

COMUNE DI
CITTADELLA
PROVINCIA DI PADOVA

LP0235
REALIZZAZIONE DELLA NUOVA
PISTA DI ATLETICA
BORGO VICENZA

PROGETTO DEFINITIVO
1° STRALCIO FUNZIONALE

ALL.09

SETTEMBRE 2020

RELAZIONE GEOTECNICA

COMMITTENTE:
COMUNE DI CITTADELLA

via Indipendenza n.41
35013 Cittadella (PD)



ARCH. ALESSANDRO BRESSA

Galleria Campo della Marta n. 18/3
tel/fax 049.94.03.349
35013 CITTADELLA (PD)
mail to: architetto.bressa@gmail.com
pec: alessandro.bressa@archiworldpec.it

Iscrizione Ordine Architetti P.P.C.
Provincia di Padova al n. 1479

ING. PAOLO BOTTON

Via Trieste 10/A
tel 049.94.30.270
35010 CARMIGNANO DI BRENTA (PD)
mail to: studiobotton@libero.it
pec: paolo.botton@ingpec.eu

Iscrizione Ordine Ingegneri
della Provincia di Padova al n. 2249

in qualità di giovane professionista:
ARCH. ALESSIO BACCHIN

Vicolo Francesco Baracca n. 6
tel. 333.93.49.362
35018 SAN MARTINO DI LUPARI (PD)
mail to: alessio.bacchin@gmail.com
pec: architetto.bacchin@archiworldpec.it

Iscrizione Ordine Architetti P.P.C.
Provincia di Padova al n. 3681



Comune di Cittadella

Cittadella Città d'Arte

Provincia di Padova



**SETTORE TECNICO
UFFICIO LAVORI PUBBLICI**

-PROGETTO DEFINITIVO-

**LP0235 REALIZZAZIONE NUOVA PISTA DI ATLETICA
-BORGO VICENZA-**

Relazione Geotecnica

Cittadella, Settembre 2020

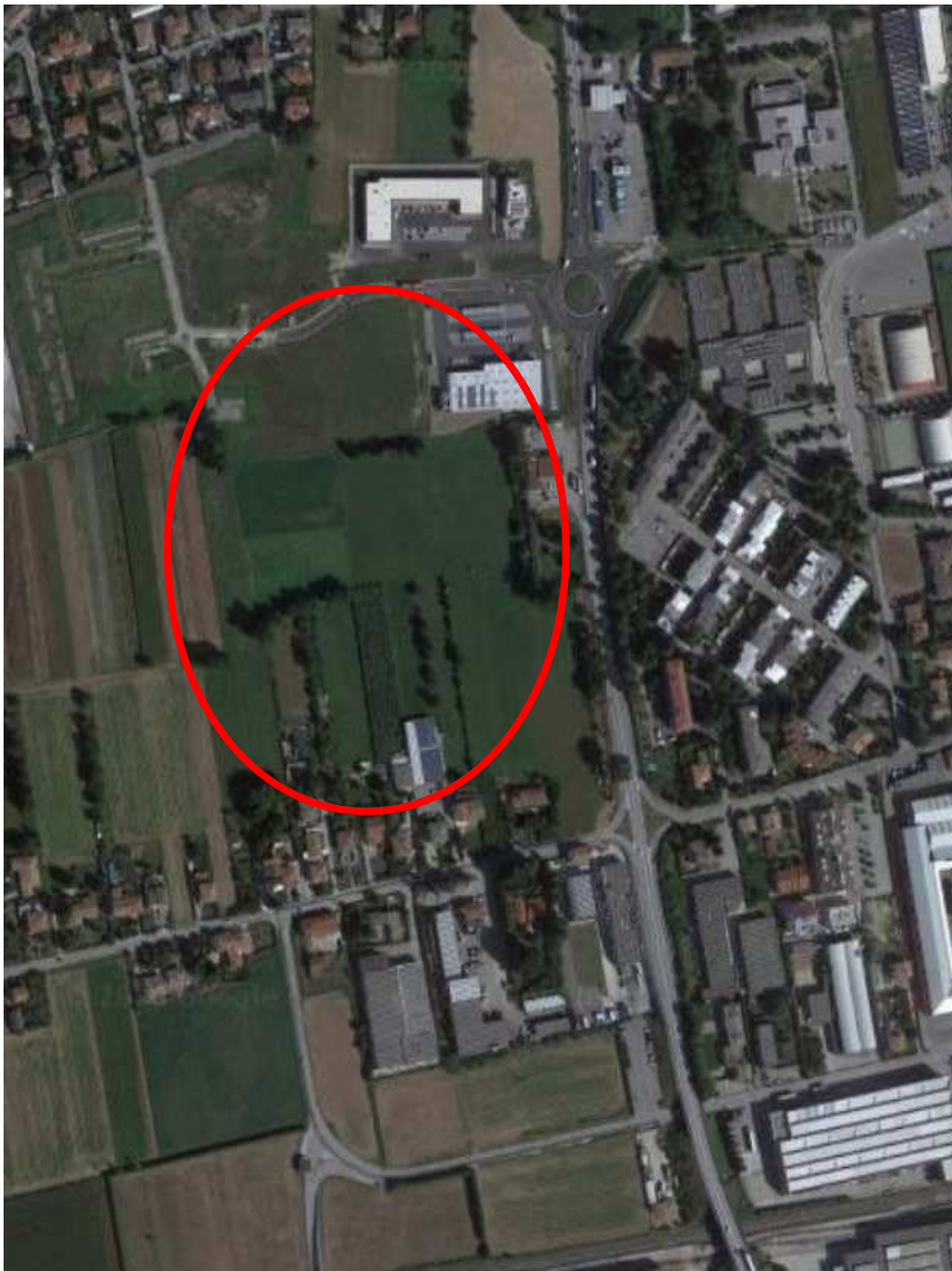
a) PREMESSA.

