



Comune di Fucecchio
Città Metropolitana di Firenze
Dipartimento Sviluppo Area Territoriale

Lavori: REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA PALESTRA A STRUTTURA LEGGERA PRESSO IL LICEO CHECCHI DI FUCECCHIO
Località: FUCECCHIO (Fi)
Via: PADRE ARTURO CHECCHI
Proprietà: AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI FUCECCHIO
Committente: CITTÀ METROPOLITANA DI FIRENZE
Progettista: ing. Finazzi Marco

Livello: definitivo
Revisione: 01
Data di emissione: 04.09.2020

1.0

RELAZIONE GENERALE RELAZIONI SPECIALISTICHE

ai sensi artt. 25, 26, 27 e 29 del D.P.R. 207/2010

I progettisti,
RTP ing. FINAZZI Marco & geol MARELLA Massimo



Per il committente, il RUP
ing. CIANCHI Gian Paolo

0. NOTA ALLA REVISIONE

1. PREMESSA

2. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

2.1 Parte Generale

- 2.1.1 Descrizione dello stato attuale e dell'intervento da realizzare
- 2.1.2 Soluzione prescelta in relazione ai bisogni da soddisfare
- 2.1.3 Riferimenti alle normative specifiche (edilizia sportiva e scolastica)
- 2.1.4 Analisi di fattibilità generale dell'intervento
- 2.1.5 Disponibilità delle aree e situazione dei servizi pubblici
- 2.1.6 Aspetti geologici ed idrogeologici del progetto
- 2.1.7 Aspetti ambientali del progetto
- 2.1.8 Caratteri storici, artistici e archeologici del sito
- 2.1.9 Tempistica di esecuzione dei lavori
- 2.1.10 Accessibilità, utilizzo e manutenzione delle opere e dei servizi esistenti

2.2 Eventuali circostanze che non risultassero dai disegni

2.3 Aspetti funzionali ed interrelazionali dei diversi elementi del progetto

- 2.3.1 Aspetti funzionali ed interrelazionali dei diversi elementi del progetto
- 2.3.2 Interferenze ed espropri
- 2.3.3 Criteri di progettazione di strutture ed impianti
- 2.3.4 Calcoli giustificativi della spesa

2.4 Sintesi delle forme e delle fonti di finanziamento

3. RELAZIONE TECNICA

3.1 opere relative alla realizzazione della sala sportiva:

- 3.1.1 Fondazione perimetrale
- 3.1.2 Formazione di copertura in legno lamellare
- 3.1.3 Manto di Copertura
- 3.1.4 Murature perimetrali
- 3.1.5 Serramenti
- 3.1.6 Impianto di illuminazione standard
- 3.1.7 Impianto di illuminazione di Emergenza
- 3.1.8 impianto elettrico e MT
- 3.1.9 impianto RAI manuale
- 3.1.10 impianti meccanici
- 3.1.11 pavimento sportivo
- 3.1.12 Attrezzature sportive

3.2 OPERE RELATIVE ALLA REALIZZAZIONE DEL BLOCCO SERVIZI

- 3.2.1 Sistema di fondazione
- 3.2.2 Struttura fuori terra al rustico
- 3.2.3 finiture
- 3.2.4 impianto elettrico e M
- 3.2.5 impianti meccanici, idrico sanitari e CT
- 3.2.6 impianto solare termico
- 3.2.7 impianto solare fotovoltaico
- 3.2.8 impianto RAI manuale
- 3.2.9 arredi sportivi

3.3 OPERE RELATIVE ALLA SISTEMAZIONE DEGLI ESTERNI E DEGLI ALLACCI

- 3.3.1 marciapiedi perimetrali e sistemazioni esterne
- 3.3.2 allacci e sottoservizi

4. RELAZIONI SPECIALISTICHE

4.1 Modifiche ed integrazioni al progetto preliminare**4.2 Relazione geologica, idrologica e geotecnica**

- 4.2.1 ubicazione dell'area oggetto dell'intervento
- 4.2.2 classificazione dell'area in termini di pericolosità e fattibilità
- 4.2.3 aspetti geologici E geomorfologici
- 4.2.4 idrografia e idrogeologia
- 4.2.5 Pericolosità sismica
- 4.2.6 aspetti geotecnici e sismici
- 4.2.7 Categoria sottosuolo di fondazione e topografica
- 4.2.8 Verifica alla liquefazione dei terreni in condizioni sismiche

4.3 Relazione sulle strutture

- 4.3.1 premessa
- 4.3.2 criteri di verifica
- 4.3.3 materiali utilizzati
- 4.3.4 Analisi dei carichi.
- 4.3.5 analisi dei carichi sulla struttura
- 4.3.6 classificazione sismica
- 4.3.7 fattore di struttura
- 4.3.8 giunti sismici ed edifici contigui
- 4.3.9 progettazione delle fondazioni
- 4.3.10 Modello strutturale e principali risultati (diagrammi) del calcolo
- 4.3.11 Verifica di resistenza al fuoco della struttura (sala sportiva)

4.4 Relazione archeologica**4.5 Relazione sugli impianti**

- 4.5.1 Impianti meccanici
- 4.5.2 Impianti elettrici

4.6 Relazione sulla gestione delle materie

- 4.6.1 approvvigionamento materie prime e manufatti
- 4.6.2 generalità sui prodotti di risulta del cantiere
- 4.6.3 gestione proventi da scavo, assetto normativo
- 4.6.4 gestione proventi da scavo, procedure semplificate
- 4.6.5 gestione proventi da demolizione
- 4.6.6 identificazione preliminare dei siti di conferimento

4.7 Censimento delle interferenze

- 4.7.1 interferenze all'interno dell'area di cantiere
- 4.7.2 interferenze all'esterno dell'area di cantiere

4.8 Valutazione di impatto ambientale

- 4.8.1 Lito sistema e assetto del territorio
- 4.8.2 Idrobia sistema e biosistema
- 4.8.3 Sistema atmosferico, emissioni di particolati e rumori
- 4.8.4 Sistema infrastrutturale, accesso al cantiere, viabilità
- 4.8.5 Sistemi insediativi e rischio igienico-sanitario
- 4.8.6 Effetti locali sul paesaggio
- 4.8.7 Misure di compensazione

4.9 Valutazioni sul clima acustico

- 4.9.1 criteri generali della verifica acustica
- 4.9.2 caso in studio

4.10 Verifica dei requisiti da regolamento CONI**4.11 Aggiornamento indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza**

- 4.11.1 metodo
- 4.11.2 argomenti da trattare nei p.s.c.
- 4.11.3 prime indicazioni sul fascicolo dell'opera
- 4.11.4 contesto in cui è situata l'opera
- 4.11.5 principali fonti di rischio
- 4.11.6 stima preliminare dei costi della sicurezza

0.

NOTA ALLA REVISIONE

01	04.09.2020	Prima emissione per verifica con UTC città Metropolitana
02		
03		
04		

1. PREMESSA

L'investimento muove dalla necessità. per l'istituto scolastico Checchi, di dotarsi di una propria palestra per le attivista sportive scolastiche, giacché sino ad ora gli studenti sono costretti a trasferirsi, per l'ora di educazione fisica presso il vicino palazzetto dello sport, con dispendio di tempo, pericoli di trasferta e disagio in caso di meteo avverso.

Contestualmente, alcune società sportive locali si sono fatte portatrici di un interesse verso una struttura sportiva polivalente di gestione facilitata ed in grado di assolvere anche a attività di integrazione sociale, in particolar verso i portatori di handicap, avviandoli ad alcune discipline paraolimpiche come il chair basket ed il sitting volley.

E' da questa volontà che nasce il progetto di nuova costruzione della Palestra annessa all'Istituto Superiore "Checchi".

Scopo della presente relazione è pertanto quello di dettagliare gli aspetti tecnici fondamentali del progetto , nonché di palesare tutti gli elementi necessari al successivo sviluppo del progetto esecutivo.

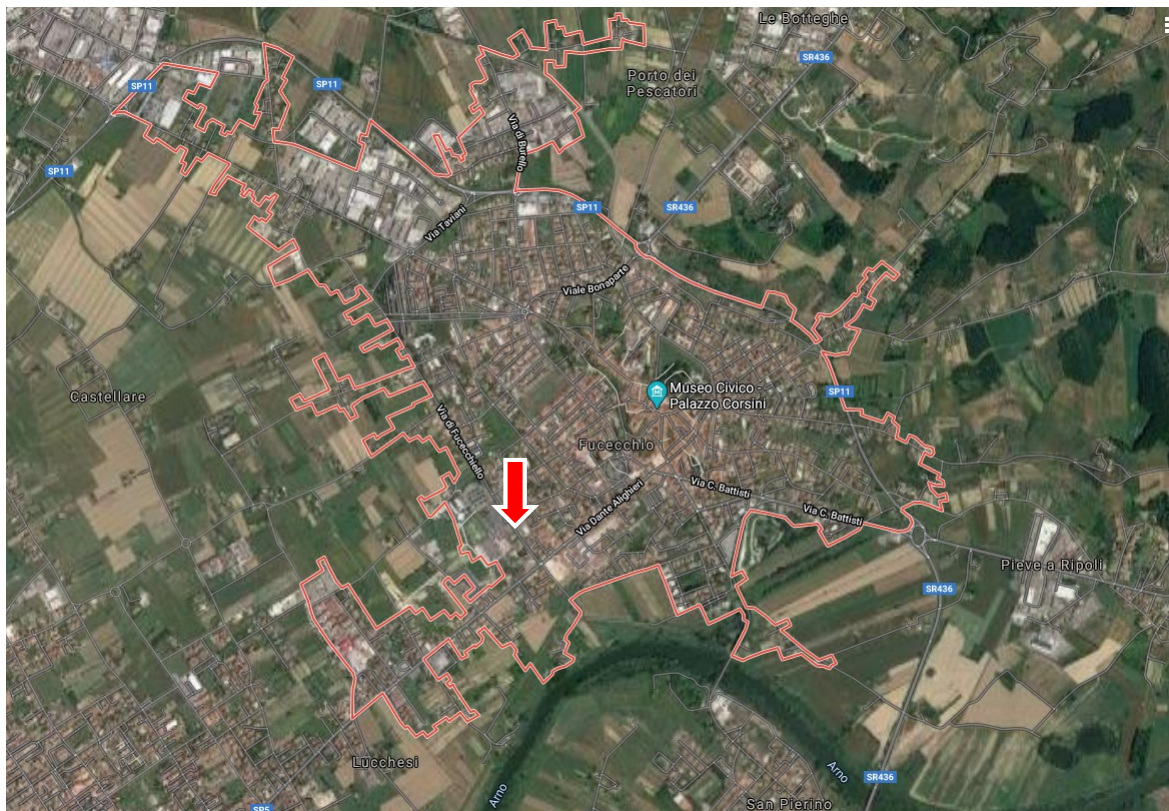
2.

RELAZIONE ILLUSTRATIVA

2.1 Parte generale

2.1.1 Descrizione dello stato attuale e dell'intervento da realizzare

La zona d'intervento è situata nel quadrante sud occidentale dell'abitato cittadino, a latere della strada principale denominata "provinciale Pisana" o "Provinciale Fiorentina" a seconda della cartografia e del progressivo.

