettazione delle opere di fondazione e di sostegno dei terreni soggetti ad azioni sismiche ed i requisiti cui devono soddisfare i siti di costruzione ed i terreni di fondazione in presenza di tali azioni.

Lo scopo di tali norme è quello di assicurare che in caso di terremoto sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile.

In specifico si deve accertare che il sito di costruzione ed i terreni di fondazione in esso presenti siano esenti da rischi di instabilità dei pendii e di cedimenti permanenti causati da fenomeni di liquefazione o eccessivo addensamento in caso di terremoto, la cui occorrenza dovrà essere indagata e valutata secondo quanto stabilito dalla suddette norme.

Le indagini dovranno avere inoltre lo scopo di classificare il terreno in base alle categorie indicate al punto 3.2.2 (*Categorie di sottosuolo*) delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni".

La velocità media di propagazione (entro 30 m di profondità) delle onde di taglio viene calcolata con la seguente espressione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{V_i}}$$

dove: h_i = spessore in metri

V_i = velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\gamma < 10^{-6}$) dello strato i -esimo

n = strati presenti nei 30 m superiori

Vengono di seguito riportate schematicamente le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione con le relative definizioni, caratteristiche e valore indicativo della velocità media di propagazione (entro 30 m di profondità) delle onde di taglio:

CATEGORIA	DESCRIZIONE
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{S,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{S,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiori a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{S,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabelle 3.2.II – Categorie di sottosuolo e 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo

INDAGINI SISMICHE REALIZZATE NEL TERRITORIO COMUNALE

Al fine di classificare a grande scala il profilo stratigrafico del suolo di fondazione del territorio comunale, nel gennaio 2012 è stata realizzata una campagna d'indagine geofisica del tipo MASW dall'impresa *citiemme s.r.l.* (il rapporto interpretativo dell'indagine è riportato in allegato), consistente nell'esecuzione di due stendimenti localizzati rispettivamente nel settore nord (località Migliabruna – MASW01) e nel settore sudest (località Caire – MASW02) del territorio comunale. La decisione di eseguire due soli stendimenti per l'intero territorio comunale deriva dalla considerazione che nel sottosuolo sono presenti depositi caratterizzati da una notevole omogeneità.

Le indagini sono state eseguite mediante il metodo sismico del tipo MASW, che consente di indagare i tipi litologici presenti nel sottosuolo differenziandoli in base al parametro V_s (velocità delle onde sismiche), la cui propagazione nei terreni dipende soprattutto dalle costanti elastiche del mezzo attraversato e dalla densità dei materiali oggetto d'indagine. Lo scopo dell'indagine è la caratterizzazione dinamica del sottosuolo nei primi 30 metri con l'individuazione delle principali unità

geofisiche e delle relative proprietà meccaniche elastiche, quali la velocità delle onde longitudinali (V_p), velocità delle onde trasversali (V_s) ed i relativi parametri elastici (E , G , K e ν). Sulla base dei valori di V_s e del modulo di taglio G sarà poi possibile valutare la rigidità del suolo e fornire le prime indicazioni sul comportamento dinamico della sua porzione più superficiale.

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_s sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni), posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidità della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè le onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (la velocità di fase apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione). La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che le onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Si specifica che l'interpretazione dei risultati delle prospezioni sismiche a rifrazione (riportati all'interno dell'ALLEGATO A – “Dati idrogeologici, geotecnici e geofisici”) non può comunque prescindere dalla valutazione del contesto geologico, in quanto uno stesso valore della velocità assoluta delle onde può essere associato a materiali completamente diversi.

Pertanto, benché i risultati della prova MASW02 (località Caire) indichino dal punto di vista strettamente analitico un sottosuolo di categoria B, si evidenzia che l'incremento della velocità delle onde sismiche possa essere correlato alla presenza di depositi pliocenici, che in questo settore del territorio comunale sono presenti a profondità pari a 70 m, mentre nel resto del territorio (in corrispondenza della MASW01 – località Migliabrana) questi si localizzano a profondità superiori, pari a circa 135 m dal p.c. (come indicato sulla *sezione I-I* della *Carta Geologica d'Italia – Foglio 68 “Carmagnola”*, riportata sulla *“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”*).

Sulla base di tali indicazioni si ritiene che il sottosuolo dell'intero territorio comunale possa essere classificato all'interno della **CATEGORIA C**: *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)* di cui al D.M. 14.01.2008.

INDICAZIONI TECNICHE

Nel caso in esame si è proceduto ad una classificazione indicativa del sottosuolo di fondazione del territorio comunale, eseguita sulla base dell'interpretazione dei dati relativi alle indagini sismiche realizzate nel gennaio 2012 ed a quelli relativi a dati stratigrafici di pozzi e sondaggi presenti sul territorio stesso.

Il profilo stratigrafico del suolo di fondazione dell'intero territorio comunale è stato classificato come appartenente alla **CATEGORIA C** di cui al D.M. 14.01.2008. La valutazione della categoria del suolo di fondazione dovrà comunque essere eseguita specificatamente per ciascun intervento che implichi trasformazione e/o modificazione dell'uso del suolo.

Sulla *“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”* sono stati riportati per completezza le difese spondali longitudinali quali argini e scogliere e gli orli di terrazzo fluviale e, benché l'altezza di questi ultimi non raggiunga e superi i 10 m d'altezza, cautelativamente è stata delimitata una fascia di inedificabilità (*zona di ciglio prospiciente una scarpata di terrazzo*) parallela all'andamento planimetrico delle scarpate, avente estensione pari a 15 m computata a partire dal ciglio della scarpata medesima, in direzione esterna all'alveo. Si specifica che, ai fini urbanistici, all'occorrenza, l'ampiezza di tale fascia dovrà essere direttamente verificata in loco.

Ogni intervento edilizio che implichi trasformazione e/o modificazione dell'uso del suolo dovrà ottemperare a quanto disposto dal D.M. 14.01.2008 *“Nuove norme tecniche per le costruzioni”* e dalla relativa Circ. Min. Infrastrutture 02.02.2009 n.617 ed eventuali s.m.i. e la documentazione progettuale inerente ogni nuovo intervento edificatorio, sia pubblico che privato, dovrà contenere gli elaborati di carattere geologico e geotecnico previsti dalla vigente normativa.

VALUTAZIONE DELLA SUSCETTIBILITÀ A FENOMENI DI LIQUEFAZIONE DEI DEPOSITI PRESENTI NEL SOTTOSUOLO

Il valore dell'*accelerazione sismica attesa al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero)* all'interno del territorio comunale risulta inferiore a 0.1g (cfr. *punto 2 del §.7.11.3.4.2 del D.M. 11.01.2008*).

Si ritiene pertanto che a grande scala i depositi presenti nel sottosuolo del territorio comunale non possiedano caratteristiche granulometriche e di addensamento tali da risultare suscettibili a fenomeni di liquefazione in presenza di sollecitazioni sismiche.

La valutazione della suscettibilità alla liquefazione dovrà comunque essere eseguita per ogni intervento che implichi trasformazione e/o modificazione dell'uso del suolo secondo i criteri di riferimento rappresentati dalla sezione 7.11.3.4 del *D.M. 14.01.2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"*.

DESCRIZIONE DELLA CARTOGRAFIA TEMATICA

Come indicato in premessa, la cartografia tematica a corredo dell'adeguamento alla D.G.R. 13/06/2011 n.17/2172 è costituita dalle seguenti tavole: "Carta delle indagini", "Carta geologico tecnica", "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)".

CARTA DELLE INDAGINI

La "Carta delle indagini" è stata rappresentata alla scala 1:22000, come riduzione della TAVOLA G2 – "Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni" in scala 1:10000, allegata al P.R.G.C., alla quale sono state aggiunte le indagini geofisiche realizzate appositamente per l'adeguamento alla D.G.R. 13.06.2011 n.17/2172.

Le indagini sono state rappresentate in forma simbolica, suddivise in base alla tipologia, utilizzando le librerie dei simboli proposti dagli *Standard di rappresentazione e archiviazione informatica* predisposte dalla *Commissione Tecnica per il monitoraggio degli studi di Microzonazione Sismica (art.5, comma 7 dell'OPCM 13/11/2010 n.3907)*.

Il database con le informazioni relative a tutte le indagini cartografate (pozzi, sondaggi, prove penetrometriche, indagini geofisiche) sono riportati interamente all'interno dell'ALLEGATO A – "Dati idrogeologici, geotecnici e geofisici", allegato al P.R.G.C.