La presente relazione descrive la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo dell'area d'intervento documentata da indagini di materiale effettuate in sito. Si determinano le caratteristiche morfologiche del territorio da esaminare, procedendo poi attraverso un'analisi stratigrafica dei terreni che vanno a comporre il substrato di fondazione del sito d'intervento, valutando i parametri geotecnici più significativi del substrato di fondazione al fine di condurre le dovute verifiche agli stati limite previsti dalla normativa vigente.

b) DESCRIZIONE DEL PROGETTO E DEL SITO DI INTERVENTO.

Realizzazione di una nuova pista di atletica con campo da calcio ed annessi servizi e zona spogliatoi, da erigersi immediatamente in zona ovest della strada provinciale SP47. L'area territoriale di interesse ha superficie di circa 35.000 m² dei quali una porzione di circa 3.300 m² saranno occupati dalla nuova viabilità di accesso all'impianto e circa 6.720 m² da copertura spogliatoi e sedime pista. La nuova viabilità di collegamento in progetto andrà a connettersi verso nord al polo commerciale esistente e verso sud con Via Cà Nave Ovest. Verranno a crearsi delle nuove superfici impermeabili sono caratterizzate da una strada di collegamento, coperture della futura pista di atletica e dei futuri fabbricati ad uso spogliatoio/servizi, nel rispetto comunque del sistema idrogeologico locale.

AREA OGGETTO DI STUDIO ESTRATTO ORTOFOTO INTERVENTO



PROGETTO DI FATTIBILITA'



c) CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.

Caratterizzato da una superficie deposizionale - erosiva pianeggiante, con sottosuolo rappresentato dalle alluvioni fluvioglaciali e fluviali ghiaioso sabbiose quaternarie, costituite da prevalente ghiaia con ciottoli e sabbia grossolana ben addensata, con scarsa frazione fine limoso argillosa con clasti subsferici e arrotondati, di provenienza vulcanica e carbonatica. Le alluvioni sabbiose e ghiaiose sono coperte in superficie da una coltre di terreno limoso argilloso di colore bruno rossastro di consistenza molle, per uno spessore di circa 2-3 metri; localmente, in presenza di canali abbandonati o avvallamenti sepolti, lo spessore della coltre arriva anche oltre la profondità di circa 5-6 metri. Nell'area in esame i depositi alluvionali e fluvioglaciali del Fiume Brenta sono sede di falda freatica e costituiscono un acquifero poroso indifferenziato. La direzione di deflusso dell'acquifero è verso SSE, con gradiente intorno al 2‰. Nell'area indagata il livello piezometrico in condizioni medie stagionali (estate e inverno) giace alla quota di 40,0

mslm, corrispondente alla profondità di circa 6,5 metri dal piano campagna. L'escursione stagionale del livello freatico è di circa due metri tra il minimo in primavera, e il massimo in autunno alla fine del periodo irriguo dei campi, per cui la profondità minima del livello freatico può essere di circa 5,5 metri dal piano campagna.