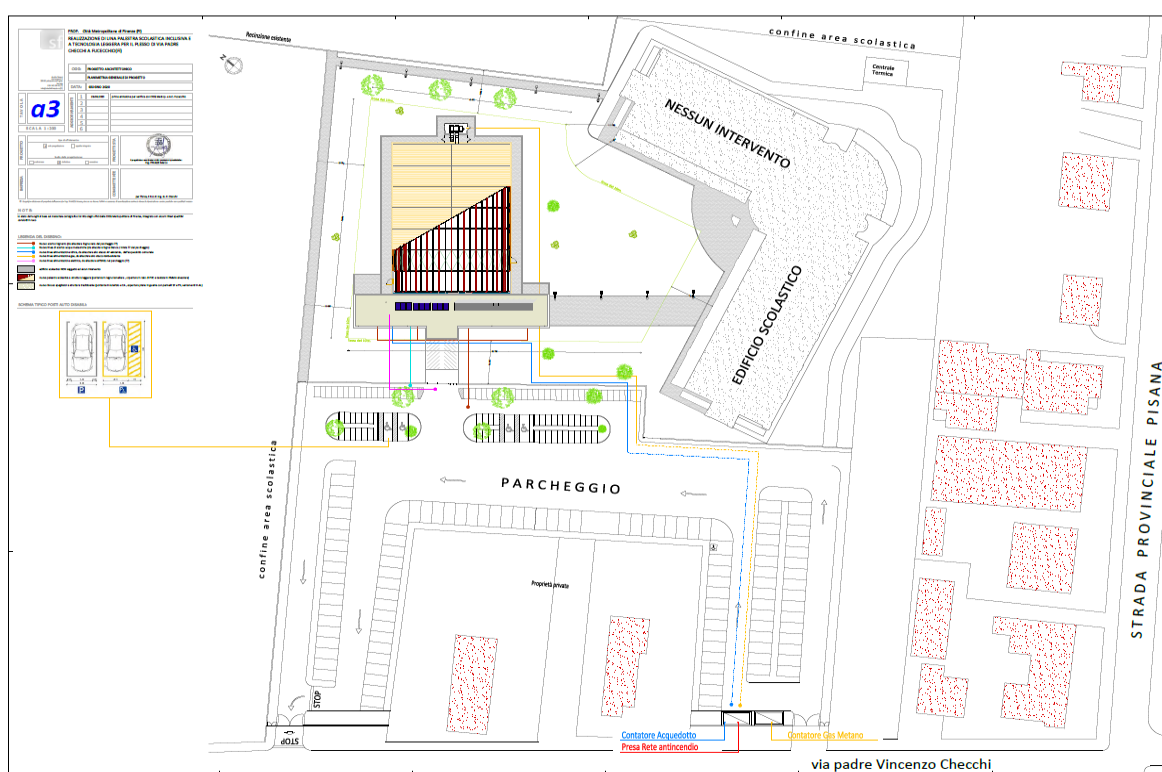


La nuova copertura sportiva (tendostruttura) e l'annesso blocco servizi verranno realizzati nell'ampio spazio a verde indistinto (●) che attualmente compete all'Istituto Superiore "Checchi" (●), in un'area di servizi alla collettività incastonata tra la zona residenziale (a sud) e quella produttiva (a nord) ed in cui è presente anche il palazzetto dello sport (●):

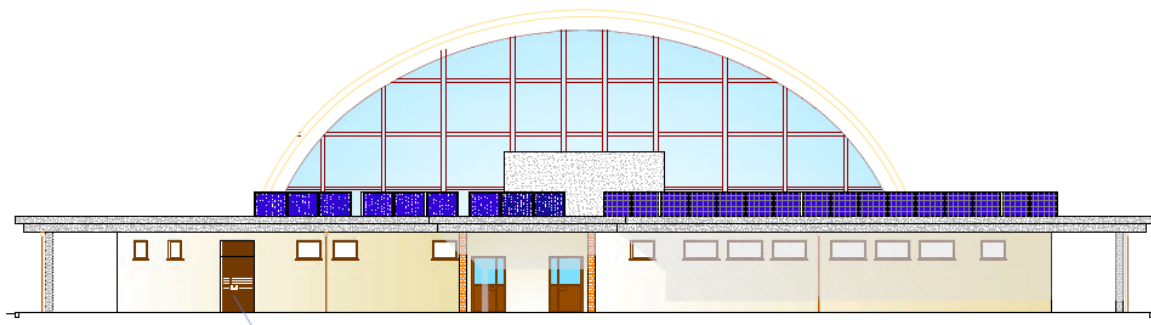




Il progetto specifico prevede la realizzazione di una nuova tendostruttura con struttura ad archi in legno lamellare e copertura di tipo tessile, chiusa perimetralmente con serramento in alluminio e vetro di sicurezza (lati lunghi) e pannelli di polycarbonato alveolare su intelaiatura in legno (testate semicilindriche):



Adiacente la testata sud ovest (quella rivolta verso il parcheggio) verrà realizzato un piccolo blocco servizi:



Nonostante la tipologia edilizia prescelta tragga origine dalle strutture leggere tipiche dell'edilizia sportiva contemporanea, il progetto concentra numerose risorse sulla sostenibilità energetica del fabbricato e sul relativo confort di utilizzo, oltre che sul reperimento di fonti di energia rinnovabile; in questa fase si evidenzia la presenza di un pacchetto di copertura a doppio telo con intercapedine ventilata meccanicamente che crea un apprezzabile effetto coibente, la presenza di un campo solare (sia termico che fotovoltaico) sulla copertura del blocco servizi, la scelta di testate di chiusura in speciali pannelli traslucidi di polycarbonato multicamera e la scelta di serramenti esterni in alluminio e vetro di buone caratteristiche prestazionali, rispetto ai consueti elementi scorrevoli in telo di pvc.

Per quanto riguarda lo stato attuale della dei luoghi si rileva, in estrema sintesi, che si rendano necessari i seguenti interventi:

- esecuzione degli scavi e degli sbancamenti necessari alla realizzazione delle opere di fondazione in calcestruzzo armato;
- esecuzione delle opere di fondazione e alloggiamento impianti
- realizzazione dei muri perimetrali della palestra
- realizzazione delle strutture in elevazione del blocco servizi, in muratura portante e calcestruzzo;
- predisposizione delle linee interrate per le utenze (gas, acqua e corrente elettrica);
- realizzazione della struttura portante in legno lamellare e delle relative integrazioni in carpenteria metallica;
- realizzazione del nuovo pavimento e del manto sportivo;
- Realizzazione del sistema di chiusura superiore in doppio telo ventilato;
- Realizzazione del sistema di chiusura dei 2 timpani di testata della palestra con telaio ligneo e pannelli traslucidi di polycarbonato alveolare ad elevate prestazioni;
- Realizzazione degli impianti interni palestra e servizi;
- Realizzazione di tutte le finiti tre interne del blocco servizi (sottofondi, intonaci, controsoffitti, pavimenti, pareti divisorie leggere in HPL, rivestimenti ceramici);
- Realizzazione della CT del blocco servizi (produzione ACS, riscaldamento, integrazione solare trattamento acqua);
- Realizzazione dei campi solari sulla copertura del blocco servizi;
- Realizzazione dell'impianto di riscaldamento ad aria della palestra, con posa del generatore di aria calda e delle relative condotte aerauliche;
- Sistemazioni esterne al perimetro della nuova costruzione;
- Sistemazione delle aree di collegamento col parcheggio pubblico e creazione dei nuovi ingressi pedonale e carraio;
- Acquisto e installazione delle attrezzature sportive e degli arredi tecnici;
- Collegamenti e collaudi impiantistici

2.1.2 Soluzione prescelta in relazione ai bisogni da soddisfare

A fronte delle specifiche richieste dei fruitori finali e valutate le oggettive disponibilità di fondi per la realizzazione di un edificio sportivo ad uso non solo scolastico in grado di fornire le prestazioni e le funzioni minime richieste, pare di fatto di assoluto beneficio tecnico ed economico optare per un sistema di copertura che rappresenti la naturale evoluzione della tipologia sportiva per eccellenza (la tendostruttura su archi lignei) proponendo un pacchetto rigido nella parte di chiusura frontale, al fine dell'ottenimento di un involucro performante dal punto di vista del contenimento energetico e dello sfruttamento dei volumi interni (le testate rigide consentono di utilizzare tutta la lunghezza interna).

SI prevede infatti la realizzazione di:

- un tunnel semicilindrico a testate piane, in cui la volta venga tamponata con doppio telo con camera interna ventilata meccanicamente;
- batteria di serramenti a nastro in alluminio completati da porzioni in vetrocamera di sicurezza stratificato;
- testate di chiusura del semi cilindro in parte cieche (muratura di calcestruzzo) ed in parte traslucida, con pannelli di policarbonato alveolare multicamera ad elevata prestazione termica;

e la formazione di un vespaio non aerato in materiale inerte e anidro sotto al pavimento industriale, con interpostone di barriera in materiale sintetico al fine di minimizzare i fenomeni di risalita di umidità e le dispersioni termiche verso terra.

Per quanto concerne l'impiantistica, la sala sportiva sarà dotata di riscaldamento ad aria calda, prodotta da un generatore di aria calda multiblocco a condensazione ed immessa in ambiente mediante condotte aerauliche dotate di diffusori specifici per le grandi alette, mentre per quanto concerne l'illuminazione saranno presenti sia l'impianto standard (in grado di garantire il livello minimo prestazione richiesto) che quello di emergenza, in cui i classici flags luminosi di identificazione delle vie d'esodo saranno integrati da un vero e proprio impianto "tampone" in grado di creare le condizioni di sicurezza necessarie all'esodo dei presenti in caso di black out.

Con il medesimo concetto di fondere economicità di tecnica costruttiva ed elevato standard prestazionale atteso, è prevista la realizzazione di corpi prefabbricati con funzione di spogliatoi e servizi esterni per il pubblico, a struttura tradizionale con buon grado di finitura, nonché la perfetta funzionalità grazie al collegamento impiantistico per la dotazione finale di impianto di riscaldamento, idrico, termo sanitario, gas metano, ecc...

Ad integrazione impiantistica, verranno realizzati 2 campi solari in copertura:

- 1 termico (come previsto dalla Legge Regionale Toscana 39/2005) deputato al preriscaldamento dell'acqua di accumulo ACS + R, composto da 10 captatori piani;
- 1 fotovoltaico, composto da un set di 16 pannelli rigidi in grado di produrre un picco di 5,2 kWp destinati a coprire il fabbisogno base in caso di utilizzo scolastico.

Si ritiene che le particolari tecnologie proposte, consentano di creare un edificio di buon pregio tecnico ed architettonico, confinato, funzionale, sicuro, confortevole e rispettoso di tutte le normative di settore vigenti, fornendo – in ultima analisi- anche un discreto risultato estetico reso possibile dall'accoppiata tra il sistema portante in legno lamellare, le parti traslucide e quelle più materiche in calcestruzzo e l'attenta scelta cromatica dei materiali impiegati sia nella costruzione della stessa che degli spogliatoi, anche in considerazione dell'impegno economico richiesto e dell'opportunità di omogeneizzare le scelte stilistiche al vicino fabbricato scolastico.