Si specifica che dato lo spessore dei depositi alluvionali presenti nel sottosuolo del territorio comunale nessuna delle indagini ha raggiunto il substrato.

CARTA GEOLOGICO TECNICA

La "Carta geologico tecnica" è stata rappresentata alla scala 1:22000, come riduzione e sintesi delle TAVOLA G2 – "Carta della caratterizzazione litotecnica dei terreni", TAVOLA G4 – "Carta idrogeologica" e TAVOLA G6 – "Carta geologico-geomorfologica e dei dissesti" in scala 1:10000, allegate al P.R.G.C. Essa riporta tutte le informazioni geologiche, geomorfologiche, litotecniche, geotecniche e idrogeologiche necessarie alla definizione del modello di sottosuolo del territorio comunale.

La normativa prevede la rappresentazione di due legende, una geologico-litotecnica e idrogeologica, che contiene elementi litologici, stratigrafici, tessiturali e fisico-meccanici utili alla corretta definizione delle unità litologico-tecniche affioranti e l'altra geomorfologica, che contiene elementi utili per l'identificazione delle zone suscettibili di instabilità di versante, forme suscettibili di amplificazione morfologica e forme e/o elementi sepolti suscettibili di effetti 2D o di cedimenti differenziali.

Per quanto riguarda la legenda geologico-litotecnica e idrogeologica si è fatto riferimento alla *Tab. 1 "Elementi areali, lineari e puntuali per la redazione della Carta geologico tecnica per gli studi di MS"* riportata a pag.5 dell'ALLEGATO A "*Indirizzi regionali per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli strumenti di pianificazione*". In base a tale legenda per quanto riguarda gli elementi areali si specifica che nel sottosuolo del territorio comunale è presente una copertura di depositi alluvionali suddivisi in attuali e medio-recenti. Data l'omogeneità dei depositi i parametri geotecnici riportati in carta possono essere ritenuti rappresentativi dell'intero territorio comunale. Si sottolinea inoltre che la falda acquifera superficiale si trova ad una profondità compresa tra il p.c. e 5/6 m dal p.c., pertanto non è stata attuabile la distinzione in aree a soggiacenza maggiore di 15 m dal p.c. Per quanto riguarda gli elementi lineari si specifica che all'interno del

territorio comunale non sono presenti elementi tettonico-strutturali quali faglie e/o assi di piega affioranti, ma sono riportate le tracce delle sezioni, che vengono riportate sulla *“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”*. Per quanto riguarda gli elementi puntuali sono stati cartografati i sondaggi ed i pozzi presenti sul territorio con la relativa profondità raggiunta.

Per quanto riguarda la legenda geomorfologica si è fatto riferimento alla *Tab.4 “Elementi areali, lineari e puntuali per la redazione della Carta geologico tecnica per gli studi di MS”* riportata a pag.7 dell'ALLEGATO A *“Indirizzi regionali per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli strumenti di pianificazione”*. Si specifica che sul territorio comunale non sono presenti forme di superficie areali (quali instabilità di versante, conoidi o falde detritiche) e neppure forme sepolte. Sulla carta sono state cartografate invece elementi areali presenti quali le cave di prestito e i riporti o terrapieni. Relativamente agli elementi lineari si sottolinea che sono stati cartografati i terrazzi fluviali e le scarpate antropiche, i rilevati artificiali e gli argini presenti sul territorio. Non sono presenti elementi quali picchi isolati, cavità e altre forme puntuali.

Per quanto riguarda le due sezioni geologiche richieste a corredo della *“Carta geologico tecnica”*, significative delle diverse situazioni litostratigrafiche e degli schemi dei rapporti stratigrafici, si specifica che esse sono state riportate sulla *“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”*.

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La *“Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)”* è stata rappresentata alla scala 1:10000, e riporta tutte le informazioni geologiche, geomorfologiche, litotecniche, geotecniche e idrogeologiche necessarie alla definizione del modello di sottosuolo del territorio comunale.

Secondo quanto definito dall'ALLEGATO A *“Indirizzi regionali per la predisposizione degli studi finalizzati alla prevenzione del rischio sismico negli strumenti di pianificazione”*, per l'adeguamento alla D.G.R. 13/06/2011 n.17/2172 le microzone della carta dovrebbero essere classificate in tre categorie:

- A. zone stabili, nelle quali non si ipotizzano effetti locali dovuti ad amplificazione litostratigrafica (substrato geologico in affioramento)
- B. zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, nelle quali sono attese amplificazioni del moto sismico, come effetto dell'assetto litostratigrafico locale
- C. zone suscettibili di instabilità, nelle quali gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio legate a instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali.

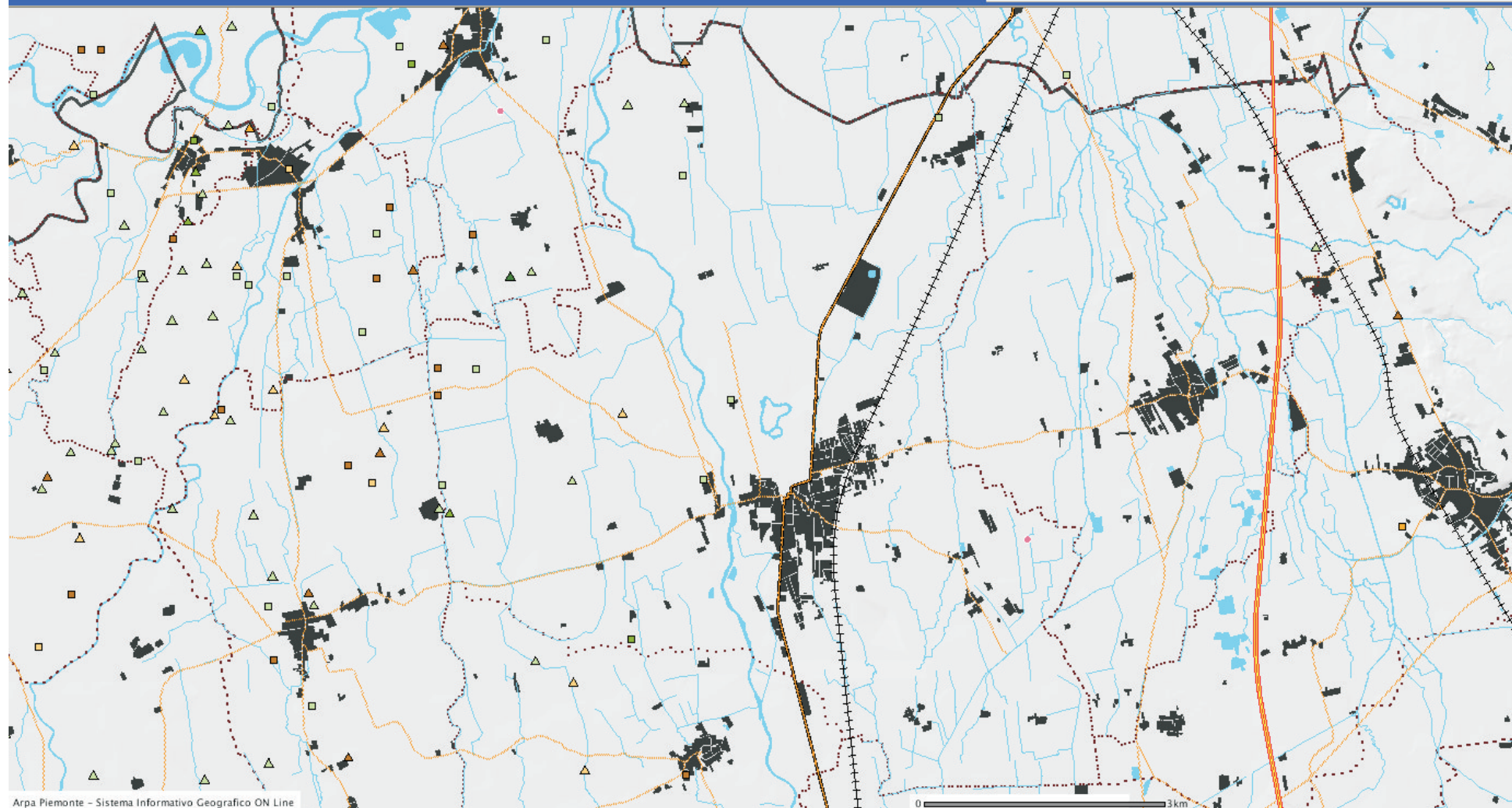
Sulla base delle indicazioni derivanti dalle altre carte il territorio comunale risulta interamente ascrivibile alla MICROZONA B, infatti non è presente substrato affiorante e neppure zone suscettibili di instabilità relative alla presenza di instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali.