Relativamente al quadro geofisico risultante possiamo collocare l'inserimento del sito d'indagine nella **Categoria di Sottosuolo denominata B**, così definita:

- Categoria 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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{,30} > 50$ nei terreni a grana grossa, $30 > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

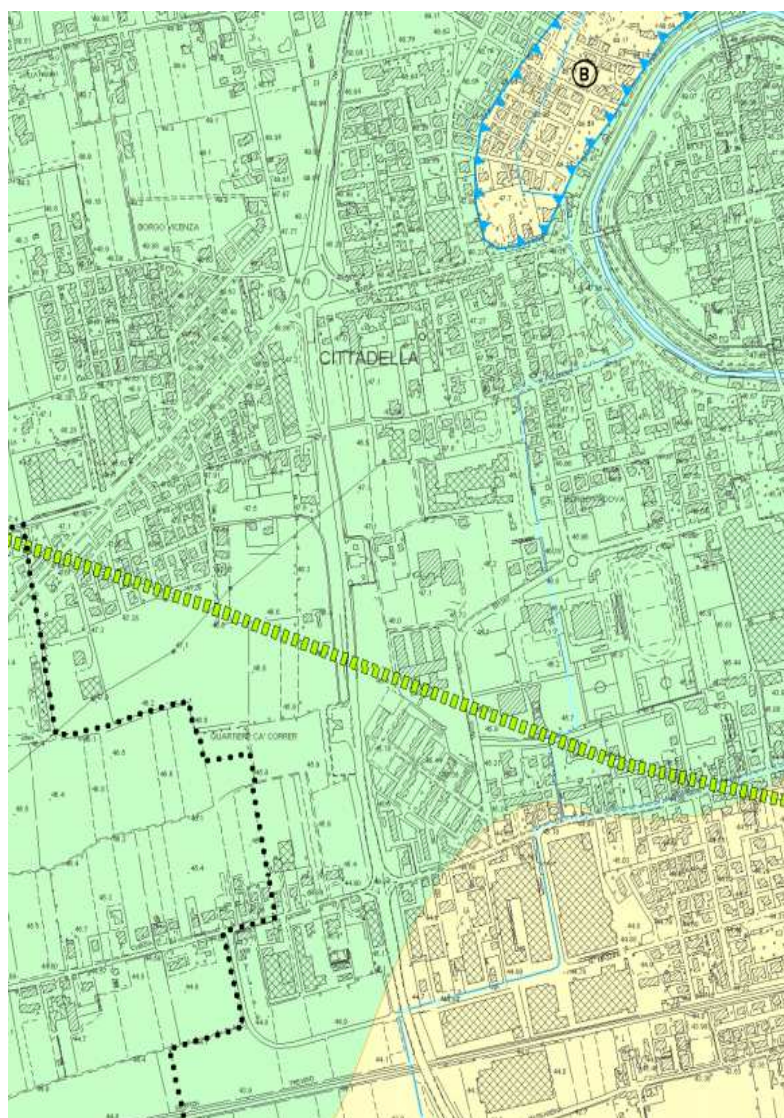
Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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 $NSPT_{,30} > 50$ 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 $15 < NSPT_{,30} < 50$ 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 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 $NSPT_{,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina)

-Caratteristiche geomorfologiche sono delineate

dalla categoria topografica “T1”