2.1.3 riferimenti alle normative specifiche (edilizia sportiva e scolastica)

Trattandosi di palestra ad uso anche scolastico, si rileva come ad oggi l'unica vera norma ancora vigente sia il vecchio decreto ministeriale del 18 dicembre 1975 che tratta di tutta l'edilizia sportiva e che, nello specifico degli "spazi per l'educazione fisica e sportiva" individua (capo 3.5) 4 tipologie di palestra:

- A1, con superficie di 200mq più servizi
- A2, con superficie di 400mq (2 unità) più servizi
- B1, palestra "regolamentare" da 600mq più servizi ed aperta anche alle attività extrascolastiche
- B2, palestra "regolamentare" da 600mq più 150mq a disposizione del pubblico e dei servizi integrativi ed aperta anche alle attività extrascolastiche

specificando che in ogni palestra devono comunque essere presente:

- Una zona per gli insegnanti, con servizi igienici e doccia
- Una zona per gli allievi, con spogliatoi, servizi igienici e docce, con l'avvertenza che l'accesso alla sala sportiva avvenga sempre tramite gli spogliatoi
- Una zona per il servizio sanitario
- Una zona di deposito attrezzi

Nel DM, si rinvencono anche alcune indicazioni sull'orientamento da tenere nella scelta della tipologia di palestra, anche in funzione del tipo di scuola; in particolare si prescrive che:

- Nella scuola elementare la palestra è obbligatoria a partire da 10 aule, ed in tal caso deve esser di tipo A1
- Nella scuola media da 6 a 20 classi è prescritta una palestra di tipo A1
- Nella scuola media da 21 a 24 classi è prescritta una palestra di tipo A2 con la possibilità di creare un campo da pallavolo e/o minibasket
- Nella scuola secondaria superiore da 15 a 23 classi è prescritta una palestra di tipo A2 con la possibilità di creare un campo da pallavolo e/o minibasket
- Nella scuola secondaria superiore oltre le 23 classi è prescritta una palestra di tipo B1 o B2 in grado di contenere un campo da basket regolamentare secondo le norme federali, con la specifica indicazione che la progettazione tenga conto dell'utilizzo extrascolastico.

Per quanto concerne la dotazione minima di attrezzature, il riferimento nel DM è al "palco di salita, quadro svedese, fune, pertica....", mentre per il dimensionamento dei servizi a corredo, le indicazioni sono surclassate dal regolamento CONI sugli impianti sportivi che si rivela in genere più restrittivo.

L'edificio in progetto misura 35,00 x 25,80mt (903mq lordi), sviluppando una sala sportiva netta di circa 875mq (dei quali 120 destinati al pubblico), ai quali si aggiunge il blocco spogliatoi e servizi da 6,85 x 34,90 mt, per complessivi altri 239,00 mq, risultando quindi del tipo B2, perfettamente idoneo al tipo di scuola che è una secondaria di secondo grado (ex scuola superiore).

Si rileva, come da DM, la presenza di spazi per gli insegnanti (11,2 mq x 2 lordi) e per gli studenti (32,8 mq x 2) distinti per sesso, un locale infermeria (14 mq) ed un piccolo deposito attrezzi (5,5 mq).

2.1.4 Analisi di fattibilità generale dell'intervento

Il progetto è costituito per una piccola parte da interventi di movimento terra per la realizzazione delle opere fondali e da altre opere "edili" complementari per la realizzazione dei prescritti impianti.

Per il resto si tratta del montaggio di strutture portanti, sistemi di chiusura e lavori di edilizia tradizionale assimilabili a quella civile, sono tecniche perfettamente conosciute e diffuse sul territorio dell'intervento.

Non si ravvisano allo stato attuale problemi di approvvigionamento o messa in opera dei materiali o di rispetto delle dimensioni prescritte.

Allo stesso modo, l'intervento pur implicando un apparimento del bacino di utenza, non sembra implicare un aumento del carico di traffico nella zona, in quanto la nuova fruizione avverrà in orari diversi da quelli scolastici.

Gli aspetti idrogeologici del progetto sono stati indagati in maniera specifica, e la preesistenza di un edificio scolastico di dimensioni maggiori e tipologia costruttiva decisamente più pesante, conferma che le stratigrafie esistenti, la posizione della falda freatica, le caratteristiche meccaniche dei terreni fondali e le caratteristiche di risposta sismica del sito, lo rendano idoneo allo scopo secondo le limitazioni di carico stabilite.

Durante l'istruttoria della pratica e le verifiche condotte dall'Ufficio Tecnico Comunale, non sono emerse problematiche di tipo ambientale che richiedessero specifiche autorizzazioni.

2.1.5 Disponibilità delle aree e situazione dei pubblici servizi

Le aree oggetto del presente progetto sono tutte di proprietà dell'Amministrazione Comunale e quindi nella sua piena ed immediata disponibilità.

La titolarità dell'intervento è della Città Metropolitana di Firenze, che si è già coordinata con l'Ente Locale, a cui il progetto (che necessita di Permesso a Costruire) è stato sottoposto per una condivisione preliminare.

L'area di attuale gestione dell'Istituto scolastico è completamente nota quindi si può ritenere che la pianificazione dei lavori non porrà particolari problemi, salvo una limitazione di fruizione delle aree immediatamente limitrofe al cantiere.

La logistica di cantiere e di approvvigionamento dei materiali fuori opera dovrà essere oggetto di attento e dettagliato studio, in funzione della sovrapposizione di accessi negli orari scolastici.

Non si configurano particolari rapporti con altri servizi pubblici, se non quelli già in essere allo stato attuale e con le vicine scuole, almeno per il tempo in cui la struttura funzionerà come palestra scolastica.

2.1.6 Aspetti geologici ed idrogeologici del progetto

Come già accennato, tali aspetti trovano un buon riscontro nella documentazione a supporto dello strumento urbanistico e nella conoscenza dell'area che deriva dal fatto di essere già edificata con medesima destinazione d'uso, e dalle specifiche indagini condotte dalla ditta Igetecma s.n.c. e dal dott. Marella, a seguito delle quali si è stabilito che il terreno da un punto di vista geologico, geotecnico, idrogeologico e sismico sia idoneo alla realizzazione dell'intervento e si è ritenuto opportuno adottare per l'opera una fondazione diretta di tipo superficiale, costituita da travi continue in calcestruzzo armato su suolo elastico con quota di posa stabilita a -0,90 mt dal p.c.

Per quanto riguarda le opere di fondazione del blocco spogliatoi, si ritiene che le stesse non abbiano grandi influenze dal punto di vista delle prestazioni del terreno.

Si tratta di un graticcio di travi continue completato da cappa superiore in calcestruzzo armato (a coprire il vespaio realizzato in casseri a perdere di polipropilene tipo igloo) atto a supportare una struttura di semplice muratura portante di laterizio di un unico piano fuori terra.

2.1.7 Aspetti ambientali del progetto

La porzione di terreno identificata è attualmente destinata a verde indistinto privo di piantumazioni pregie o arredi di qualsiasi natura; il nuovo edificio sottrarrà necessariamente superficie inerbita, ma si tratta di un sedime non

qualificato incastonato tra un parcheggio, il retro del centro sportivo e la vicina zona produttiva cittadina, quindi si può ritenere il sacrificio accettabile in relazione al maggior servizio reso alla collettività dalla nuova palestra.

Dal punto di vista dello strumento urbanistico, l'area non ricade in zona vincolata.

Dal punto di vista energetico, il nuovo edificio avrà sicuramente un impatto, ma si è cercato –nei limiti del budget disponibili- di adottare tutte le soluzioni costruttive ed impiantistiche atte a minimizzare il consumo di fonti fossili e di integrare fonti rinnovabili a supporto dell'energia primaria.

Le verifiche "Legge 10" hanno dimostrato che –seppur non in grado di garantire tutta la copertura FER richiesta- l'edificio nel suo complesso ha una efficienza tale da soddisfare le verifiche alternative di legge, sulla base dell'indice di prestazione energetica ridotto

2.1.8 caratteri storici, artistici e archeologici del sito

A livello storico artistico ed archeologico, un rapido excursus, dalla sezione "storia" di Italiapedia.it rivela che *"La leggenda narra che una comunità di Greci dell'Asia minore, perseguitata da Ciro, trovò qui rifugio e vi si stabilì; ma una ricostruzione etimologica con pretese di scientificità non può prescindere da una probabile derivazione del nome Fucecchio dalla parola latina FICUS. Prescindendo dalle dotte disquisizioni, si dirà che la zona appartenne nel Medioevo ai Cadolingi. Situato quasi a ridosso dell'Arno, il centro fu poi ricreato a una certa distanza dal fiume per sottrarlo alle sue inondazioni. Negli anni successivi prese parte con spirito combattivo alle lotte fra guelfi e ghibellini e infine, nel 1330, si diede liberamente a Firenze. La località è ricca di testimonianze del passato, fra cui risaltano la Collegiata di S. Giovanni (X sec.), la torre campanaria, e ancora l'ex monastero benedettino di S. Salvatore adibito a museo, con affreschi, dipinti di scuola fiorentina, arredi e oreficeria."*

Dall'analisi del sito istituzionale del comune di Fucecchio, si trovano notizie nella sezione archeologica del Museo Civico : *" Dopo un'introduzione sull'aspetto del territorio e le faune marine e continentali plioceniche e villafranchiane, sono esposti i reperti paleolitici e mesolitici provenienti dalle Cerbaie. La presenza dei primi abitati stabili di agricoltori e allevatori del Neolitico e delle età dei metalli è poi documentata da ceramiche, industrie litiche e metalli, tra cui rivestono particolare interesse i materiali del villaggio dell'età del Bronzo (intorno al 1500 a.C.) di Stabbia. L'ampio arco cronologico corrispondente all'età etrusca e romana è purtroppo quello meno documentato. In età imperiale, oltre alle tracce di centuriazioni e di insediamenti rurali, alcuni dati epigrafici concentrati presso Ponte a Cappiano indicano l'esistenza di un centro abitato più consistente, tra cui l'epigrafe funeraria di Tiberius Iulius Ianuarius e un'ara votiva in marmo.*

*Segue la documentazione archeologica del territorio tra età feudale e comunale, consistente in reperti originali e ricostruzioni in scala, basate su dati archeologici, di strutture militari e civili. Tra i temi trattati figurano il castello di Salamarzana dei conti Cadolingi, l'abitato sparso alto e bassomedievale, la viabilità e la rete ospedaliera, i caratteri delle strutture difensive e civili del centro comunale, la circolazione di manufatti (ceramiche, laterizi, metalli, elementi lapidei, vetri e legni) e l'alimentazione. L'ultima sala è infine dedicata ad alcuni aspetti delle **produzioni locali tra Medioevo e Età moderna**, tra cui i laterizi che decoravano l'edilizia religiosa e civile tra il XII e il XIV secolo, l'attività tra il XVI e il XVIII secolo delle fornaci di ceramiche graffite e i mulini tardomedievali, documentati dal grande ingranaggio in legno di un mulino sull'Arno."*

La storia pregressa della città è quindi comune a molti altri insediamenti dell'area periferica fiorentina e non si rilevano ulteriori notizie o precisazioni in merito, che possano far supporre la presenza di "segnali" di una certa rilevanza al di fuori del centro storico o del sito Museale.