In particolare sulla carta sono stati cartografati gli elementi morfologici lineari quali terrazzi fluviali e difese spondali, la localizzazione delle indagini geofisiche realizzate a corredo dell'adeguamento alla D.G.R. 13.06.2011 n.17/2172. Benché l'altezza dei suddetti elementi non raggiunga e/o superi i 10 m d'altezza, cautelativamente è stata delimitata una fascia di inedificabilità (*zona di ciglio prospiciente una scarpata di terrazzo*) parallela all'andamento planimetrico delle scarpate, avente estensione pari a 15 m computata a partire dal ciglio della scarpata medesima, in direzione esterna all'alveo.

Si specifica che l'intero territorio comunale è stato classificato all'interno della Categoria C di sottosuolo (cfr. paragrafo sulle indagini sismiche condotte sul territorio comunale).

Sulla carta sono state inoltre riportate il profilo geologico I-I del Foglio 68 *“Carmagnola”* della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000 e lo schema litostratigrafico (L-L) realizzato a corredo degli elaborati del P.R.G.C.

SISMICITA' IN PIEMONTE



Legenda

Temi

- Sismi dal 2001**
 - ▲ Minore di 1,8
 - ▲ 1,8 - 1,9
 - ▲ 1,9 - 2,2
 - ▲ 2,2 - 2,8
 - ▲ 2,8 - 3,7
 - ▲ Maggiore di 3,7
- Sismi dal 1982 al 2000**
 - Minore di 1,8
 - 1,8 - 1,9
 - 1,9 - 2,2
 - 2,2 - 2,8
 - 2,8 - 3,7
 - Maggiore di 3,7
- Sismi storici dal 1000 al 1981**
 - Sismi storici dal 1000 al 1981
- Viabilità europea di dettaglio**
 - ~ Viabilità europea di dettaglio
 - ~ Viabilità europea di dettaglio
- Viabilità principale**
 - Viabilità principale
- Ferrovie**
 - ~ Ferrovie
- Autostrade**
 - ~ Autostrade
- Viabilità principale lineare**
 - ~ Viabilità principale lineare
- Idrografia (lineare)**
 - ~ Idrografia (lineare)
- Idrografia di dettaglio (aree)**
 - ~ Idrografia di dettaglio (aree)
- Idrografia di dettaglio (aree)**
 - Idrografia di dettaglio (aree)
- Limiti amministrativi nazionali**
 - Limiti amministrativi nazionali
- Aree urbanizzate**
 - Aree urbanizzate

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI CUNEO COMUNE DI RACCONIGI

INDAGINE GEOFISICA TIPO MASW IN LOCALITA' MIGLIABRUNA E CAIRE NEL COMUNE DI RACCONIGI



RAPPORTO INTERPRETATIVO DELL'INDAGINE

<i>ELABORATO N°</i>	<i>ALLEGATO N°</i>	<i>CODICE</i>	 <p style="text-align: center;">COMPAGNIA TORINESE MONITORAGGI Srl</p>					
GF	--	12000-01\GF						
<i>COMMITTENTE</i>								
GEO.BR Via Arnaldo da Brescia, 47 10134 TORINO								
2								
1						Ing. M. Brunatto	Ing. S. Monti	Dott. G. Sola
0	GENNAIO 2012	Edizione	Ing. M. Brunatto	Ing. S. Monti	Dott. G. Sola			
<i>REV.</i>	<i>DATA</i>	<i>DESCRIZIONE</i>	<i>REDATTO</i>	<i>CONTROLLATO</i>	<i>APPROVATO</i>			



REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNE DI RACCONIGI

INDAGINE GEOFISICA TIPO MASW IN LOCALITA' MIGLIABRUNA E
CAIRE NEL COMUNE DI RACCONIGI

Rapporto interpretativo dell'indagine

Gennaio 2012

SOMMARIO

PREMESSA

INDAGINE GEOFISICA MASW

ALLEGATI

INDAGINE GEOFISICA TIPO MASW

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA.....



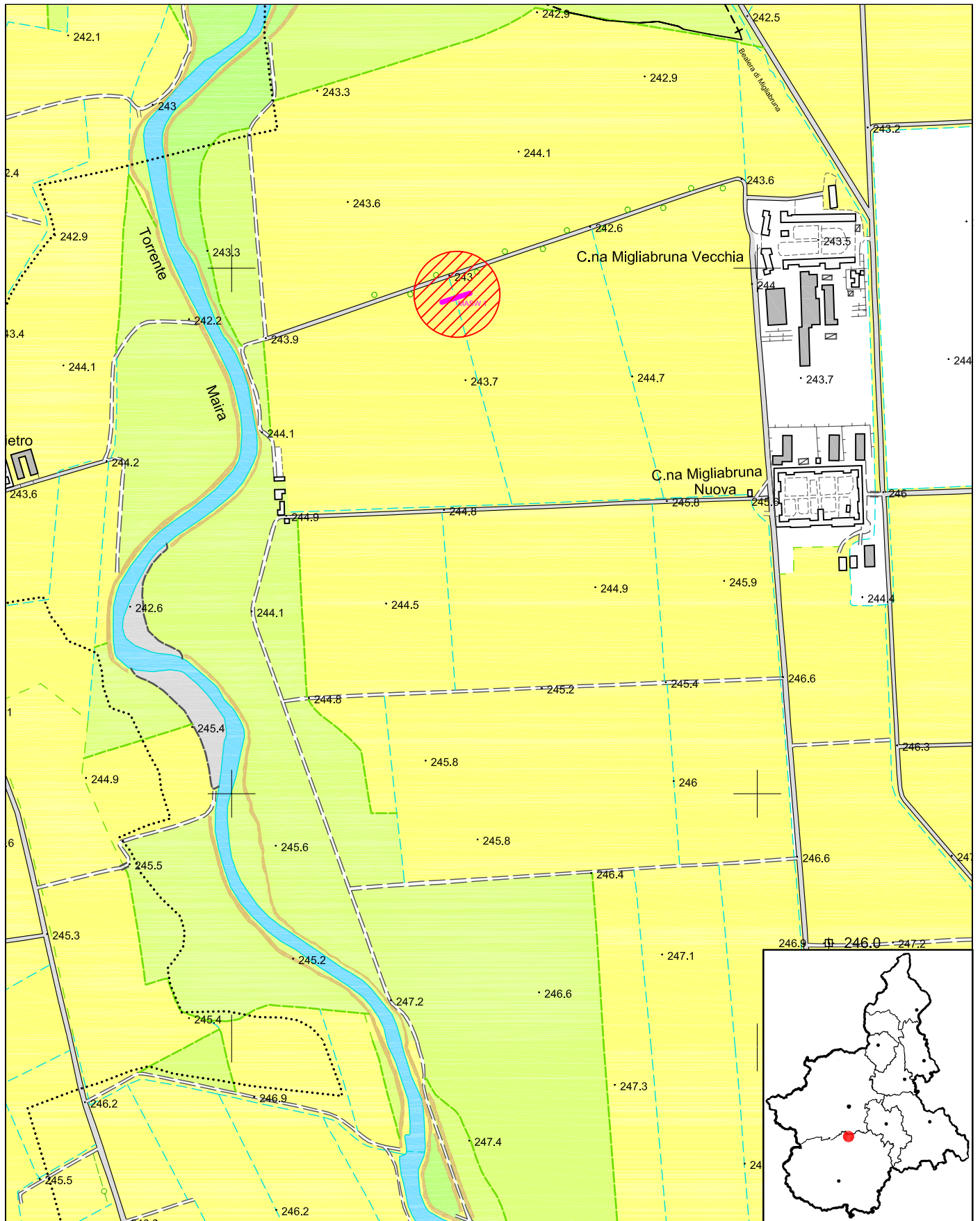
PREMESSA

In data 19/01/2012 è stata eseguita un'indagine geofisica sismica di tipo MASW costituita da due stendimenti di geofoni collocati in località Migliabrana e Caire nel Comune di Racconigi (CN), nelle aree mostrate nelle tavole corografiche riportate nel seguito, come indicato dalla Committenza.

Ogni stendimento è costituito da 24 geofoni disposti con passo due metri.