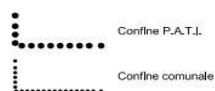
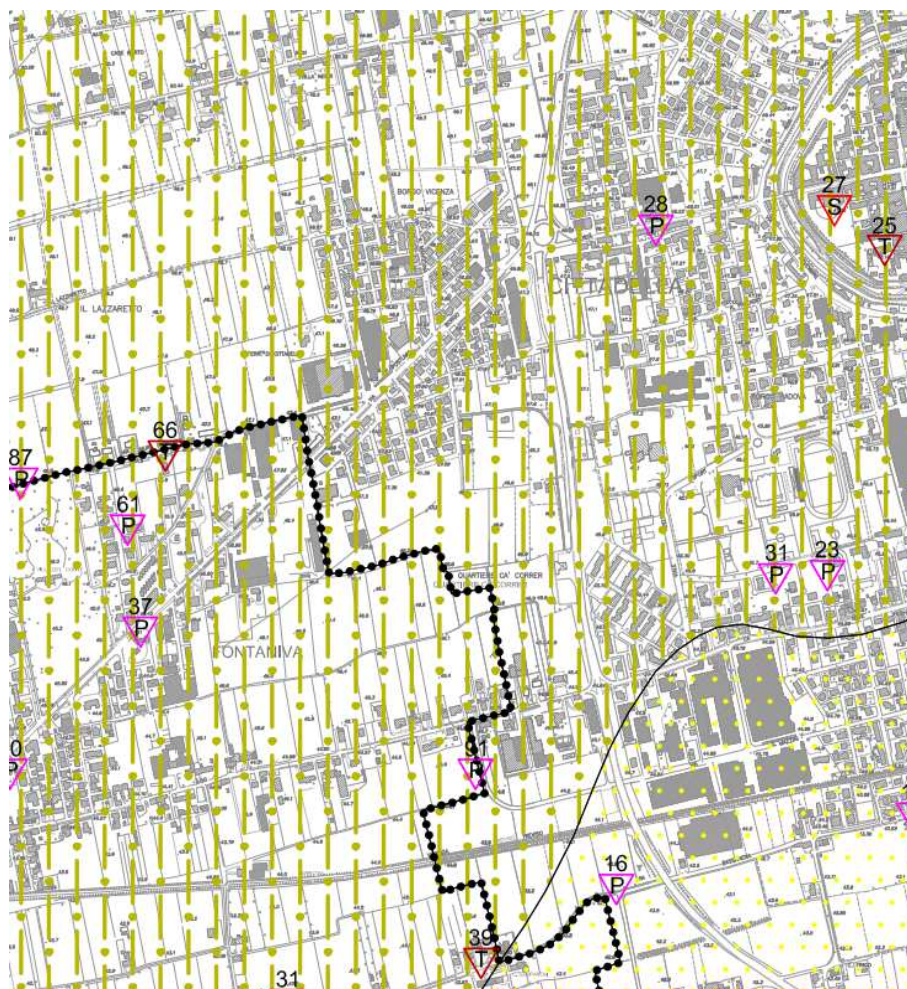
(superficie pianeggiante con inclinazione media minore di 15°.)

ESTRATTO TAVOLA DI FRAGILITA' DEL PATI



LEGENDA		N.T.A.
	Confini comunali	Art. 10
	Confini del PATI	Art. 11
Compatibilità geologica ai fini urbanistici		
Area idonea		Art. 45
	Buone/ottime caratteristiche geotecniche dei terreni, assenti o assai limitati fenomeni e rischi di esondazione, prof. falda > 3 m	
Area idonea a condizione:		Art. 46
	Buone/ottime caratteristiche geotecniche dei terreni, prof. falda < 3 m; assenti fenomeni di esondazione e rischio idraulico	
	Buone/ottime caratteristiche geotecniche dei terreni, frequenti fenomeni di esondazione per insufficienza alla rete di bonifica e/o moderato rischio idraulico	
	Buone/ottime caratteristiche geotecniche dei terreni naturali, soggetti ad attività estrattiva e ripristinati con terreni eterogenei e di mediocri caratteristiche geotecniche	
	Medioci caratteristiche geotecniche dei terreni, prof. falda > 3 m; assenti fenomeni di esondazione e rischio idraulico	
	Medioci caratteristiche geotecniche dei terreni, prof. falda < 3 m; assenti fenomeni di esondazione e rischio idraulico	
	Scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni, prof. falda < 3 m; assenti fenomeni di esondazione e rischio idraulico	
	Medioci caratteristiche geotecniche dei terreni, ristagni e/o frequenti fenomeni di esondazione per insufficienza alla rete di bonifica e/o moderato rischio idraulico	
	Scadenti caratteristiche geotecniche dei terreni, ristagni e/o frequenti fenomeni di esondazione per insufficienza alla rete di bonifica e/o moderato rischio idraulico	
Area non idonea		Art. 47
	Terreni mediocri, prof. falda > 3 m; fenomeni esondazione assenti	