Nelle immediate vicinanze non si notano presenze di particolare pregio storico e culturale, e lo strumento urbanistico non include l'area in quelle soggette a particolare vincolo di natura storico/archeologica.

La tipologia di opera prevede limitate operazioni di rimaneggiamento del suolo (peraltro già interessato da operazioni simili) il che lascia ragionevolmente presupporre che non si verificheranno ritrovamenti di alcun interesse, pur nel caso di scavi di profondità leggermente superiore a 1,0mt.

2.1.9 Tempistica di esecuzione dei lavori

I tempi massimi di svolgimento delle varie attività saranno, presumibilmente:

Progettazione Esecutiva.	30 gg	
Validazione approvazione	10 gg	
Totale gg.		40 gg
Affidamento	60 gg	
Stand still di legge	35 gg	
Esecuzione	180 gg	
Collaudi	15 gg	
Totale gg.		290 gg

2.1.10 Accessibilità, utilizzo e manutenzione delle opere dei servizi ed impianti esistenti

Non si ravvisano sostanziali variazioni dal punto di vista dell'accessibilità e dell'utilizzo della struttura al termine dei lavori.

Si prevede la formazione di un nuovo cancello (pedonale + carraio) direttamente affacciato sul parecchio pubblico, che fungerà inizialmente da ingresso di cantiere e poi sarà ridestinato come accesso preferenziale alla palestra in orari extra scolastici.

Non si andrà ad agire su impianti esistenti se non per l'allaccio e la derivazione delle nuove linee a servizio della palestra e spogliatoi

2.2 Eventuali circostanze che non risultassero dai disegni

Allo stato attuale, non si ravvisano circostanze particolari se non quelle citate al punto precedente e sintetizzate negli allegati grafici.

Da verificare con l'utenza finale (in particolare la scuola) l'esigenza di perimetrare l'area di insediamento del nuovo edificio sportivo, al fine di consentirne l'utilizzo indipendente anche al di fuori degli orari scolastici e senza commistione di flussi, ciò anche in funzione delle eventuali prescrizioni del locale comando vvf in funzione dell'emissione del nuovo CPI.

Poiché la conoscenza dello stato attuale dei sottoservizi dai quali ci si dovrà derivare per avere l'allaccio utenze della nuova palestra è subordinata alle informazioni fornite dalla stazione appaltante e durante i rilievi strumentali in sito non sono emersi dettagli significativi o di maggior interesse, le stesse sono state progettate e valutate in base alle informazioni disponibili.

2.3 Aspetti funzionali ed interrelazionali dei diversi elementi del progetto

2.3.1 Aspetti funzionali ed interrelazionali dei diversi elementi del progetto

Risultano evidenti gli aspetti funzionali legati alla realizzazione di uno spazio sportivo coperto moderno e funzionale, che permetterà agli studenti delle scuole di evitare il lungo trasferimento verso il palazzetto sportivo ed agli atleti/ amatori di praticare in assoluto confort climatico anche nella stagione invernale o in caso di contingenti condizioni climatiche avverse, ampliando nel contempo l'offerta di servizi alla comunità sportiva cittadina.

Al fine di agevolare l'inclusione, anche degli atleti diversamente abili, nel progetto si è posta attenzione a creare spazi sportivi e di supporto fruibili anche dai disabili, con l'individuazione di appositi spazi tra il pubblico e negli spogliatoi ma anche sulla piastra sportiva, predisposta per il sitting volley ed il chair basket.

Altrettanto evidente l'aspetto funzionale rappresentato dalla formazione di un volume di servizio che completi tale offerta con spogliatoi, bagni e spazi accessori.

Trattandosi di un intervento di modesto impatto edificatorio e cantieristico, non si ravvisano cambiamenti nelle interrelazioni tra gli elementi del progetto e tra questi ultimi ed il costruito circostante.

2.3.2 interferenze ed espropri

L'opera verrà realizzata su suolo pubblico che attualmente si trova all'interno di un'area perimetrata di pertinenza all'Istituto Scolastico e allo stato attuale non è stata manifestata l'esigenza di procedere con eventuali frazionamenti per definire la proprietà finale del nuovo polo sportivo.

L'ufficio tecnico comunale fornirà all'esecutore indicazione sui punti dove intende posizionare i recapiti delle linee tecnologiche (corrente, acqua e gas) alle quali allacciare la nuova struttura (allo stato attuale vengono confermati i gruppi di misura esistenti, in fregio alla via padre Checchi).

All'interno del giardino, durante i sopralluoghi, sono stati rinvenuti alcuni pozzetti che sottintendono altrettante linee:



il materiale cartografico fornito da Città Metropolitana è piuttosto recente e completo ma non attendibile al 100% (si sono rilevate incongruenze tra il disegnato ed il realizzato) pertanto massima cautela nelle fasi di demolizione iniziali e escavo per i sotto servizi.

In sede di progetto esecutivo tale aspetto sarà ulteriormente approfondito.

Non si evidenziano altre sostanziali interferenze.

2.3.3 criteri di progettazione di strutture ed impianti

Il progetto strutturale ha previsto l'analisi dinamica modale, effettuata sul modello tridimensionale globale, il tutto in conformità alle normative tecniche vigenti, con particolare riguardo a :

GENERALI:

- Art. 23 del Decreto legislativo 18 aprile 2016, n. 50, codice dei contratti pubblici, aggiornato alle modifiche previste dalla legge 157/2019
- Art. 33 del d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207 , Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE».
- DM 11 ottobre 2017, criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.

SPECIALISTICI:

IDROGEOLOGICI:

- Legge 18 maggio 1989, n.183 - Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo
- Piano stralcio 45 per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione – maggio 1995
- Piano stralcio delle fasce fluviali
- PTC di Firenze
- Carta guida delle aree allagate redatta dall'Autorità di Bacino del fiume Arno
- Regolamento Urbanistico comunale, ai sensi del D.P.G.R. 53/R-2001 del 25 Ottobre 2011
- Delibera del Consiglio Comunale n.23 del 15 aprile 2009, Piano Strutturale (di seguito PS).
- Regolamento Urbanistico approvato con Delibera del Consiglio Comunale n.22 del 14 maggio 2015, questa Amministrazione ha approvato il Regolamento Urbanistico (di seguito RU).
- I° Variante al Regolamento Urbanistico approvata con Delibera del Consiglio Comunale n.4 del 7 febbraio 2018 (di seguito RUvr1).
- II° Variante al Regolamento Urbanistico approvata con Delibera di Consiglio Comunale n.61 del 04/11/2019 (di seguito RUvr2).
- Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica
- Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle Fasce Fluviali "A" e "B"
- Direttiva per la progettazione degli interventi e la formulazione di programmi di manutenzione
- R.D. n. 523 del 25/07/1904 Testo unico sulle opere idrauliche

INVARIANZA E SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

- Norma UNI EN 12056 sistemi di scarico a parvità all'interno degli edifici, Parte 3: sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo

STRUTTURALI

- Ministero dei Lavori Pubblici: “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio normale e precompresso ed a struttura metallica”, Legge n. 1086 del 05/11/1971, G.U. n. 321 del 21/12/1971;
- Ministero dei Lavori Pubblici: “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”, Legge n. 64 del 02/02/1974, G.U. n. 76 del 21/03/1974;
- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti: “Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni”, Decreto del 17/01/2018, Suppl. Ord. n. 42 alla G.U. n. 8 del 20/02/2018;
- UNI EN 1992-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1993-1-1 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici;
- UNI EN 1992-1-2 Parte 1-2: Regole generali - Progettazione strutturale contro l'incendio;
- UNI EN 1992-3:2006 Parte 3: Strutture di contenimento liquidi;
- UNI EN 1536: Esecuzione di lavori geotecnici speciali Pali trivellati;
- fib Model Code for Concrete Structures 2010.
- Delibera n. 421 del 26-05-2014 della Regione Toscana allegato n.1

IMPIANTI ELETTRICI

- Legge n°186 del 1.03.1968 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici”;
- D.Lgs. 25 novembre 1996, n°626 “Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione”;
- DPR 22 ottobre 2001, n°462 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e impianti elettrici pericolosi”;
- D. Lgs. 9 aprile 2008 n° 81 “Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n°123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- D.M. nr. 37 del 22/01/2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a, della Legge n° 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- DPR 1 agosto 2011 n° 151 “Regolamento recante semplificazioni della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’art.19, comma 4-quater, del D. Lgs. 31 maggio 2010, n°78 convertito, con modificazioni, della legge 30 luglio 2010, n°122”;
- D.M. 03 agosto 2015 “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell’art.15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n°139
- D. Lgs. 16 giugno 2017 n° 106 “Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n.305/2011”, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.”
- Legge Regionale 5 ottobre 2015, n°31 “Misure di efficientamento dei sistemi di illuminazione esterna con finalità di risparmio energetico e di riduzione dell’inquinamento luminoso”
- Guida CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- Guida CEI 0-10 “Guida alla manutenzione degli impianti”;
- Norma CEI 0-21 “Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica”;

- Norma CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole Generali”.
- Norma CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: - Quadri di potenza”
- Norma CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”
- Norma CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V. in c.a. e a 1500V. in c.c.
- Norma CEI 64-12 “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”.
- Norma CEI 64-14 “Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori”;
- Norma CEI 64-50 “ Edilizia residenziale. Guida per l’integrazione nell’edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici”.
- Norma CEI 81-10 (serie) “Protezione delle strutture contro i fulmini”.
- Norma CEI 11-1 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata”.
- Norma CEI 31-87 (EN 60079-10-1) “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi”.
- Norma CEI 31-33 (EN 60079-14) “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere)”.
- Guida CEI 31-35 “Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi”.
- Norma UNI 12464 “Illuminazione d’interni con luce artificiale”
- Norma UNI 1838 “Applicazione dell’illuminotecnica – Illuminazione di emergenza”
- CEI EN 62305-1: "Protezione delle strutture contro i fulmini. Parte 1: Principi Generali" Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2: "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013
- CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone " Febbraio 2013
- CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture", Febbraio 2013
- CEI 81-29 : "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305". Febbraio 2014.
- CEI 81-30 : "Protezione contro i fulmini - Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Linee guida per l'impiego dei sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)". Febbraio 2014.
- Prescrizioni e raccomandazioni dell’ente distributore di energia elettrica;
- Prescrizioni e raccomandazioni dell’ente distributore di servizi telefonici;
- Prescrizioni e raccomandazioni VV.F.

