



COMUNE DI OZZANO EMILIA (BO)

RAPPORTO SULL'INDAGINE SISMICA
ESEGUITA IN UN'AREA SITA IN VIA
EMILIA N. 42, SULLA QUALE È PREVISTO
UN PIANO URBANISTICO ATTUATIVO IN
VARIANTE AL POC.

Committente:

– Futura Costruzioni S.r.l.



Codice Lavoro: 2017.025/IS

Revisione 0.0

Novembre 2019

INDAGINI SISMICHE

GEO-PROBE

– *Indagini Geognostiche* –

Via Cimarosa, 119 – Casalecchio di Reno (BO) – Telefono 051.613.30.72

Email: geoprobe@geo-probe.com

INDICE

1. PREMESSA	1
2. RUMORE SISMICO AMBIENTALE	13
3. MISURAZIONE DEL RUMORE SISMICO AMBIENTALE ED ELABORAZIONE DATI.....	22
4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE	31

ALLEGATI:

- *indagine sismica.*

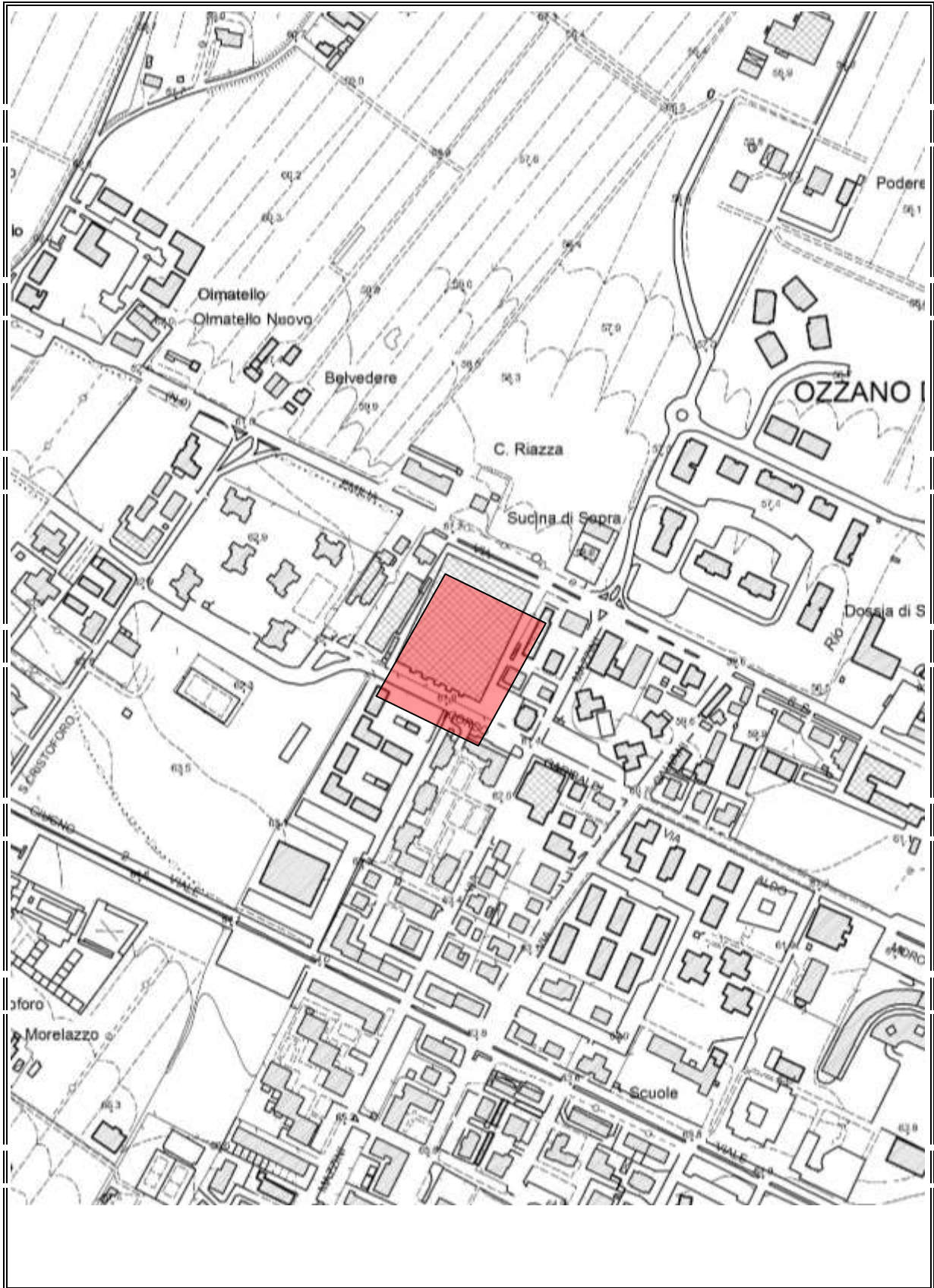
* * *

1. PREMESSA

A seguito dell'incarico ricevuto dalla Futura Costruzioni S.r.l., si trasmette in conformità con le normative vigenti, la seguente relazione riguardante l'indagine sismica eseguita mediante prova di sismica passiva a stazione singola (metodo HVSR).

L'area in esame si ubica in via Emilia n. 42, nella porzione nord-occidentale del centro abitato di Ozzano dell'Emilia, nel comune omonimo (BO) (TAV. 1: estratto C.T.R. Scala 1:5.000; elemento n. 221141 – Ozzano dell'Emilia).

TAV. 1 - UBICAZIONE AREA IN ESAME





Area in esame

2. RUMORE SISMICO AMBIENTALE

Il rumore sismico ambientale è conosciuto anche con il termine *microtremore*, dato che si manifesta con oscillazioni decisamente di piccola ampiezza (1~10 μm) e nettamente inferiori rispetto a quelle presenti nel campo prossimo all'epicentro di un terremoto. È costituito in piccola parte da onde di volume (P o S) e per lo più da onde superficiali (in particolare onde di Rayleigh) prodotte da interferenza delle prime e con velocità prossime alle onde S.

La sua permanente presenza sull'intera superficie terrestre è dovuta a:

- fenomeni atmosferici (in particolare al moto delle onde oceaniche e del vento);
- attività antropica (come industrie e traffico);
- attività dinamica terrestre.