ESTRATTO CARTA LITOLOGICA



MATERIALI ALLUVIONALI, FLUVIOGLACIALI, LACUSTRI E PALUSTRI:

	Materie granulari fluviali e/o fluvio-glaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati; Terreni e depositi altamente permeabili per porosità ($K > 1 \text{ cm/s}$)	L-ALL-01
	Materie sciolte di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente; Terreni e depositi mediamente permeabili per porosità ($10^{-4} < K < 10^{-1} \text{ cm/s}$)	L-ALL-04
	Materie alluvionali, fluvio-glaciali, moreniche o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa; Terreni e depositi poco permeabili (da $10^{-5} < K < 10^{-4} \text{ cm/s}$); Nel territorio di Campo San Martino; Terreni e depositi praticamente impermeabili ($K < 10^{-6} \text{ cm/s}$)	L-ALL-05
	Materie alluvionali, fluvio-glaciali, moreniche o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa; Terreni e depositi da mediamente a poco permeabili per porosità ($10^{-5} < K < 10^{-1} \text{ cm/s}$); Nel territorio di Campo San Martino; Terreni e depositi poco permeabili per porosità ($10^{-5} < K < 10^{-4} \text{ cm/s}$);	L-ALL-06
	Materie di riporto con spessore significativo; Terreni e depositi mediamente permeabili per porosità ($10^{-4} < K < 10^{-1} \text{ cm/s}$)	L-ART-01

Punto di indagine con numero di archivio

	P - prova penetrometrica	L-IND-01
	T - trincea esplorativa	L-IND-02
	S - sondaggio geognostico	L-IND-03

Si evince un andamento stratigrafico delineato da una coltre superficiale limoso argillosa che ricopre tutta l'area in progetto. Nel primo sottosuolo uno strato di sabbia pulita grossolana avente spessore di circa 2 metri. Al letto della coltre argillosa e dello strato lenticolare sabbioso, alla profondità compresa tra circa 2,5 e 3,5 metri, si ha il sottosuolo profondo costituito da un deposito sabbioso ghiaioso ben addensato. Alla profondità media di circa dieci metri abbiamo un substrato sismoresistente realizzato da un deposito ghiaioso ciottoloso ben addensato o anche cementato, fino alla profondità di oltre 30 metri dal piano campagna.

d) COMPATIBILITA' GEOLOGICA E GEOTECNICA DELL'INTERVENTO

Consideriamo gli stati limite delle Norme Tecniche per le Costruzioni, in riferimento al calcolo della capacità portante del terreno di fondazione applicando i fattori di sicurezza comprensivi dei coefficienti amplificativi delle azioni sismiche allo stato limite ultimo con riferimento ai carichi strutturali di progetto anche se per l'intervento in oggetto non si evidenziano particolari problematiche. La capacità portante del sottosuolo superficiale argilloso limoso [S1] è adatta per pressioni trasmesse da platee di modeste dimensioni o da fondazioni dirette di fabbricati leggeri (50 kN/m²), con la quota di imposta alla profondità di almeno 0,7 metri dal piano campagna, in tal caso i cedimenti di consolidazione sono minori di 2,5 cm. Per la realizzazione di fabbricati con carichi strutturali importanti, ossia edifici a più livelli, i cedimenti di consolidazione del sottosuolo superficiale argilloso limoso [S1] possono essere eccessivi e non compensabili con la riduzione delle pressioni di carico esercitate sul terreno, mediante l'aumento della larghezza delle aree di imposta delle fondazioni. In tal caso risulta necessario portare il sedime delle fondazioni dirette alla quota del sottosuolo profondo che si trova a circa 2 metri dal piano campagna, sullo strato lenticolare di sabbia grossolana [S2] (ove presente), dove la capacità portante del terreno è stimabile in un valore minimo pari a 400kPa adatta per sopportare le pressioni trasmesse dalle fondazioni, senza rischio di cedimenti di consolidazione. Qualora debbano essere realizzati dei piani interrati, il sedime delle normali fondazioni dirette deve essere impostato sullo strato di sabbia ghiaiosa [S3], alla quota di circa 3,6 metri dal piano campagna, dove la capacità portante del terreno è stimabile in circa 550kPa, con i normali cedimenti immediati stimabili in meno di un centimetro.

e) COMPATIBILITA' GEOMORFOLOGICA DELL'INTERVENTO.