IMPIANTI AEREAULICI

- Legge n. 10 del 09 gennaio 1991 e s.m.i.: Norme per l’attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell’energia di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

- D.P.R. n. 412 del 26 agosto 1993 e s.m.i.: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10
- Decreto Pres. Repubblica n. 551 del 21 dicembre 1999: Regolamento recante modifiche al D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.
- UNI 7357: Calcolo del fabbisogno termico per il riscaldamento di edifici.
- UNI 10339: Norme per la progettazione, offerta e collaudo impianti di climatizzazione.
- UNI 10344: Riscaldamento degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia.
- UNI 10346: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Scambi di energia termica tra terreno ed edificio. Metodo di calcolo.
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati Climatici.
- UNI 10379: Riscaldamento degli edifici. Fabbisogno energetico convenzionale normalizzato. Metodo di calcolo e verifica.
- UNI 10348: Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 13788: Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale. Metodo di calcolo.
- UNI EN ISO 10077-1: Prestazione termica di finestre, porte e chiusure. Calcolo della trasmittanza termica. Metodo semplificato.
- UNI EN ISO 14683: Ponti termici in edilizia. Coefficiente di trasmissione termica lineica. Metodi semplificati e valori di riferimento.
- UNI EN 832: Prestazione termica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento. Edifici residenziali.
- UNI EN ISO 13789:2001: Prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo.
- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006: Norma in materia ambientale
- UNI 7129-1/2/3/4 2008: Impianti a gas per uso domestico e similari alimentati da rete di distribuzione - Progettazione e installazione.
- UNI 9165: Reti di distribuzione del gas - Condotte con pressione massima di esercizio minore o uguale a 5 bar - Progettazione, costruzione, collaudo.
- UNI EN 676:2008: Automatic forced draught burners for gaseous fuels (ex UNI 8042)
- UNI 10389-1:2009: Generatori di calore - Analisi dei prodotti della combustione e misurazione in opera del rendimento di combustione - Parte 1: Generatori di calore a combustibile liquido e/o gassoso
- UNI EN 13384-1:2008: Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 1: Camini asserviti a un solo apparecchio
- UNI EN 13384-2:2008: Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 2: Camini asserviti a più apparecchi da riscaldamento
- UNI EN 13384-3:2008: Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico - Parte 3: Metodi per l'elaborazione di diagrammi e tabelle per camini asserviti ad un solo apparecchio di riscaldamento
- Legge n. 46 del 5 marzo 1990: Norme per la sicurezza degli impianti
- Decreto del Ministero dello sviluppo economico n. 37 del 22 gennaio 2008:

- Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11-quaterdecies, comma 13, lettera a), della Legge n. 248 del 02/12/2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- Decreto Ministeriale 12 aprile 1996: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi.
- D.M. 1.12.75 raccolta R - Edizione 2009 e s.m.i.: Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione
- UNI TS 11278:2008: Camini / canali da fumo / condotti / canne fumarie metallici – Scelta e corretto utilizzo in funzione del tipo di applicazione e relativa designazione del prodotto.
- UNI EN 1264 parte 1-2-3 del 10/1999 – parte 4 del 10/2003: riscaldamento a pavimento. Impianti e componenti: definizione e simboli, determinazione della potenza termica, dimensionamento e installazione.
- CTI - Sottocomitato n.6 - Riscaldamento e ventilazione - Giugno 2003.
- Raccomandazione per l'utilizzo della norma UNI 10348 ai fini del calcolo del fabbisogno di energia primaria e del rendimento degli impianti di riscaldamento e/o di produzione acqua calda per usi igienico - sanitari.
- Legger Della Regione Toscana nr. 39/2005 e s.m.i.
- DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2006, n. 311 - Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- UNI/TS 11300-2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI 9182: Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- UNI- CTI 8065: Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- UNI 10381-1/96 Impianti aeraulici. Condotte. Classificazione, progettazione, dimensionamento e posa in opera.
- UNI 10381-2/96 Impianti aeraulici. Componenti di condotte. Classificazioni, dimensioni e caratteristiche costruttive.
- UNI 7740/77, Separatori aeraulici. Termini e definizioni.
- UNI 7827/78, Separatori di particelle solide e liquide. Classificazione.
- UNI 7831/78, Filtri d'aria per particelle, a secco e ad umido. Classificazione e dati per l'ordinazione.
- UNI 7832/78 Filtri d'aria per particelle a media efficienza. Prova in laboratorio e classificazione.
- UNI 7833, Filtri d'aria per particelle ad alta ed altissima efficienza. Prova in laboratorio e classificazione.
- UNI 7940-1/79, Ventilconvettori. Condizioni di prova e caratteristiche.
- UNI 7940-2/79, Ventilconvettori. Metodi di prova.
- UNI 8062/80 Gruppi di termoventilazione. Caratteristiche e metodo di prova.
- UNI 8199/98, Acustica – Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione.
- UNI 8728,/08 Apparecchi per la diffusione dell'aria. Prova di funzionalità.
- UNI 9953/93, Recuperatori di calore aria-aria negli impianti di condizionamento dell'aria. Definizioni, classificazioni, requisiti e prove.
- UNI EN 378-1, Impianti di refrigerazione e pompe di calore. Requisiti di sicurezza ed ambientali. Requisiti di base.

- UNI EN 779/95, Filtri d'aria antipolvere per ventilazione generale. Requisiti, prove, marcatura.
- UNI EN 810/99, Deumidificatori con compressore elettrico – Prove prestazionali, marcatura, requisiti di funzionamento e informazioni tecniche.
- UNI EN 814-1/99 Condizionatori e pompe di calore con compressore elettrico – Raffreddamento - Termini, definizioni e designazione.
- UNI EN 814-2 Condizionatori e pompe di calore con compressore elettrico – Raffreddamento – Prove e requisiti per la marcatura.
- UNI EN 814-3/99, Condizionatori e pompe di calore con compressore elettrico – Raffreddamento – Requisiti.
- UNI EN ISO 11820/99, Acustica – Misurazioni su silenziatori in sito.
- UNI ENV 12097, Ventilazione negli edifici – Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte.
- UNI ENV 12102/98 Condizionatori, pompe di calore e deumidificatori con compressori azionati elettricamente – Misurazione del rumore aereo – Determinazione del livello di potenza.
- UNI ENV 328/93, - Scambiatori di calore. Procedure di prova per stabilire le prestazioni delle batterie di raffreddamento dell'aria d'impianti per la refrigerazione.
- Libretto di installazione dei produttori delle componenti dell'impianto.
- Regolamento locale di igiene.
- Regolamenti e circolari ISPESL e VV.FF.
- Regolamento CONI nr. 1.379 del del 25.06.2008 recante le "Norme per l'impiantistica sportiva".
- Accordo tra il Ministro della salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano relativo agli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine a uso natatorio, repertorio nr. 1.605 del 16.01.2003

IMPIANTI IDRICO SANITARI

- NORME CONI PER L'IMPIANTISTICA SPORTIVA Approvate con deliberazione del Consiglio Nazionale del CONI n. 1379 del 25 giugno 2008
- UNI 9182: Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione.
- UNI- CTI 8065: Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile.
- Libretto di installazione dei produttori delle componenti dell'impianto.
- Regolamento locale di igiene.
- D.M. nr. 37 del 28/1/2008, Norme per la sicurezza degli impianti
- D.P.R. nr. 447, Regolamento di attuazione della Legge nr. 46 del 5/3/1990 in materia di sicurezza degli impianti.
- UNI EN 1452, Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – (PVC-U).
- UNI EN 10224, Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10225, Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni di fornitura.
- UNI EN 12201, Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – (PE)
- UNI EN 13244, Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e scarichi – Polietilene (PE)

- UNI EN ISO 15493, Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C).
- UNI EN ISO 15494, Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.

ANTINCENDIO

- dPR 1 agosto 2011 , n. 151 . Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater , del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.
- DM 18 marzo 1996, "regola tecnica di p.i. per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi";
- DM 6 giugno 2005, "modifiche e integrazioni al DM 18 marzo 1996"
- lettera circolare nr . P622-638/4109 sott. 44/C.6 del 25 maggio 2001
- lettera circolare nr. P1769 / 4139 sott. 6/II.R.6.Bis del 20 dicembre 2005
- Norma UNI 10779, Impianti di estinzione incendi: Reti di Idranti
- Norma UNI EN 12845, Installazioni fisse antincendio. Sistemi automatici a sprinkler"
- Norma UNI 1129, Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio, Caratteristiche costruttive e funzionali"
- Circ. M.i. 24 MI.SA. 26/1/93, Impianti di protezione attiva antincendio.
- D.M. 30/11/1983, Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi.
- D.M. nr. 37 del 28/1/2008, Norme per la sicurezza degli impianti
- D.P.R. nr. 447, Regolamento di attuazione della Legge nr. 46 del 5/3/1990 in materia di sicurezza degli impianti.
- UNI 804 Apparecchiature per estinzione incendi -Raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI 810 Apparecchiature per estinzione incendi -Attacchi avite.
- UNI 814 Apparecchiature per estinzione incendi-Chiavi per la manovra dei raccordi, attacchi e tappi per tubazioni flessibili.
- UNI 7421 Apparecchiature per estinzione incendi-Tappi per valvole e raccordi per tubazioni flessibili.
- UNI 7422 Apparecchiature per estinzione incendi - Requisiti delle legature per tubazioni flessibili.
- UNI 9487 Apparecchiature per estinzione incendi-Tubazioni flessibili antincendio di DN70 per pressioni di esercizio fino a 1.2 MPa.
- UNI EN 671-1 Sistemi fissi di estinzione incendi - Sistemi equipaggiati con tubazioni - Naspi antincendio con tubazioni semirigide.
- UNI EN 671-2 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 671-3 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide ed idranti a muro con tubazioni flessibili.
- UNI EN 694 Tubazioni semirigide per sistemi fissi antincendio.
- UNI EN 1452 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione di acqua – (PVC-U).
- UNI EN 10224 Tubi e raccordi di acciaio non legato per il convogliamento di acqua e di altri liquidi acquosi – Condizioni tecniche di fornitura.
- UNI EN 10225 Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura – Condizioni di fornitura.

- UNI EN 12201 Sistemi di tubazioni di materia plastica per la distribuzione dell'acqua – (PE)
- UNI EN 13244 Sistemi di tubazioni di materia plastica in pressione interrati e non per il trasporto di acqua per usi generali, per fognature e scarichi – Polietilene (PE)
- UNI EN 14339 Idranti antincendio sottosuolo
- UNI EN 14384 Idranti antincendio a colonna sopra suolo.
- UNI EN 14540 Tubazioni antincendio – Tubazioni appiattibili impermeabili per impianti fissi.
- UNI EN ISO 15493 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (ABS, PVC-U e PVC-C). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.
- UNI EN ISO 15494 Sistemi di tubazione plastica per applicazioni industriali (PB, PE e PP). Specifiche per i componenti e il sistema. Serie metrica.