L'acquisizione dei microtremori viene effettuata con strumenti a metodologia passiva, in quanto agiscono direttamente come sorgente di eccitazione e non richiedono pertanto l'utilizzo di battute o esplosioni classiche della sismica attiva.

La tecnica maggiormente sfruttata per lo studio dei microtremori è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale e conosciuta come HVSF (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*). È infatti una opinione accettata in letteratura che le singole componenti del rumore ambientale possono presentare ampie variazioni in funzione dei disturbi naturali ed antropici, mentre il rapporto delle componenti orizzontali e della componente verticale tende a rimanere costante conservando così il picco della frequenza di risonanza fondamentale.

Lo sviluppo di questa metodologia ha visto come massimo fautore Nakamura (1989), il quale si è basato su tre assunzioni fondamentali:

1. Considerare l'origine dei microtremori solo da sorgenti superficiali e trascurare le sorgenti profonde.
2. Considerare l'amplificazione come conseguenza della propagazione delle onde all'interno di uno strato soffice situato al di sopra di un semispazio rigido e omogeneo tale da creare un forte contrasto di impedenza sismica tra le due parti.
3. Considerare la componente verticale del moto non soggetta a fenomeni di amplificazione dallo strato superficiale ad eccezione delle onde di Rayleigh.

3. MISURAZIONE DEL RUMORE SISMICO AMBIENTALE ED ELABORAZIONE DATI

La registrazione del rumore sismico ambientale è stata effettuata tramite tromografo digitale *Tromino* della Micromed S.p.A., il quale permette sia l'acquisizione digitale in alta risoluzione in modo passivo e non intrusivo sia il pre-processing dei dati. È costituito da tre velocimetri elettrodinamici ortogonali (N-S, E-W e in senso verticale) con autobloccaggio in fase di non acquisizione e da un GPS interno.

Considerando il suolo come un corpo viscoelastico risulta possibile effettuare la misurazione delle frequenze proprie di oscillazione, riconosciute come funzioni delle proprietà meccaniche dei materiali e della morfologia attorno al sito in esame.