La configurazione geomorfologica risulta pianeggiante senza la possibilità di eventi franosi gravitativi, con buona capacità del terreno per smaltire il deflusso meteorico nel sottosuolo sabbioso e ghiaioso.

f) VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMO E DI ESERCIZIO.

Le verifiche geotecniche necessarie ai fini di un corretto dimensionamento delle strutture da realizzare e delle opere di fondazione in elevazione, riguardano quanto previsto dal nuovo DM 17/1/2018 e successive integrazioni:

- Lo stato limite ultimo (SLU), che equivale alla verifica geotecnica della capacità portante del sottosuolo (Q_{amm}); il collasso della struttura si ha infatti per raggiungimento del carico limite

(Qlim) quale valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico. Lo stato limite di esercizio (SLE), ossia il calcolo dei cedimenti sotto il piano di posa delle fondazioni. La verifica si basa sulle deformazioni del terreno compatibili e non rispetto al valore di progetto delle azioni. In pratica è essenziale conoscere già a priori le scelte progettuali previste dal tecnico (progettista) al fine di produrre un modello geotecnico oltre che geologico compatibile con i requisiti e le prestazioni attese dalle strutture da realizzare.

g) DESCRIZIONE DEGLI EFFETTI DELLE VIBRAZIONI SISMICHE SUGLI EDIFICI

Il sisma genera vibrazioni nel terreno che si trasmettono dalle fondazioni a tutto il fabbricato. Le tipologie di vibrazione del terreno sono definite dalle caratteristiche di resistenza al taglio e dalla geometria stratigrafica dei diversi litotipi nel sottosuolo profondo e nel substrato resistente, mentre le tipologie di vibrazione di un fabbricato sono definite dalle caratteristiche costruttive, materiali utilizzati, geometria strutturale e dalla regolarità in pianta e in elevazione dell'edificio. Nel caso specifico del sito in esame, correlando i valori di picco dello spettro di risposta HVSR con le frequenze fondamentali di risonanza di sito, interpretando i minimi della componente verticale come risonanza del modo fondamentale dell'onda di Rayleigh e i picchi delle componenti orizzontali come contributo delle onde SH, si sono potute ricavare le frequenze relative ad ogni discontinuità sismica nel sottosuolo profondo. Si ritiene che, come da indagini effettuate in zone adiacenti, le cui relazioni sono agli atti del Comune, le misure H.V.S.R. sono risultate molto simili tra loro e indicano che la frequenza caratteristica di risonanza di sito, generata dalla discontinuità sismica a più elevato rapporto spettrale, è di circa 12 Hz per l'HVSR n°1 con ampiezza $H/V \approx 2,8$, mentre per l'HVSR n°2 risulta di circa 10,5 Hz con ampiezza del picco H/V di 4. Per le frequenze minori di 5 Hz, le registrazioni consultate in zone limitrofe sono perfettamente sovrapponibili, indicando così una notevole omogeneità laterale dei diversi sismostrati procedendo nei livelli più profondi. I rapporti H/V registrati sono particolarmente elevati e tali da ipotizzare amplificazioni del moto sismico in superficie; infatti in letteratura specializzata si considera che al di sopra del rapporto $H/V=2$ le amplificazioni sismiche dovute ad effetti locali sono probabilmente significative, mentre al di sotto di detto rapporto hanno scarsa incidenza. Dato che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione strutturale dell'edificio, e la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica, con un effetto di amplificazione per risonanza, si deve porre particolare attenzione alle caratteristiche di elasticità dei fabbricati che saranno realizzati sui lotti residenziali con particolare attenzione nella realizzazione degli edifici ad un solo piano, che con una frequenza intorno a 7 Hz hanno un periodo di vibrazione vicino al periodo di vibrazione naturale del terreno.

Il Tecnico

Ing. Emanuele Nichele