AMBIENTE

- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale
- DPR 13 giugno 2017, n. 120, Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164
- Norme di Attuazione del Piano Territoriale Paesistico Regionale
- PS del Comune di Fucecchio

ACUSTICA

- D.P.C.M. 5.12.1997, Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici Pubblicato in G.U. Serie generale n. 297 del 22 dicembre 1997
- Art. 844 Codice Civile
- Repertorio Atti n. 1605 del 16 gennaio 2003 recante : Accordo tra il Ministro della salute, le Regioni e le Province Autonome di Trento e di Bolzano relativo agli aspetti igienico-sanitari per la costruzione, la manutenzione e la vigilanza delle piscine a uso natatorio
- Norme CONI per l'impiantistica sportiva approvate con deliberazione 1.379 del 25.06.2008
- UNI EN 12354, Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni dei prodotti
- UNI TR 11175, Acustica in edilizia - Guida alle norme serie UNI EN 12354 per la previsione delle prestazioni acustiche degli edifici - Applicazione alla tipologia costruttiva nazionale
- P.Z.A. del Comune di Fucecchio

In ogni caso, i riferimenti normativi applicati a ciascun dimensionamento verranno riportati in dettaglio in apertura di ciascuna relazione tecnica specialistica di progetto esecutivo.

2.3.4 Calcoli giustificativi della spesa

I costi dell'intervento sono stati calcolati in funzione del computo metrico redatto applicando alle quantità delle lavorazioni, dedotte dagli elaborati grafici del progetto, i prezzi provenienti:

- dell'elenco della Regione Toscana, provincia di Firenze relativo alle opere pubbliche per l'anno 2020;
- dal Prezziario per Impianti Sportivi edito da DEI Tipografia del Genio Civile per conto di CONI Servizi;
- dai listini ufficiali dei singoli produttori;
- da interventi analoghi realizzati nel territorio della regione, bilanciati poi in base alle oggettive differenze tra gli interventi presi a base del parametro
- da prezzi aggiuntivi contenuti nell'elaborato "Elenco prezzi unitari".

I prezzi unitari delle singole lavorazioni comprendono i costi della sicurezza che il datore di lavoro è comunque obbligato a sostenere in base alla normativa vigente (costi della sicurezza "ex lege") per l'esecuzione in sicurezza di ogni singola lavorazione compresa nell'appalto.

Le voci relative alle opere compiute, comprendono, se non diversamente specificato, la fornitura e la posa in opera dell'articolo descritto e di eventuali accessori di montaggio necessari; la lavorazione è pertanto considerata comprensiva di tutto quanto necessario per dare il lavoro finito a perfetta regola d'arte ed i prezzi utilizzati sono considerati totalmente remunerativi delle opere previste e riportate negli elaborati grafici del progetto esecutivo.

Le opere sono state computate a corpo e sono tutte quelle rappresentate negli elaborati grafici, pertanto il prezzo delle opere a corpo è da considerarsi chiuso e invariabile a meno di modifiche richieste dalla Direzione lavori mediante apposito ordine di servizio.

2.5. Sintesi delle forme e delle fonti di finanziamento

Finanziamento a cura della Città Metropolitana di Firenze attraverso fondi propri di bilancio e d il ricorso a bandi specifici delle amministrazioni centrali e periferiche (Bando Sport e Periferie del CONI etc...)

3.

RELAZIONE TECNICA

3.1 OPERE RELATIVE ALLA REALIZZAZIONE DELLA SALA SPORTIVA

3.1.1 *Fondazione perimetrale*

Realizzazione della fondazione perimetrale avente sezione cm 100x80 lungo tutto lo sviluppo perimetrale, eseguita mediante getto di cls classe di resistenza C25/30, classe di esposizione XC2, consistenza S4 compresa l'armatura in ferro B450C, lo scavo di preparazione e la cassetta.

3.1.2 *Formazione di copertura in legno lamellare*

Fornitura di un orditura principale composta da n° 8 archi in legno lamellare GL 28h, DIN 1052 e UNI 7070-3740, incollati a sezione con resine del tipo omologato ai sensi delle norme UNI EN 14080, piallato e trattato a pennello con impregnante. L'arco sarà suddiviso in n°3 pezzi con uno sviluppo lineare di m. 35,82 circa e sezione pari a 180x840 mm.

Gli archi di orditura principale sono posti ad un interasse di m. 4,85 circa e controventati con n° 11 puntoni in legno lamellare per ogni arcata, di sezione pari a 160x360 mm. Il primo arco della struttura verrà posizionato a partire dallo spigolo esterno del cordolo di fondazione. Sui lati lunghi della struttura è posta una trave di banchina in legno lamellare con funzione di gronda per circa m. 70,00, di sezione 200x480 mm.

La chiusura del tunnel centrale sarà realizzata mediante tensionatura di copertura tessile in doppio telo di poliestere spalmato in PVC, poggiato sulla struttura lignea e pensionato alla base mediante tirfor e cinghie di nylon collegate alla trave di banchina; la tensionatura in testata avverrà mediante cavi metallici $\sigma_{rot} > 180$ daN/cm² annegati in apposite sacche del telo.

La predisposizione di un'orditura secondaria in legno lamellare, travetti di sezione pari a 160x200 mm, fissati opportunamente agli archi della struttura ad interasse regolare, in aggiunta ai puntoni della copertura, permette una migliore gestione della curvatura del telo ed evita la formazione di sacche in caso di forti eventi meteorici ed è già predisposta per un eventuale futuro sistema di copertura rigido multistrato.

Fornitura di carpenteria metallica strutturale incluso piastre, giunzioni, scarpette, bulloni e dadi per il corretto fissaggio dell'orditura in legno, compresi e compensati nel prezzo gli accessori per saldature ossiacetileniche o elettriche, escluse le prestazioni edili per la posa in opera. Le giunzioni metalliche sono eseguite in carpenteria in acciaio zincato a caldo progettate in conformità alla normativa CNR UNI 10011 e realizzate secondo norma UNI EN 1461, per le piastre in acciaio S 275 JR e per i tiranti in acciaio S 355 JR.

Montaggio in opera della struttura in legno lamellare (costituita da archi, arcarecci, travi di banchina, controventi metallici e piastrame), compreso trasporto franco cantiere dei materiali sopra indicati, mezzi di sollevamento (autogrù, servo scale, piattaforme verticali, etc...) e tutta la manodopera necessaria per dare l'opera montata a regola d'arte.

3.1.3 *Manto di Copertura*

Il pacchetto di copertura esterno del tunnel centrale prevede un sistema a doppio telo con camera d'aria interna della superficie di circa mq. 1.150,00, confezionato in tessuto di poliestere bispalmato in PVC traslucido ignifugo in accordo alle normative vigenti, resistenza alle temperature -30 / +70 °C, resistenza alla fiamma secondo norma DIN EN 13501 - 1 Classe B-s1,d0 e realizzato secondo lo schema che il prezziario CONI definisce tipo "1E + M1":

- A. ESTERNO Peso g/m² 720/750, res. a traz. daN/5 cm 270/300, res. a lacerazione daN 25/30; TIPO 2 – Peso g/m² 900, res. a traz. daN/5 cm 420, res. a lacerazione daN 55/50;

B. INTERNO - Peso g/m² 500, res. a traz. daN/5 cm 225, res. a lacerazione daN 22.5;

Compreso, oltre che di montaggio, anche il trasporto franco cantiere dei materiali, mezzi di sollevamento (autogrù, servo scale, piattaforme semoventi, etc..) e tutta la manodopera necessaria per dare l'opera montata a regola d'arte.

Sulla trave di banchina e sulla correa perimetrale a muri di testata verrà posizionata opportuna lattoneria in lamiera preverniciata spessore 8/10 mm, colore testa di Moro (RAL 8019) con giunti sovrapposti e chiodati a doppia fila con rivetti, siliconati con mastici speciali per i canali di gronda compresi giunti di dilatazioni, bocchette e testate; per scossaline di testata e i pluviali.

Data la tipologia di materiale (intrinsecamente non pedinabile) non è prevista la messa in opera di dispositivi di ancoraggio certificati e conformi alla normativa UNI EN 795:2002.

3.1.4 Murature perimetrali

Realizzazione delle testate della copertura, per circa 73,00 ml in totale ed H. 2,60 m, compreso di risvolti laterali fino al secondo arco di copertura, mediante getto di calcestruzzo armato con finitura a vista, spessore cm 20, gettato con l'interposizione del ferro di armatura necessario, compreso l'onere per i ponteggi e le opere provvisorie.

La porzione centrale della baraccatura, deputata al fissaggio delle attrezzature ginniche di maggiore altezza (pertica, fune, quadro svedese) prevede la maggiorazione dello spessore a 30cm e dell'altezza fino a 6mt, con relativa comparsa di mensola interna alla fondazione, al fine di contrastare eventuali fenomeni di instabilità per ribaltamento quando il muro è soggetto ad azioni orizzontali o assimilabili.

Chiusura superiore in policarbonato con intelaiatura di testata, eseguito mediante fornitura e posa in opera di pilastri in legno lamellare di sezione 160x200 mm, in abete lamellare di 1° e 2° scelta, trattati con impregnante poliuretanico, fissati al muro ed alle travi principali tramite piastre e scarpette speciali in acciaio zincato. Fornitura e posa in opera di correnti orizzontali in legno lamellare di sezione 160x200mm, in abete di 1° e 2° scelta fissati ai pilastri con speciali scarpette in acciaio zincato e ferramenta per il corretto montaggio.

Formazione delle impennate di testata mediante la fornitura e posa in opera di lastre in policarbonato alveolare sulle due testate della copertura con una struttura alveolare multiparete di spessore 40 mm.

Le lastre assicurano inoltre un'elevata trasmissione luminosa senza fenomeni di abbagliamento e pertanto dovranno essere di tipo opalino, mentre le loro qualità isolanti dovranno consentire un apprezzabile contenimento dei costi energetici, presentando un trasmittanza U non superiore a 1,00 W/mq K).

3.1.5 Serramenti

Serramenti scorrevoli in alluminio a taglio freddo, sui due lati lunghi della copertura sportiva in corrispondenza del tunnel centrale, costituiti da n°4 specchiature con ante fisse (di cui n.2 con porta centrale) e n°6 specchiature con due ante scorrevoli e due fisse di dimensioni m. 4,85x2,40., compresa la realizzazione di n° 2 porte di ingresso/uscita di sicurezza dotate di maniglione antipánico e serratura.

I serramenti sono realizzati con profili di colore testa di Moro (RAL 8019), comprese le guarnizioni in materiale elastomero, tutte le necessarie ferramenta con maniglia e comando a doppio effetto ove opportuno. Sono comprese altresì le prestazioni di assistenza muraria alla posa con tutte le movimentazioni e la sigillatura tra falso telaio e telaio con nastro auto-espandente.

Il tutto corredato dalle documentazioni che certificano la rispondenza alle seguenti norme UNI EN 42, classe A1 di permeabilità all'aria; UNI EN 86, classe E4 di tenuta all'acqua; UNI EN 77 classe V3 di resistenza al carico del vento, vetrazioni di sicurezza 44.2 certificate 1B1 secondo EN 12600 e P2A secondo EN 356).