Tramite lo strumento utilizzato per questa indagine, oltre alla registrazione del rumore sismico, è possibile ricavare le frequenze di risonanza del sottosuolo, conoscendo le quali si creano basi utili in fase di progettazione per evitare la produzione di fenomeni di amplificazione sismica dovuti all'accoppiamento tra le vibrazioni del suolo e del fabbricato nel caso coincidessero i loro valori in frequenza. Ciò produrrebbe un notevole aumento della sollecitazione sulle strutture in caso di evento sismico.

L'elaborazione dei dati viene effettuata tramite software *Grilla*, in dotazione allo strumento, con cui è possibile effettuare analisi spettrali e analisi HVSR (in funzione del tempo ed in funzione della direzione) e prevede i seguenti passaggi:

1. suddivisione della registrazione del rumore sismico nelle sue tre componenti in intervalli della durata di qualche decina di secondi ciascuno;
2. analisi spettrale del segnale nelle tre componenti;
3. correzione da andamenti anomali (*detrend*);
4. riduzione della dispersione del segnale (*tapering*);
5. calcolo della FFT (*Fast Fourier Transform*) e analisi spettrale PSD (*Power Spectral Density*);
6. lisciamento;
7. media degli HVSR calcolati sulla varie finestre.

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEI TERRENI DI FONDAZIONE

Nel sito di indagine in data 15/03/2019 è stata effettuata una misura di microtremore della durata di 20', allo scopo di definire le frequenze di risonanza fondamentali dei terreni del sottosuolo e,

L'indagine sismica è stata condotta su terreno naturale duro e asciutto in condizioni meteo buone, in presenza di vento di debole entità tale da non creare disturbo durante la registrazione.

L'elaborazione dei dati mediante il software Grilla permette di ottenere:

- la frequenza fondamentale o di risonanza del sito;
- un'interpretazione del profilo stratigrafico sismico ad elevata profondità con stima del bedrock e del parametro V_{seq} .

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza.

Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla relazione

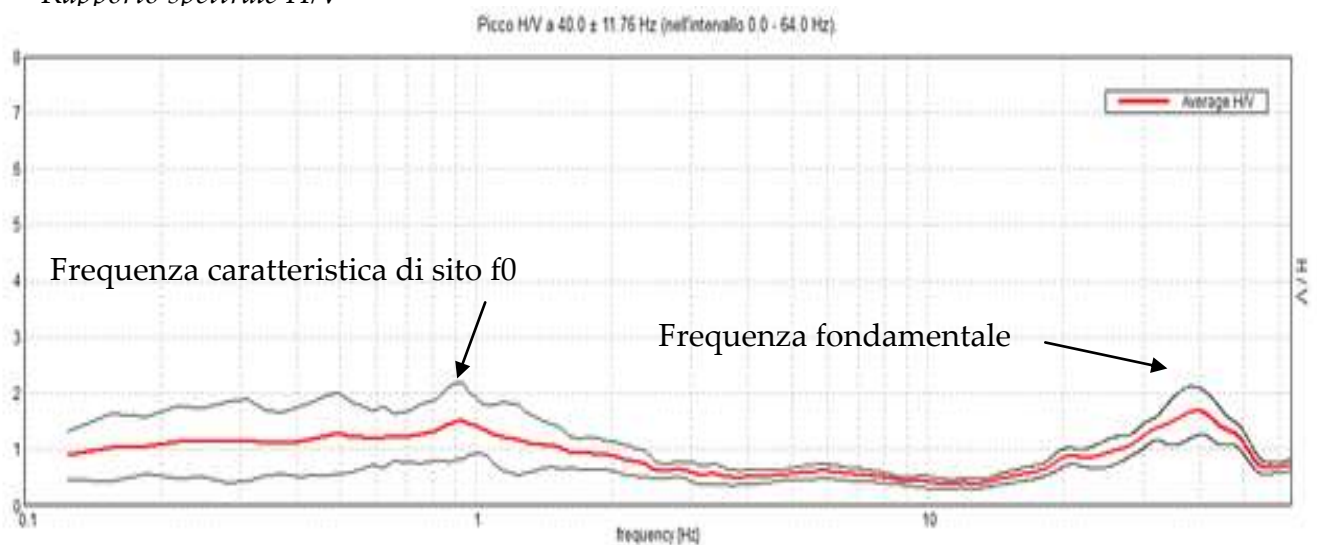
$$f = V_s/4h$$

dove V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e h è lo spessore dello strato