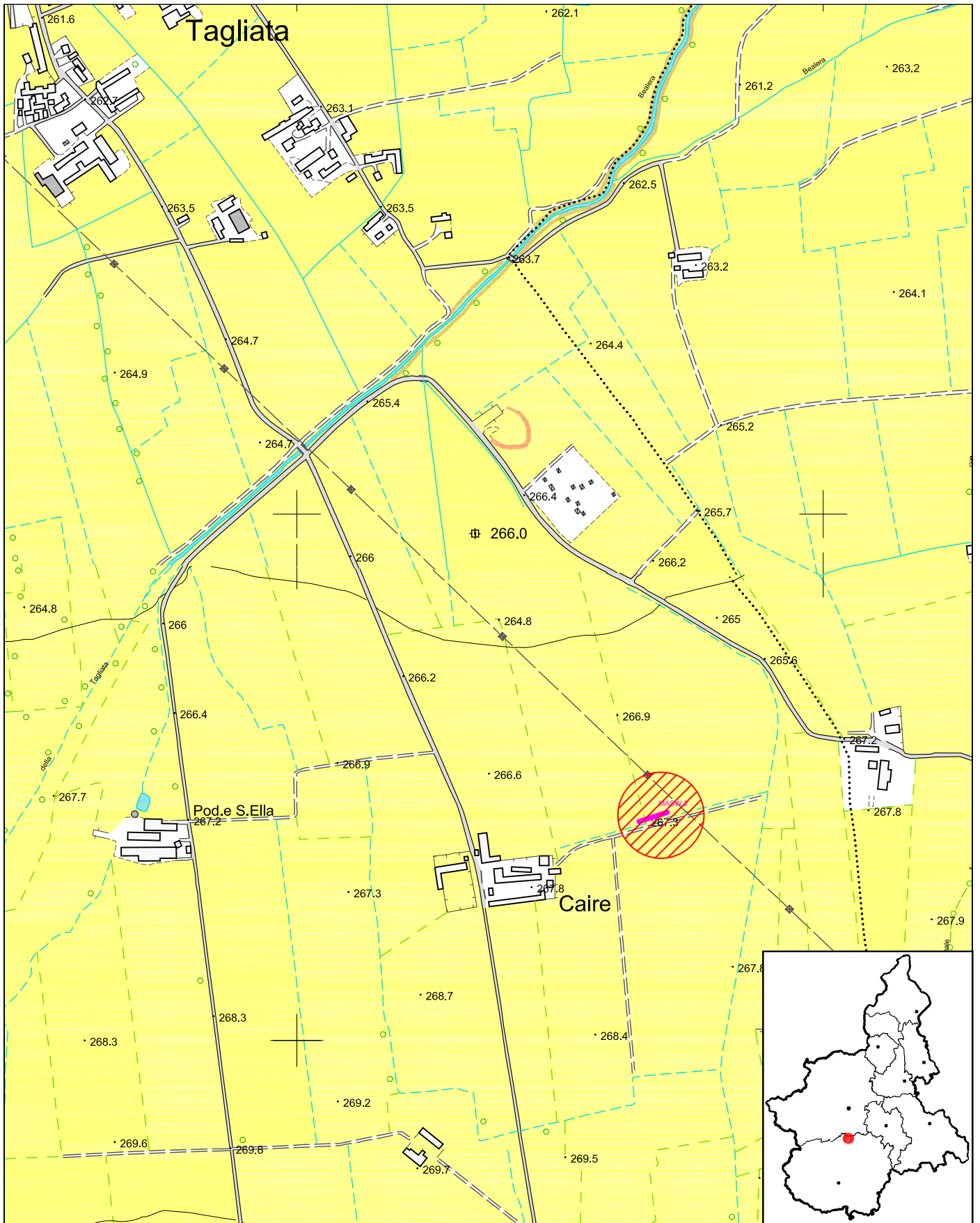
L'indagine è stata finalizzata a ricavare il parametro rappresentativo V_{s30} per la caratterizzazione sismica dei terreni indagati, secondo quanto disposto dalla normativa tecnica vigente.

Di seguito vengono fornite la documentazione relativa alla metodologia di indagine adottata, i risultati dell'indagine e la relativa documentazione fotografica.



COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO GENERALE
 DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO
 (Reg. Piemonte - C.T.R. Vettoriale Sez. 173160)





COROGRAFIA DI INQUADRAMENTO GENERALE
 DELL'AREA OGGETTO DELL'INTERVENTO
 (Reg. Piemonte - C.T.R. Vettoriale Sez. 192050)



Scala 1:10.000



INDAGINE GEOFISICA MASW

Principi di base

Le indagini sismiche si basano sulla misura della velocità di propagazione delle onde elastiche in rocce e terreni. Le onde elastiche vengono create artificialmente per mezzo di esplosioni controllate o di altre tipologie di sorgenti e la loro propagazione viene rilevata in punti diversi, in superficie e/o in profondità tramite trasduttori che generano un segnale elettrico misurabile corrispondente alla sollecitazione elastica del terreno nel punto di misura.

Se un corpo in equilibrio subisce una sollecitazione in un punto, esso tende a deformarsi in relazione alle caratteristiche elastiche del corpo stesso e al tipo di sollecitazione. La propagazione della deformazione nei punti circostanti avviene come propagazione di onde la cui velocità dipende dalle caratteristiche elastiche del corpo (Godio et al., 2001).

Le onde sismiche (o onde elastiche) si generano e si propagano in un corpo quando questo viene sollecitato da uno sforzo impulsivo di piccola energia (cioè nel campo delle piccole tensioni e delle piccole deformazioni). Quando il corpo sollecitato si deforma nel campo elastico (campo di linearità della legge di Hooke) le sue particelle si spostano dalla loro posizione di equilibrio.

Al cessare della sollecitazione le particelle tendono a tornare alla loro posizione di equilibrio innescando un moto di oscillazione (vibrazione). Tale moto di oscillazione si propaga in tutte le direzioni alle particelle circostanti con velocità che dipende dalla facilità delle particelle ad abbandonare il loro stato di quiete, cioè dalle caratteristiche meccaniche del corpo.

Le onde elastiche così generatesi interessano tutto il volume del corpo (onde di volume), non sono dispersive (la velocità di propagazione non dipende dalla frequenza) e possono essere distinte in funzione della direzione di vibrazione rispetto alla direzione di propagazione.

Si hanno dunque:

- onde di compressione (onde P): longitudinali e primarie, si propagano ad alta velocità sia nei solidi che nei liquidi e sono caratterizzate da un moto delle particelle nella stessa direzione di propagazione dell'onda, con successive compressioni e rarefazioni;



- onde di taglio (onde S): trasversali e secondarie, si propagano più lentamente delle onde P e presentano un moto delle particelle perpendicolare alla direzione di propagazione; non si trasmettono nei fluidi;
- onde di Rayleigh: sono onde superficiali e determinano spostamenti ellittici delle particelle il cui moto avviene nel piano verticale e con verso retrogrado rispetto alla direzione di propagazione stessa;
- onde di Love: sono onde superficiali che si sviluppano solo in presenza di uno strato a bassa velocità e non si trasmettono nei fluidi; gli spostamenti sono orizzontali e trasversali rispetto alla direzione di propagazione.

La Normativa Italiana (Decreto Ministeriale del 14/01/2008 Norme Tecniche per le costruzioni e S.O. n. 30 alla G.U. n. 29 del 04/02/08), coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura sia dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E a ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{S30} superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{spt30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_{S30} > 800$ m/s).

Per V_{S30} s'intende la media pesata delle velocità delle onde S negli strati fino a 30 metri di profondità dal piano di posa della fondazione.

In generale il fenomeno dell'amplificazione sismica diventa più accentuato passando dalla classe A alla classe E.



Descrizione del metodo

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali.

Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga: questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (V_s), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali.

Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidità superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
- l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s .

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche.



Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali.

Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.

Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento.



Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente.

Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendentemente dalla distanza dalla sorgente.

La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione.

La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale.

Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x ; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione.

E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N. Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo V_s di inversione.



Stendimento di geofoni verticali

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente. La configurazione base di campo e la routine di acquisizione per la procedura MASW sono generalmente le stesse utilizzate in una convenzionale indagine a riflessione (CMP). Però alcune regole operative per MASW sono incompatibili con l'ottimizzazione della riflessione. Questa similitudine permette di ottenere, con la procedura MASW, delle sezioni superficiali di velocità che possono essere utilizzate per accurate correzioni statiche dei profili a riflessione.



Finalità e programmazione dello studio

L'indagine sismica realizzata nel Comune di Racconigi (CN) presso le Loc. Migliabruna e Caire è finalizzata a valutare il parametro V_{S30} del terreno in fase di studio, nelle aree segnalate dalla Committenza.