Porta di ingresso/uscita in alluminio, con apertura verso l'esterno, specchiatura inferiore cieca e superiore in vetro di sicurezza 1B1, complete di tettucci di protezione in alluminio e PMMA, maniglia con serratura (esterno) e maniglione antipanico posto (all'interno della copertura) di dimensioni m. 1,20x2,20 di altezza.

3.1.6 Impianto di illuminazione standard

Impianto di illuminazione della palestra realizzato in conformità alle norme vigenti all'atto della costruzione. Tutti i materiali utilizzati saranno dotati di marchi di qualità e certificati secondo quanto richiesto dalle disposizioni normative e legislative nazionali ed comunitarie. L'impianto elettrico prevede: quadro elettrico, condutture elettriche principali e derivate, sistemi di distribuzione, circuiti elettrici di illuminazione ordinaria e sicurezza, verifiche visive e strumentali al termine dei lavori e documentazione prevista dal D.M. 37/08.

L'impianto di illuminazione sarà composto da n° 1 quadro generale di distribuzione con massa in materiale termoplastico auto-estinguente, completo delle seguenti apparecchiature:

- Quadro elettrico in PVC 72 Moduli DIN con portella dotata di oblò trasparente tipo Gewiss serie 46, completo di pannelli sfinestrati ed ogni altro accessorio necessario alla posa e collegamento.
- Protezione magnetotermica differenziale accessoriata di bobina a lancio di corrente per il circuito caldaia.
- n° 1 interruttore sezionatore generale quadro.
- Spia di segnalazione "presenza alimentazione ausiliari".
- Suoneria e lampeggiante per la segnalazione di interruttore scattato circuito luce 6 + emergenze.
- n° 20 proiettori asimmetrici 238W a tecnologia Led specifici per impianti sportivi e grandi superfici, con:
 - Corpo in alluminio pressofuso verniciato polveri poliestere previo trattamento di conversione chimica superficiale ISO 9227
 - Diffusore in vetro piano extrachiario di sicurezza temprato
 - Riflettori ad altissime prestazioni in alluminio placcato 99,99%, brillantato, ossidato e privo di iridescenza
 - Guarnizione in silicone antinvecchiamento
 - Pressacavo antistrappo M20x1.5 per cavi Ø 10 - Ø 14 mm
 - Viteria esterna in acciaio inox
 - Clip in alluminio con molla inox, imperdibili
 - Staffa in acciaio verniciata con polveri poliestere previa cataforesi

Completi di dispositivo supplementare di protezione alle sovratensioni di rete fino a 10 kV (SPD) e comandati da interruttori unipolari da 16 A installati in prossimità della porta d'ingresso principale.

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U0/U) non inferiore a 450/750 V, simbolo di designazione 07. I cavi in posa direttamente interrati o in cunicoli interrati devono avere tensione nominale 0,6/1kV.

Dettagli sull'impianto nell'apposita relazione specialistica.

3.1.7 Impianto di illuminazione di Emergenza

Realizzazione dell'impianto di segnalazione luminosa uscita di sicurezza composto da corpi illuminanti con scritta "Uscita di sicurezza", completi di:

- apparecchio LED illuminazione d'emergenza 445lm, 20W, 230V, 50Hz, 1h IP40 tipo SE con autodiagnosi;

- congruo numero di apparecchi autoalimentati atti a garantire il mantenimento di un illuminamento minimo di 5lux lungo tutte le vie d'esodo, per il medesimo tempo (60 minuti)
 - Batteria e carica batteria, carica continua, con accensione automatica all'eventuale spegnimento dell'impianto di illuminazione;
- Dettagli sull'impianto nell'apposita relazione specialistica.

3.1.8 impianto elettrico e MT

Formazione dell'impianto elettrico della sala sportiva, completo di linee di alimentazioni dal QE generale, quadro di zona per potenza e comandi, distribuzione con sistema interrato (diramazioni principali) e a vista in tubazioni di PVC rigido autoestinguente, impianto di FM per alimentazione utenze fisse (generatore di aria calda, ventolini doppio telo, motori tende di separazione, motorizzazione aragni attrezzature sportive, tabelloni luminosi segnapunti etc) e utenze mobili tramite prese tipo UNEL 10/16A, il tutto completo di caverterie accessori e manodopera specializzata.

Formazione dell'impianto di messa a terra completo di anello esterno in corda di rame nuda, picchetti a croce ispezionali, morsettiere equipotenziali nel QE, collegamento della maglia metallica di armatura della fondazione e delle piastre metalliche al piede dell'arco, caverterie, accessori e manodopera specializzata.

3.1.9 impianto RAI manuale

Installazione di impianto di allarme sonoro e luminoso di incendio, composto da pulsanti di attivazione manuale di tipo "B" (pulsante in cassetta protetta), segnalatori luminosi mono/bifacciali con pittogramma "Allarme Incendio" e relativi segnalatori acustici di allarme incendio, caverterie, accessori e manodopera.

3.1.10 impianti meccanici

Installazione di generatore di ari a calda a condensazione specifico per impianti saporivi e tendo strutture, costituito da involucro esterno multiblocco coibentato, box alloggiamento bruciatore bi stadio, sezione di generazione calore a scambio diretto, sezione ventilante, bocche di mandata e ripresa complete di serrande taglia fuoco, serrande di presa aria fresca ed espulsione aria esausta e sovrappressione.

Installazione del sistema di distribuzione aria calda in ambiente composto da condotte aerauliche a sezione tonda e rettangolare in lamiera zincata dotate di idoneo isolamento (tratti in esterna), accessori di taratura, ispezione, bilanciamento e smorzamento delle vibrazioni nonché di accessori di emissione ad effetto swirl specifici per lanci da grandi altezze.

Rampa gas di alimentazione completa degli accessori di intercettazione.

3.1.11 pavimento sportivo

Realizzazione della pavimentazione interna della palestra mediante i seguente strati funzionali:

- A. manto in geotessuto di polipropilene termolegato a filo continuo con funzione di strato di separazione, filtro e rinforzo dei terreni. Posato a secco su sottofondo previamente livellato e compattato. Compreso tagli e sormonti dei teli. Peso indicativo 200 g/m².
- B. formazione di massiciata con l'utilizzo di materiale riciclato di recupero (secondo D.M. 05/02/98) di idonea granulometria, di spessore di circa cm 30/35, compreso la preparazione con rullatura del sottofondo, la compattazione meccanica del rilevato eseguito a strati di altezza non superiore a 5 cm, con il continuo controllo laser dei piani.

- C. Strato superficiale di livellamento della massicciata mediante fornitura in opera di materiale inerte di tipo stabilizzato riciclato di recupero (secondo D.M. 05/02/98) di idonea granulometria, debitamente rullato e compattato con mezzo meccanico di idoneo peso.
- D. pavimentazione in calcestruzzo della palestra mediante fornitura e posa di membrana impermeabilizzante in polietilene dello spessore di 0,3 mm, costituita da teli disposti al di sotto del massetto in calcestruzzo, con relativo sormonto dei teli e fissaggio e successivo getto di calcestruzzo per piazzali industriali e cortili, costituita da un massetto di calcestruzzo Rck 30 N/mm² e classe di consistenza fluida S4 allo scarico della betoniera, confezionato con aggregati idonei e con resistenza caratteristica cubica a 28 giorni di maturazione, con aggiunta di circa 18/20 kg di fibre tipo "F-DUE 44/45" FIBROCEV, manto d'usura a spolvero "fresco su fresco" di aggregato al quarzo e cemento grigio, in ragione di almeno 4 kg/m², finitura e lisciatura con frattazzatrici meccaniche da parte dell'operatore specializzato. Spessore del pavimento di circa 12 cm.
- E. Pavimentazione sportiva indoor in PVC Pavimento vinilico omologato per Pallamano e Basket con struttura eterogenea multistrato indelaminabile e superficie a vista in rilievo opaca ed antisdruciolevole, antibatterica, con strato di usura di mm 2,9 in pvc calandrato ad altissima concentrazione provvisto di una finitura poliuretanica, stabilizzato con strato di supporto in pvc espanso a celle chiuse rinforzato da una speciale fibra di vetro atta a garantire una estrema stabilità dimensionale; il pavimento avrà uno spessore di mm 6,0 (peso totale di 5,2 kg/m²) nel formato telo di cm 150 di altezza. La posa in opera sarà del tipo autoposante; i rotoli saranno semplicemente appoggiati sul sottofondo ed incollati solo sul perimetro, a centro campo (nel caso in cui ci siano giunte di testa) ed in corrispondenza degli ingressi. Le giunzioni potranno essere saldate termicamente con cordolo specifico oppure con tecnica "a freddo" con apposito sigillante chimico. Il pavimento risponde alla norma EN 14904 posizionandosi in CLASSE P1. Il pavimento sarà inoltre dotato di certificato di reazione al fuoco secondo la normativa EN 13501-1 posizionandosi nella classe Bfl-s1, oltre all'omologazione delle seguenti Federazioni Sportive internazionali: IHF (Pallamano) e FIBA (Basket).
- F. Tracciamento delle segnaletica di gioco previste dal progetto e conformi ai regolamenti delle rispettive federazioni mediante vernice poliuretanica bicomponente colore giallo, bianco, rosso o blu a più mani del quantitativo previsto con l'ausilio di manodopera specializzata

3.1.12 Attrezzature sportive

La palestra sarà dotata di:

- A. impianto per pallavolo monotubo da gara - secondo norme FIPAV, composto da due tubi in alluminio a sezione ovale da mm. 120x100, con nervature interne antiflessione e rinforzo in acciaio che ne limitano la naturale flessione. Tendicavo ad arganello, completi di rete in nylon e di bussole/tappi in acciaio zincato per l'ancoraggio dei pali al suolo.
- B. protezioni per impianto da pallavolo con rivestimento interno ed esterno in PVC carbon pesante ignifugo di classe 2, imbottitura in poliuretano espanso, spessore cm. 5 e densità 30 kg/mc. Chiusura con velcro. Altezza totale di 200 cm.
- C. podio per arbitro con struttura in tubi di acciaio verniciatura a polvere, facilmente chiudibile per il minimo ingombro, dotato di ruote per un facile trasporto.
- D. impianto basket pensile sollevabile verso l'alto mediante argani motorizzati con finecorsa interno, con struttura tralicciata in tubo d'acciaio verniciato fornito completo di tabelloni in resina fenolica canestri fissi e retine. Completo di sistema manuale per la regolazione basket/minibasket. Colore del traliccio a