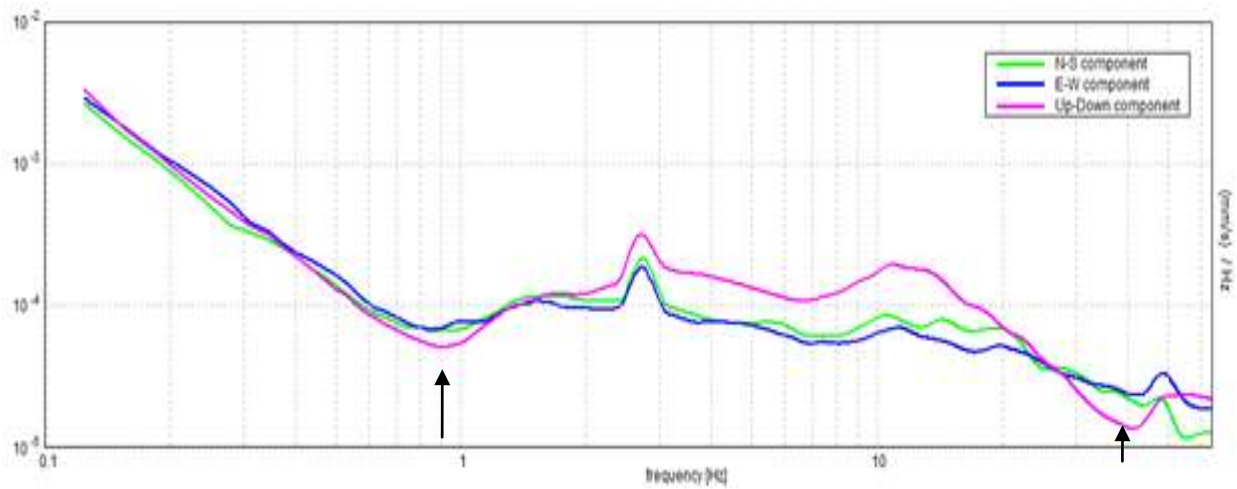
Dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontali e verticali (H/V) viene evidenziata la frequenza fondamentale o più frequenze se si è in presenza di un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di impedenza significativi, attraverso un picco della curva in genere dovuto a un minimo della componente verticale riscontrabile negli spettri delle singole componenti.

La frequenza fondamentale del sito è da intendersi quella più significativa a bassa frequenza; eventuali altre frequenze evidenziate da picchi secondari, possono essere comunque significative ai fini ingegneristici.

Rapporto spettrale H/V



Spettri singole componenti



Dall'indagine eseguita nel sito si evidenzia una frequenza fondamentale a 40 Hz mentre il picco alla frequenza di 0,9 Hz individuato sulla curva è rappresentativo del salto di impedenza sismica tra la copertura e il bedrock sismico e rappresenta la frequenza fondamentale del sito.

Le frequenze caratteristica e fondamentale di risonanza del sito, ricavabili dal diagramma HVSR rappresentano un parametro importante per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale in quanto si dovranno adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la stessa frequenza di vibrazione del terreno per evitare l'effetto di doppia risonanza.