L'indagine sismica multicanale è servita a fornire un valore dello stato di addensamento del sottosuolo fino a 30m da piano campagna.

Strumentazione utilizzata

Acquisizione dati

I dati sono stati acquisiti con il sismografo GEODE della Geometrics dotato di 24 canali a 24 bit, possibilità di stacking, filtri analogici e digitali. Nella tabella si riportano le caratteristiche tecniche del sismografo.

A/D Conversion	24 bit result using Crystal Semiconductor sigma-delta converters and Geometrics proprietary oversampling
Dynamic Range	144 dB (system), 110 dB (instantaneous, measured) at 2ms, 24dB
Sample Interval	0.02, 0.3125, 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0, 4.0, 8.0, 16.0 ms
Record Length	16,000 samples
Maximum Input Signal	2.8 VPP
Distortion	0.0005% @ 2 ms, 1.75 to 208 Hz
Bandwidth	1.75 Hz to 20 kHz
Common Mode Rejection	>-100 dB at ≤ 100 Hz, 36 dB
Crosstalk	-125 dB at 23.5 Hz, 24 dB, 2 ms
Noise Floor	0.2uV, RFI at 2 ms, 36 dB, 1.75 to 208 Hz
Stacking Trigger Accuracy	1/32 of sample interval
Input Impedance	20 kOhm, 0.02 uf
Anti-alias Filters	-3 dB at 83% of Nyquist frequency, down 90 dB
Delay	0 to 9999 ms in 1 ms steps
Acquisition and DisplayFilters	<ul style="list-style-type: none"> ↪ LowCut: OUT, 10, 15, 25, 35, 50, 70, 100, 140, 200, 280, 400 Hz, 24 or 48 dB/octave, Butterworth. ↪ Notch: 50, 60, 150, 180 Hz and OUT, with the 50 dB rejection bandwidth 2% of center frequency. ↪ HighCut: OUT, 250, 500 or 1000 Hz, 24 or 48 dB/octave.
Triggering	Positive, negative or contact closure, software adjustable threshold
Power	12V external battery



Sorgenti

Per l'indagine è stata utilizzata come sorgente di energia la massa battente, costituita da un martello avente massa da 10 kg utilizzato da un operatore.

L'impulso viene generato attraverso il colpo del martello su una piastra in teflon appoggiata al terreno.

L'istante di trigger è fornito da un geofono posizionato in prossimità del punto di battuta.

Ricevitori

Per l'indagine in esame sono stati utilizzati geofoni con asse verticale con frequenza pari a 4.5 Hz.

I geofoni sono sensori di tipo elettromagnetico che generano una tensione proporzionale alla velocità della perturbazione sismica.

I cavi utilizzati per l'acquisizione sono cavi con guaina in polipropilene schermati con connettori tipo militare Bendix o Cannon a 36 pin.

Geometria degli stendimenti

Sono stati realizzati due stendimenti sismici MASW, costituiti ognuno da 24 geofoni e ubicati come riportato nelle tavole di corografia, in modo da determinare con precisione il parametro V_{S30} .

Ogni stendimento ha previsto la collocazione dei geofoni ad una distanza reciproca di 2m fino a coprire un'estensione lineare di 46m complessivi.

L'energizzazione è stata effettuata in due punti, collocati a circa 10m di distanza dal primo e dall'ultimo geofono di ogni stendimento.

Un geofono 'starter' è stato disposto accanto ad ogni punto di energizzazione per dare inizio alla registrazione del segnale trasmesso dai 24 geofoni al sismografo multicanale.

La scelta di energizzare in due punti diversi è stata dettata dalla possibilità, in fase di elaborazione dati, di selezionare la registrazione migliore e più chiara ai fini del calcolo del V_{S30} ; pertanto in allegato viene presentata la tavola riepilogativa di un solo sismogramma per stendimento.



Analisi dei risultati e considerazioni conclusive

I risultati dell'indagine sono riportati nel seguito; è stata infatti allegata una tavola per ogni stendimento contenente il sismogramma registrato in fase di misura ed i relativi grafici ottenuti dall'elaborazione (All. 01 – 02).

Ogni tavola riporta il sismogramma prodotto dai 24 geofoni in fase di acquisizione dati, ossia a seguito dell'attivazione del geofono starter dopo l'energizzazione, le curve delle velocità rapportate alla frequenza ed alla profondità del terreno, una tabella di calcolo delle Vs ed il valore finale di V_{S30} .

MASW 1 – LOC. MIGLIABRUNA

I risultati ottenuti consentono di evidenziare un mezzo dalle discrete caratteristiche, costituito nei primi tre metri circa da materiale poco consistente (velocità delle onde S pari a circa 100 m/s) al di sopra di un mezzo più veloce (Vs intorno a 300 m/s) che si estende fino a circa 10 metri da p.c.

A tale profondità è stato riscontrato il passaggio ad un mezzo “veloce”, maggiormente addensato e dalle migliori proprietà di resistenza meccanica: le velocità delle onde S sono risultate infatti maggiori e pari a circa 540 m/s fino a circa 15 metri da p.c.; da qui fino alle massime profondità indagate (circa 30 metri) le velocità delle onde S si sono attestate al valore di circa 450 m/s.

Il risultato finale dell'indagine è pertanto molto dettagliato per quanto riguarda i primi trenta metri di profondità e permette di evidenziare la presenza di un materiale dalle buone caratteristiche meccaniche che raggiunge un buon grado di compattazione solo a partire da circa 10 metri da p.c.

MASW 2 – LOC. CAIRE

I risultati ottenuti consentono di evidenziare un mezzo dalle buone caratteristiche, costituito nei primi due metri circa da materiale poco consistente (velocità delle onde S pari a circa 100 m/s) al di sopra di un mezzo più veloce (Vs intorno a 300 m/s) che si estende fino a circa 7 metri da p.c.

A tale profondità è stato riscontrato il passaggio ad un mezzo “veloce”, maggiormente addensato e dalle migliori proprietà di resistenza meccanica, corrispondente al substrato roccioso: le velocità delle onde S sono risultate infatti maggiori e pari a circa 850 m/s fino alla massima profondità indagata (30 metri).



Il risultato finale dell'indagine è pertanto molto dettagliato per quanto riguarda i primi trenta metri di profondità e permette di evidenziare la presenza di un materiale dalle buone caratteristiche meccaniche che raggiunge un buon grado di compattazione solo a partire da circa 7 metri da p.c.

Per il calcolo del V_{S30} è stata utilizzata la formula proposta dall'O.P.C.M. 3274 s.m.i., ovvero:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

h_i = Spessore in metri dello strato i-esimo

V_i = Velocità dell'onda di taglio i-esima

N = Numero di strati

Dall'applicazione della relazione precedente si è ricavato quanto segue:

MASW 1 : $V_{S30} = 323$ m/s;

MASW 2 : $V_{S30} = 485$ m/s;

In riferimento al Decreto Ministeriale del 14/01/2008 (Norme Tecniche per le costruzioni) e alla Successiva Ordinanza n. 30 riportante alla G.U. n. 29 del 04/02/08):

- ✓ il sito in loc. Migliabrana indagato si colloca pertanto all'interno della categoria C che fornisce la seguente descrizione di terreno generalmente incontrato:

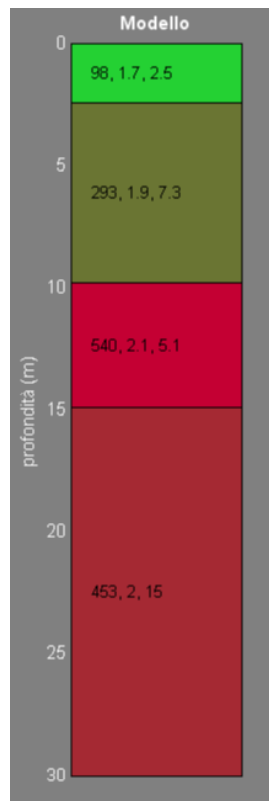
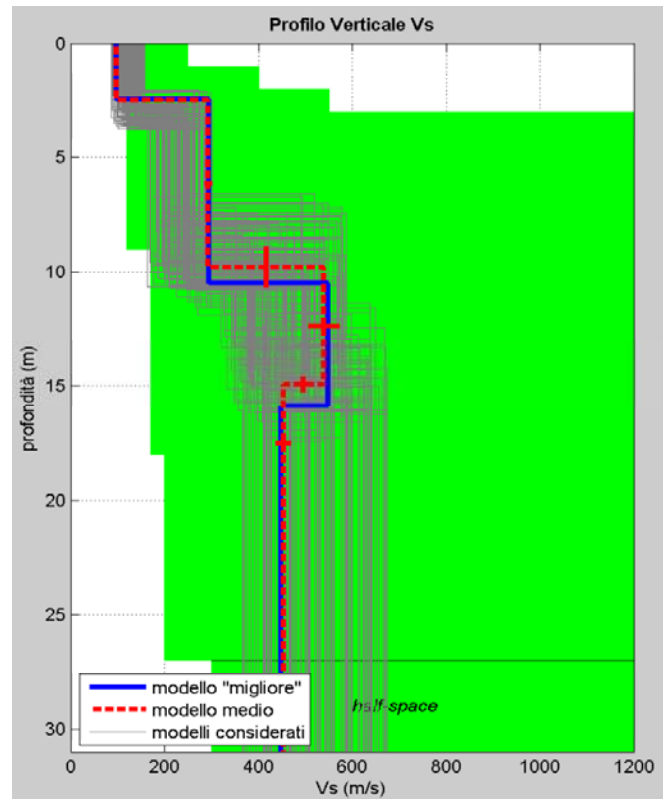
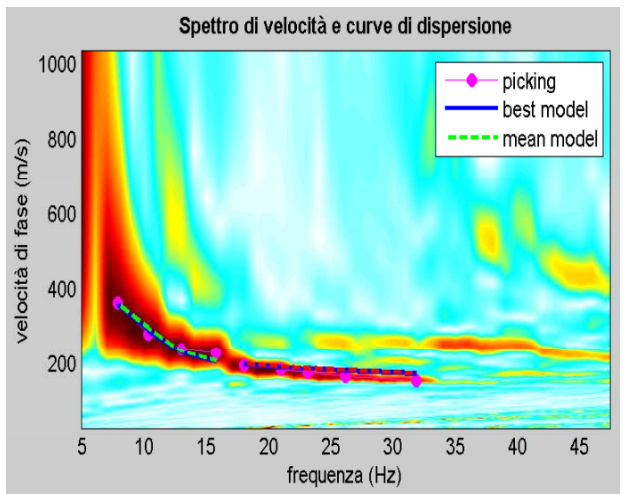
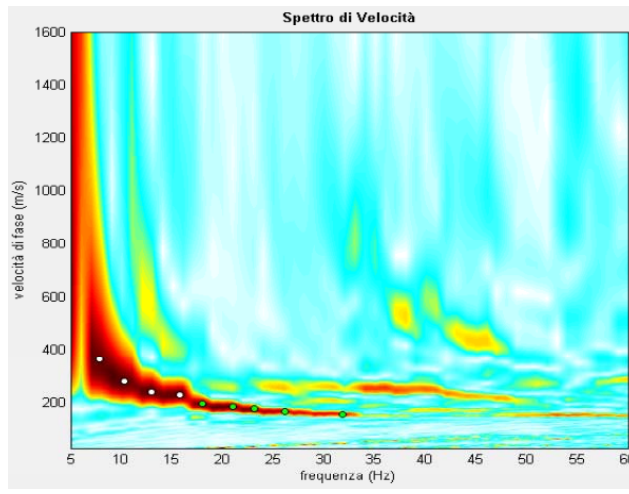
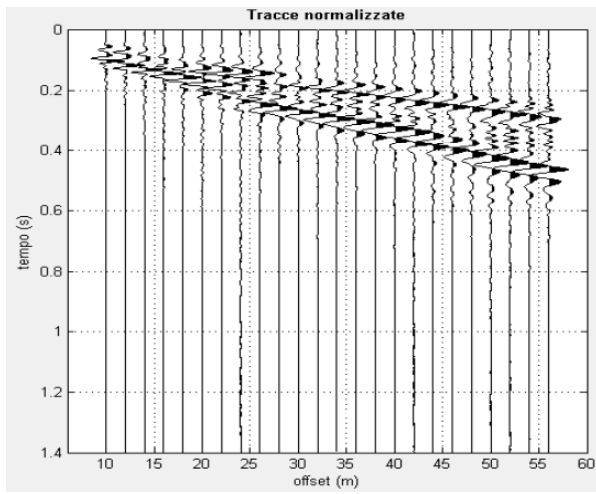
Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi fra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

- ✓ il sito in loc. Caire indagato si colloca pertanto all'interno della categoria B che fornisce la seguente descrizione di terreno generalmente incontrato:

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{spt30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

ALLEGATI

**INDAGINE GEOFISICA
TIPO MASW**



Legenda
 Velocità, densità, spessore
 (m/s) (gr/cm3) (m)

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs
0	2.5	98
2.5	9.8	293
9.8	14.9	540
14.9	30.0	453

VS30 = 323 m/s

PROVA SISMICA VS30

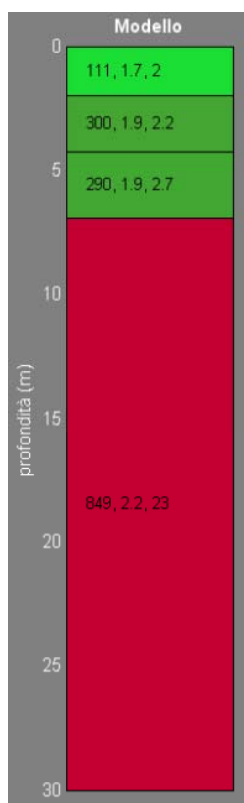
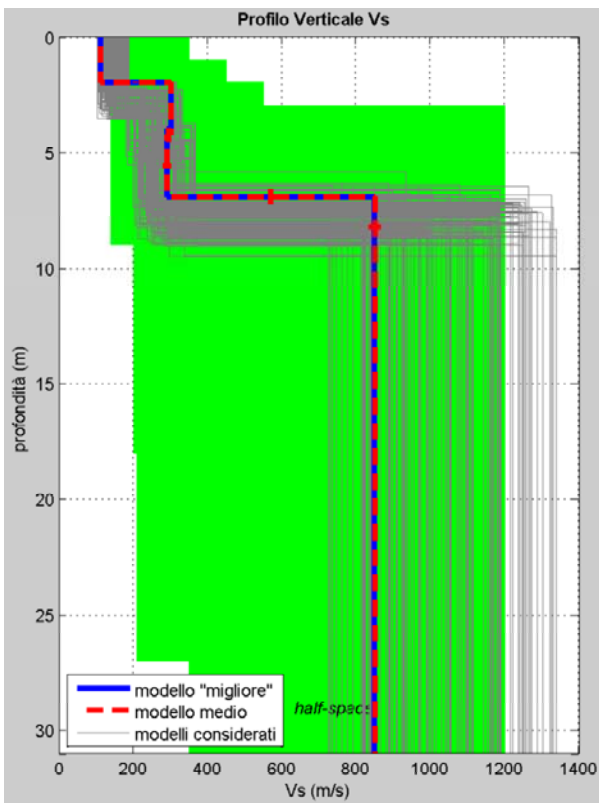
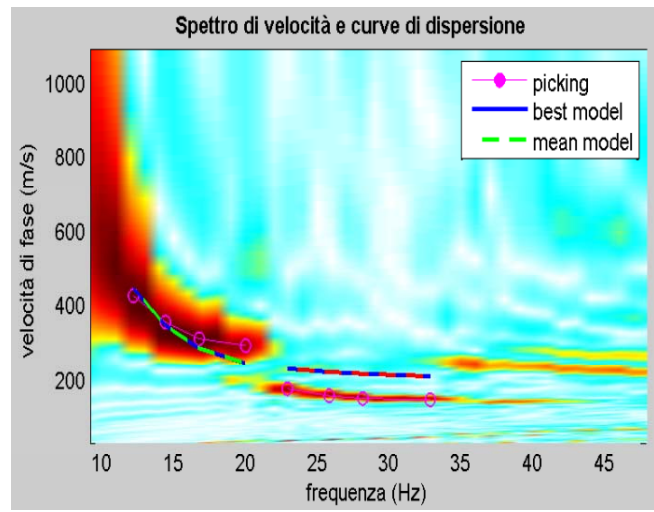
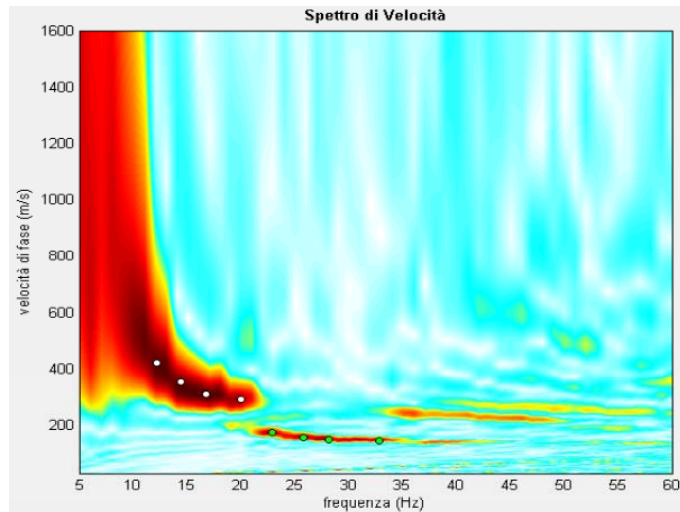
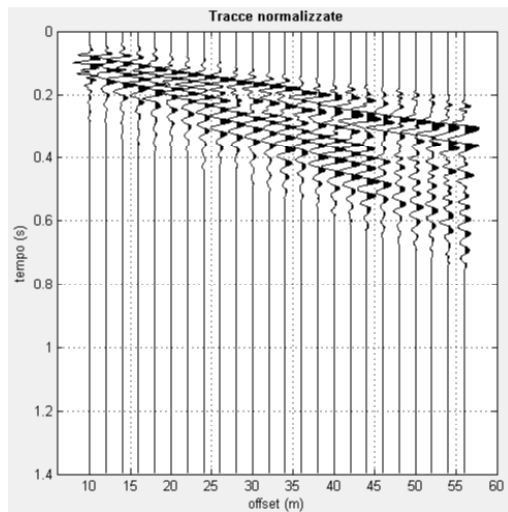
Loc. Migliabruna - Comune di Racconigi

Musinet Engineering S.p.a.

Metodologia MASW

**VELOCITA' DELLE ONDE S
 PROVA MASW 1**

All. 01	Gennaio 2012	
---------	--------------	--



Legenda
 Velocità, densità, spessore
 (m/s) (gr/cm3) (m)

TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs
0	2.0	111
2.0	4.2	300
4.2	6.9	290
6.9	30.0	849

VS30 = 485 m/s

PROVA SISMICA VS30

Loc. Caire - Comune di Racconigi

Musinet Engineering S.p.a.

Metodologia MASW

**VELOCITA' DELLE ONDE S
 PROVA MASW 2**

All. 02	Gennaio 2012	
---------	--------------	--

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Figura 1 Area di esecuzione dell'indagine MASW 1 – Loc. Migliabruna



Figura 2 Area di esecuzione dell'indagine MASW 2 – Loc. Caire



Figura 3 Strumentazione utilizzata

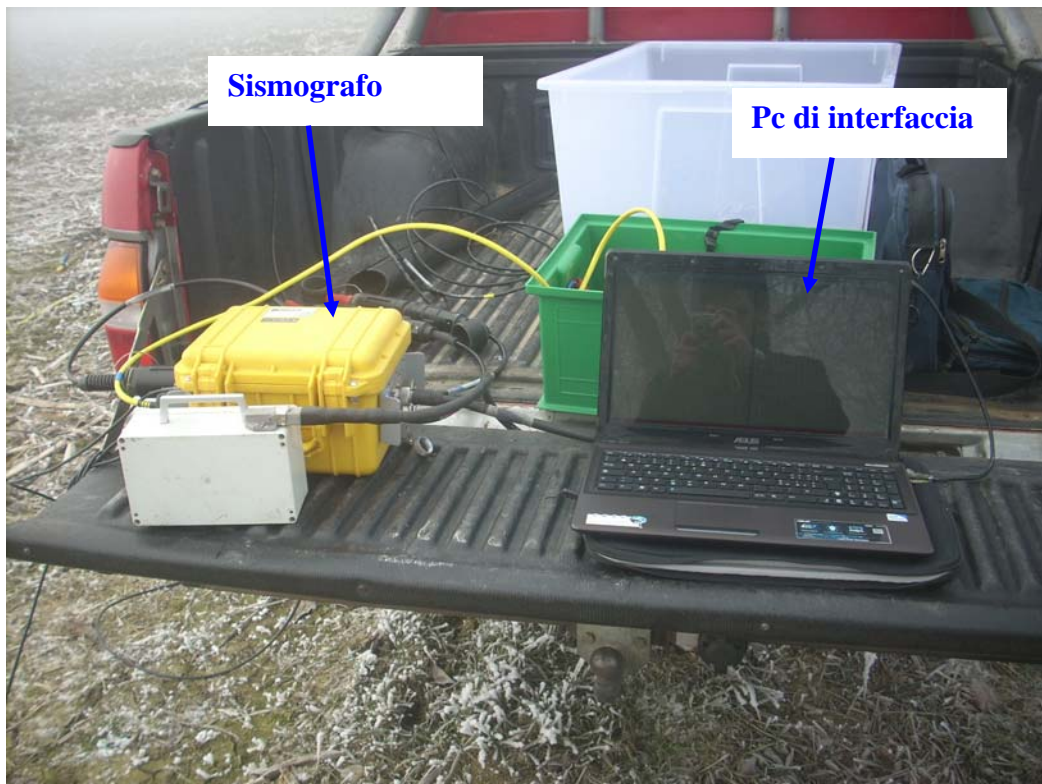


Figura 4 Strumentazione utilizzata

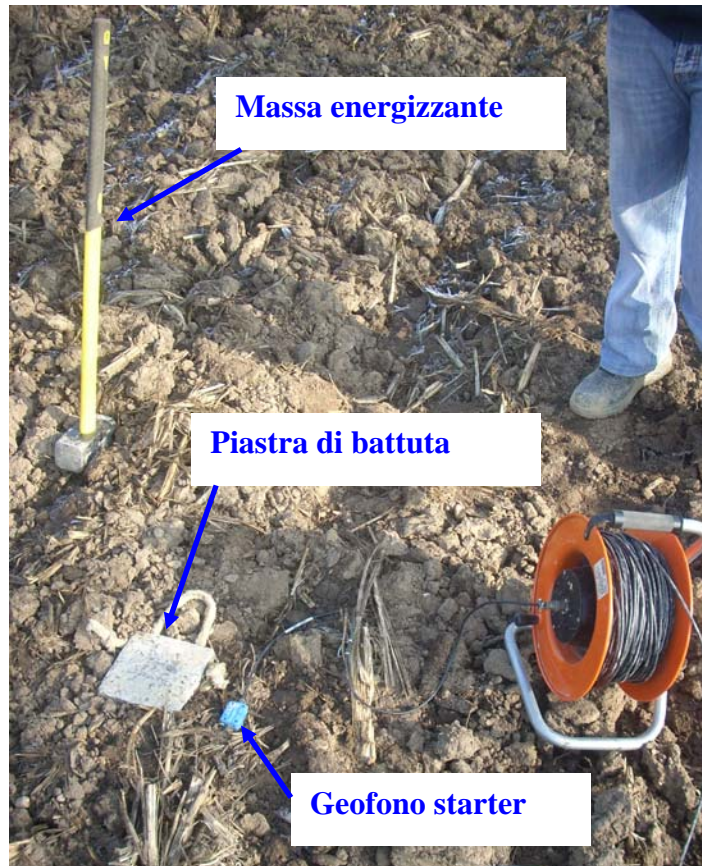
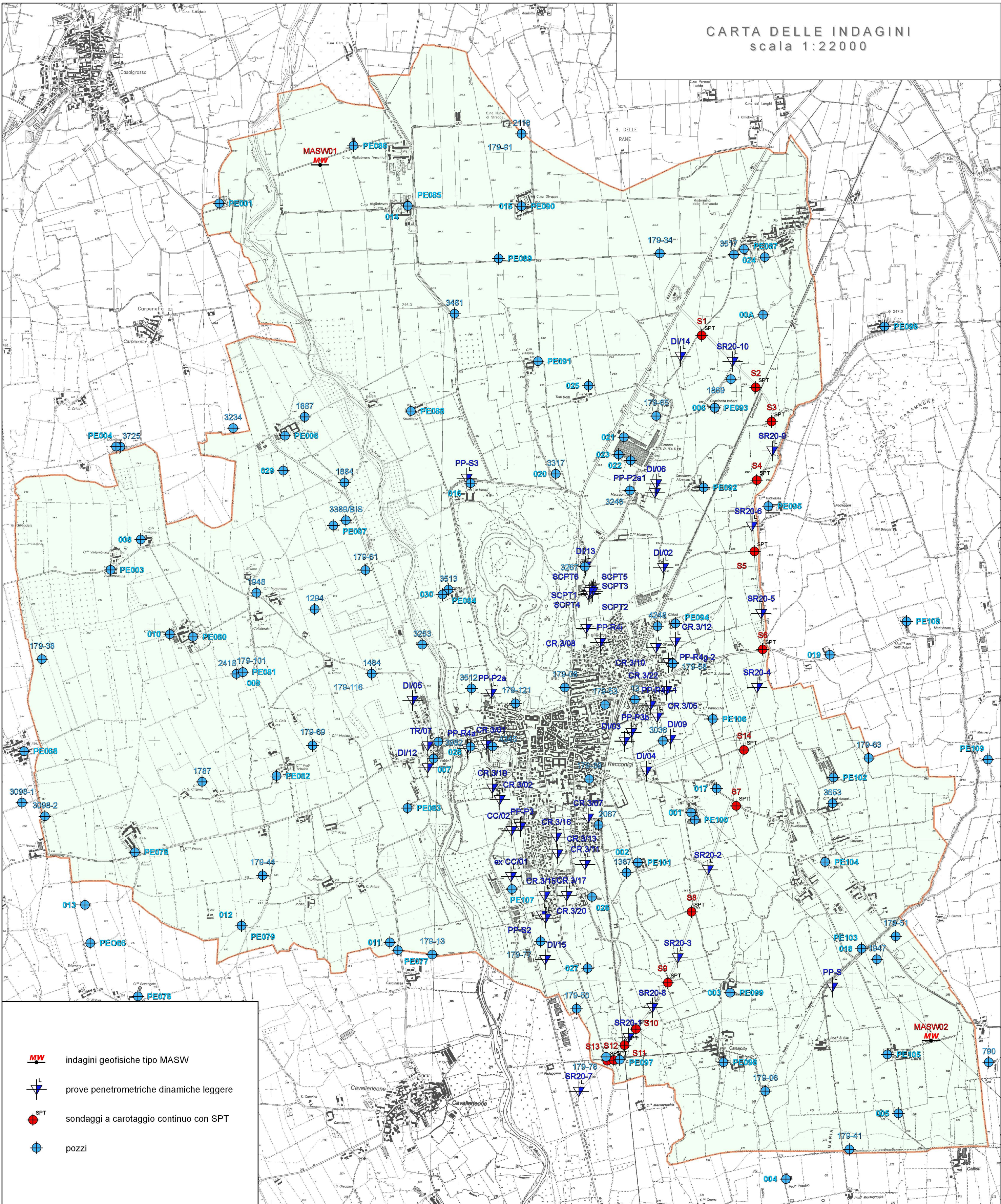