Casalecchio di Reno, 19 Novembre 2019



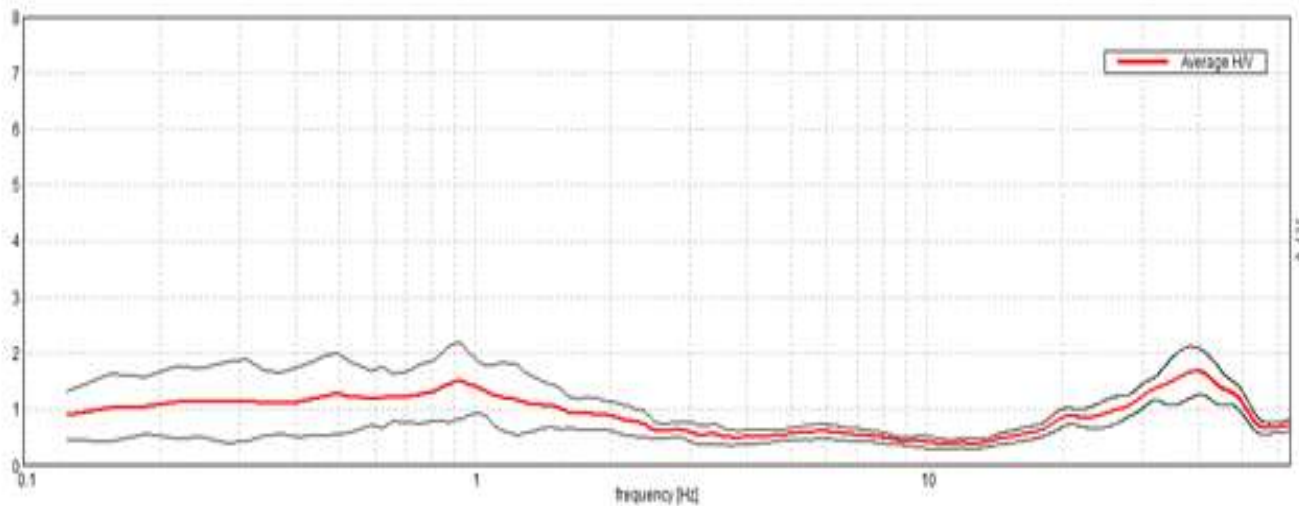
ALLEGATI

Indagine sismica

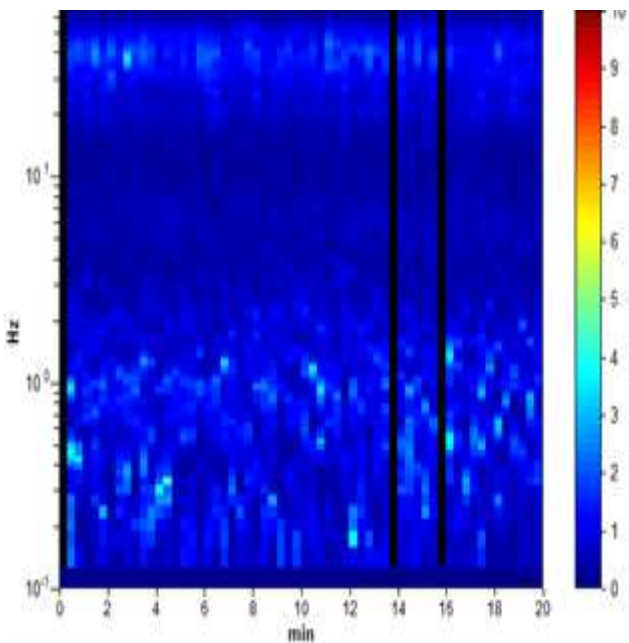
Committente:	Futura Costruzioni S.r.l.	Data prova:	29/03/17
Località:	Ozzano dell'Emilia (BO)	Ora inizio registrazione:	06:52:58
Cantiere:	via Emilia 42	Ora fine registrazione:	07:12:58
Strumento:	TRZ-0184/01-12	Procedura di Prova:	
Note:	-	Frequenza di campionamento:	128 Hz

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

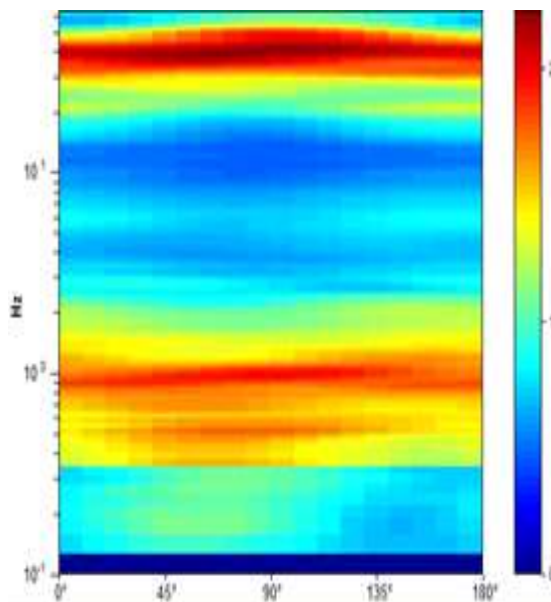
Picco H/V a 40.0 ± 11.76 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz)



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITÀ H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