Figura 5 Strumentazione utilizzata



Figura 6 Stendimento di geofoni

CARTA DELLE INDAGINI
scala 1:22000



-  indagini geofisiche tipo MASW
-  prove penetrometriche dinamiche leggere
-  sondaggi a carotaggio continuo con SPT
-  pozzi

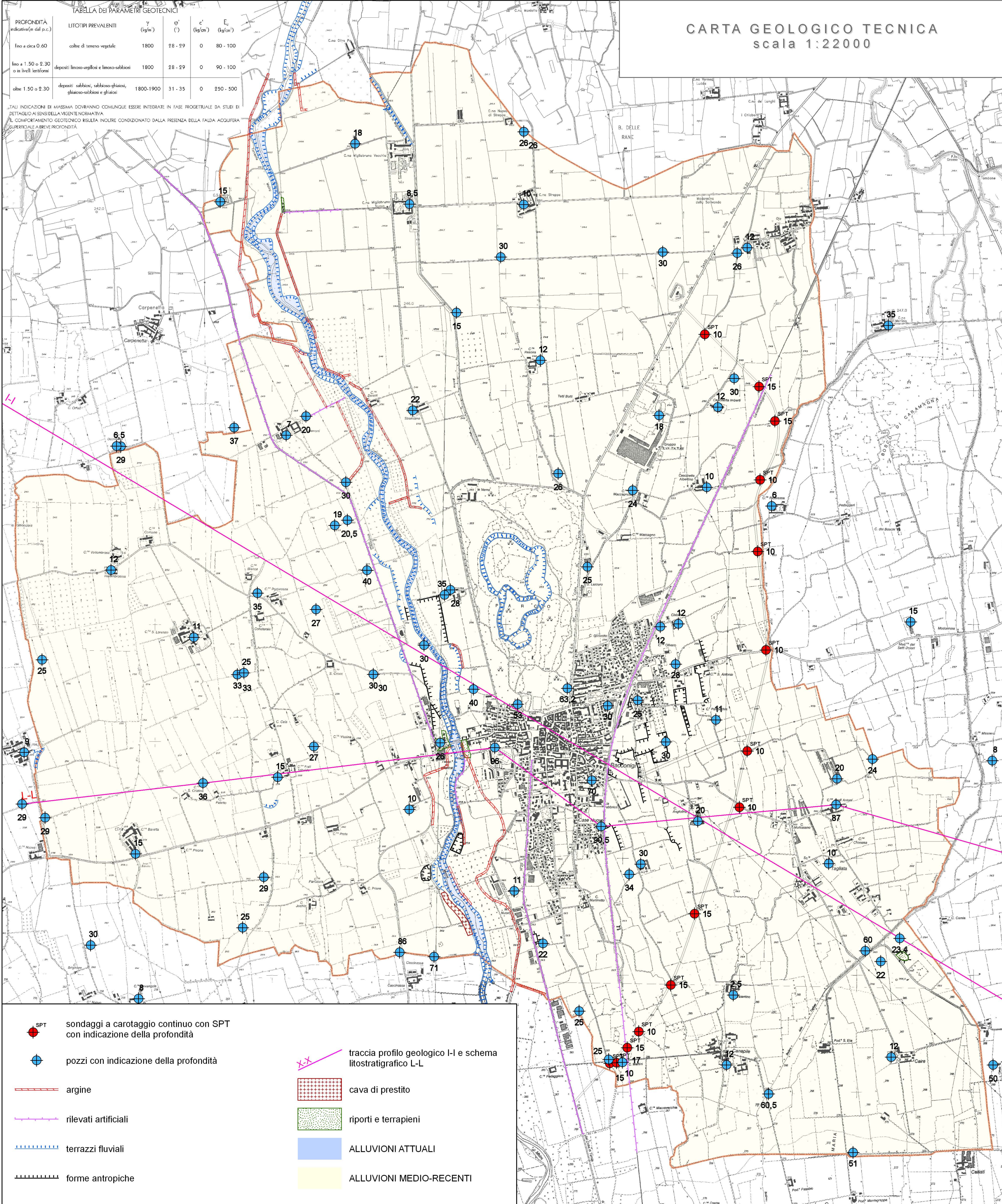
CARTA GEOLOGICO TECNICA

scala 1:22000

TABELLA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

PROFONDITÀ indicativa (m dal p.c.)	LITOTIPI PREVALENTI	γ (kg/m ³)	ϕ' (°)	c' (kg/cm ²)	E_s (kg/cm ²)
fino a circa 0.60	coltre di terreno vegetale	1800	28 - 29	0	80 - 100
fino a 1.50 o 2.30 o in livelli lenticolari	depositi limoso-argillosi e limoso-sabbiosi	1800	28 - 29	0	90 - 100
oltre 1.50 o 2.30	depositi sabbiosi, sabbioso-ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaiosi	1800-1900	31 - 35	0	250 - 500

TALI INDICAZIONI DI MASSIMA DOVRANNO COMUNQUE ESSERE INTEGRATE IN FASE PROGETTUALE DA STUDI DI DETTAGLIO AI SENSI DELLA VIGENTE NORMATIVA. IL COMPORTAMENTO GEOTECNICO RISULTA INOLTRE CONDIZIONATO DALLA PRESENZA DELLA FALDA ACQUIFERA SUPERFICIALE A BREVE PROFONDITÀ.



	SPT sondaggi a carotaggio continuo con SPT con indicazione della profondità		traccia profilo geologico I-I e schema litostratigrafico L-L
	pozzi con indicazione della profondità		cava di prestito
	argine		riporti e terrapieni
	rilevati artificiali		ALLUVIONI ATTUALI
	terrazzi fluviali		ALLUVIONI MEDIO-RECENTI
	forme antropiche		