- scelta della D.L. La posa dell'impianto richiede il posizionamento di 2 travi in tubolare d'acciaio (comprese nella fornitura) che devono essere posizionate fra gli archi in legno lamellare; inclusi mezzi di sollevamento per il corretto fissaggio.
- E. spalliere svedesi in faggio di prima scelta verniciato al naturale con pioli ovali, piolo superiore sporgente, complete di zanche per il fissaggio con tasselli modello a 2 campate cm 180 x h. 250 cm.
- F. quadro svedese con modello oscillante in legno duro stagionato, verniciato al naturale e completo di mensole in acciaio verniciato da fissare a parete dotate di carrucole che permettono di addossare il quadro alla parete. Modello a 36 fori dimensioni cm 300 x 300.
- G. scala orizzontale a parete modello a piantana trasportabile, regolabile in altezza. Composta da 1 scala in legno duro verniciata al naturale e 2 piantane in tubo d'acciaio verniciato a polvere. Altezza mt. 2,50 lunghezza scala mt. 5,00.
- H. transennatura con altezza di m. 1,10 di separazione tra l'area di gioco e la zona pubblico, costituita da un corrimano in tubolari metallici zincati a caldo, per circa ml. 34,00, costituiti da:
- montanti verticali posti ad un interasse di circa mt. 2,00; compreso di bussole da premurare nel getto della pavimentazione in calcestruzzo, in tubolari metallici zincati a caldo del diam. 60 mm;
 - corrimano superiore diam. 60 mm e n°3 tubolari intermedi zincati a caldo diam. 33 mm, compresa bulloneria per il corretto fissaggio;
 - n°1 cancellino pedonale ad un anta di dimensioni m. 1,20x1,10.
- I. Set di tribune modulari prefabbricate, realizzate mediante telai, tubolari ed angolari zincati per immersione secondo le normative UNI vigenti. Tribuna con posti a sedere su due file di sedili senza schienale stampati per iniezione in polipropilene copolimero ignifugo in cl. 1. La prima fila appoggia i piedi sul piano d'imposta. Scale di smistamento e di accesso laterali. Alzate dei gradoni munite di battipiede. - Posti a sedere su scocca anatomica 45 complessivi.
- Basette di regolazione da 10 cm al piede, costituita secondo moduli di lunghezza 1,80 m, struttura portante in acciaio zincato a caldo, piani di calpestio in acciaio antisdrucchiolo zincato a caldo, gradini della scala di smistamento in acciaio antisdrucchiolo zincato a caldo con un inserto in polistirolo riciclato colore giallo.

3.2 OPERE RELATIVE ALLA REALIZZAZIONE DEL BLOCCO SERVIZI

3.2.1 *Sistema di fondazione*

Realizzazione della fondazione tramite graticcio di travi lungo tutto lo sviluppo perimetrale e la linea di spina centrale, eseguita mediante getto di cls classe di resistenza C25/30, classe di esposizione XC2, consistenza S4 compresa l'armatura in ferro B450C, lo scavo di preparazione e la cassetta perimetrale e la formazione del vespaio areato mediante cassette a perdere in polipropilene tipo iglù.

3.2.2 *Struttura fuori terra al rustico*

Realizzazione della struttura portante fuori terra in muratura di laterizio semipieno tipo doppio UNI, negli spessori 250mm (perimetro) e 120mm (pareti interne), pilastri in calcestruzzo armato per i portici, copertura a piastra in calcestruzzo armato gettato in opera compresa gronda perimetrale sagomata, tutto in classe di resistenza C25/30, classe di esposizione XC1, consistenza S3 compresa l'armatura in ferro B450C.

Realizzazione del sistema di isolamento a cappotto per facciata e copertura con tutti gli accorgimenti e le indicazioni prescritte dalle Ditte produttrici, su pareti verticali, su piani orizzontali o inclinati, compresi gli oneri per la preparazione dei supporti sia orizzontali che verticali, la formazione dei giunti ed il raccordo agli angoli; compresi il calo ed il sollevamento dei materiali, i ponti di servizio e/o trabattelli a norma con altezza massima m 2,00, anche esterni, mobili o fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte mediante fornitura e posa in opera di pannelli in polistirene espanso estruso (XPS) conforme alla norma UNI 13164, con densità standard, esente da CFC o HCFC, per estradosso e intradosso coperture piane e inclinate, per cappotti interni ed esterni, per intercapedini, Classe 5 di reazione al fuoco (Euroclasse E) con o senza pellicola superficiale

Esecuzione di ciclo impermeabilizzante per copertura piana mediante formazione di membrana impermeabile a base di bitume ibrido HCB rinforzata con un'armatura composita di velo di vetro e poliestere impregnata con un coating acrilico ad elevata capacità riflettente, compresi risvolti sul perimetro, attorno da eventuali cupolini ed esalatori, i raccordi per gli angoli minori o uguali di 90° con apposito profilato di sezione triangolare e le sigillature puntuali di fori, raccordi, strisce, elementi e manufatti in materiali plastici, metallici o murari mediante adesivo poliuretano bi componente a bassa espansione.

Esecuzione di tutta la lattoneria perimetrale di finitura in alluminio dello spessore di 10/10 di mm con sviluppo 625 mm, inclusi tagli, sfridi, con giunzione dei pezzi mediante rivettatura e sigillatura con prodotti siliconici specifici in alluminio preverniciato colore testa di moro.

Realizzazione dei sottofondi interni a rasatura della distribuzione impianti (primo massetto, in calcestruzzo alleggerito) e del pavimento gradiente (secondo massetto, in premiscelato additivato).

Realizzazione degli intonaci a rasatura delle pareti (al civile, pronti per ricevere i rivestimenti in grès porcellanato antisdrucciolo).

Realizzazione dei controsoffitti in cartongesso eseguita con pannelli accoppiati doppia lastra, posati a secco o con idonea colla, compreso l'impiego di ogni elemento per il fissaggio e la finitura, oltre il calo ed il sollevamento in alto dei materiali, i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

3.2.3 finiture

Realizzazione dei pavimenti e dei rivestimenti interni in gres porcellanato antisdrucciolo posato a colla su sottofondo precostituito, compreso sigillature dei giunti, distanziatori (se necessari) e pulizia finale, secondo la UNI 11493:2013.

Realizzazione delle pareti divisorie interne con profili telescopici sia in verticale, che in orizzontale come battiscopa, in alluminio anodizzato lega T60/60 che consentono il posizionamento di pannelli in laminato plastico HPL di rivestimento perimetrale sp. 14 mm oltre al passaggio dell'aria per la ventilazione, il passaggio di tutta l'impiantistica sia idraulica che elettrica.

Fornitura e posa di serramenti esterni costruiti con profili estrusi di alluminio verniciato (tesata di moro) spessore 50 micron a taglio termico e giunto aperto completi di controtelaio metallico esclusa la posa dello stesso) guarnizioni in EPDM o Neoprene accessori come descritto nelle singole tipologie vetrocamera di sicurezza con un livello prestazionale non inferiore a:

- Termico: $U_w = 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Vetrocamera 44,2-16-33,1) ($U_g = 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$) ($U_f = 0,90 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Acustico: $R_w = 35 \text{ dB}$
- Sicurezza: 1B1 secondo EN12600

Fornitura e posa di porte antincendio REI costituite da: anta tamburata in lamiera di acciaio zincata spessore 8/10 verniciata RAL 7035, coibentata con lastre in silicato di calcio e materassino in lana di roccia ad alta densità per un spessore totale di 63 mm, telaio a Z in lamiera spessore 15/10 pressopiegato e verniciato a polvere polimerizzata grigio chiaro RAL 7032 con n. 8 zanche a murare, distanziale inferiore rimovibile dopo la posa, senza battuta inferiore, doppia maniglia antinfortunistica in resina nera con anima in acciaio completa di placche, serratura con foro predisposto per cilindro tipo Yale ed inserto falso cilindro in PVC con una chiave tipo patent, n. 3 cerniere in acciaio montate su cuscinetti a sfere reggispira e viti per la registrazione verticale di cui una con molla per l'autochiusura, rinforzi interni in lamiera per il montaggio di maniglione antipánico o di chiudiporta aereo, guarnizioni ignifughe termoespandenti inserite nel telaio, targhetta di contrassegno applicata in battuta dell'anta. Dato in opera completo di telaio, fissato alle murature con zanche in acciaio zincato, compreso le opere murarie e la registrazione dell'infilso.

Fornitura e posa di porte interne realizzate con imbotti in profili in lega di alluminio T60/60 anodizzato di colore argento, già assemblato, adattabile a qualsiasi spessore del muro con un minimo di 80 mm, completi di guarnizione in gomma morbida che funge da silenziatore e ammortizzatore. Tutti gli spigoli sono arrotondati per motivi di sicurezza; le parti piane hanno un'inclinazione di 45° per facilitare l'entrata con oggetti ingombranti. Le serrature sono del tipo di sicurezza e assemblate con placche a vista e maniglie antinfortunistiche in acciaio inox Aisi 304. Le cerniere sono regolabili realizzate sempre in alluminio anodizzato con sistema di auto accostamento della porta senza molle e realizzato in nylon caricato vetro.

Tinteggiatura finale con idropittura lavabile previa mano di fissativo: compreso idonea preparazione delle superfici da pitturare, l'eventuale protezione di altre opere finite, la rimozione e la pulitura di tutte le superfici eventualmente intaccate; compreso i ponti di servizio con altezza massima m 2,00 e/o trabattelli a norma, anche esterni, mobili o fissi, il tutto per dare il titolo compiuto e finito a regola d'arte.

3.2.4 *impianto elettrico e M*

Realizzazione dei pavimenti e dei rivestimenti interni in gres porcellanato antisdrucciolo posato a colla su sottofondo precostituito, compreso sigillature dei giunti, distanziatori (se necessari) e pulizia finale, secondo la UNI 11493:2013.

3.2.5 *impianti meccanici, idrico sanitari e CT*

Realizzazione dell'impianto di produzione acqua calda sanitaria e riscaldamento mediante installazione di Scaldabagno murale ecologico, a condensazione, a gas premiscelato, scambiatore primario a tubi d'acqua in acciaio inox al titanio a circolazione radiale variabile (C.R.V.) brevettato da 61kW con relativo accumulo di acqua calda sanitaria e riscaldamento, a basamento, con capacità 905 litri, in acciaio Fe360, trattato internamente con vetro -porcellanatura a forno DIN 4753, coibentato con 100 mm di fibra di poliestere (classe M1/B1), con due serpentine incorporate (uno posto nella parte inferiore del serbatoio, il secondo in quella superiore) ed esternamente rivestito con materassino in PVC colore bianco.

Installazione di tutti gli accessori di sicurezza, caricamento, circolazione, distribuzione, miscelazione dei fluidi ed evacuazione dei fumi.

Realizzazione del sistema di riscaldamento a bassa temperatura del settore destinato agli utenti, mediante pannello radiante a pavimento per edilizia civile idoneo al funzionamento con acqua calda a bassa temperatura, realizzato con: pannello isolante in polistirene di adeguata densità e comunque non inferiore a 25 kg/mc posato sulla soletta strutturale; striscia perimetrale di polistirene spessore minimo cm 1 e altezza minima cm 10; foglio di polietilene con funzione anticondensa o altro sistema equivalente; sistema per fissaggio del tubo costituito da rete metallica con relativi clips di ancoraggio o altro sistema equivalente; tubo in idoneo materiale plastico con barriera all'ossigeno suddiviso in circuiti di adeguato diametro e lunghezza; giunti di dilatazione da prevedere in funzione della dimensione massima dei pannelli radianti; additivo liquido per formazione del massetto (il massetto deve ricoprire la generatrice superiore dei tubi di uno spessore idoneo a garantire la resistenza meccanica necessaria e comunque non inferiore a 3,0 cm.

Realizzazione del sistema di riscaldamento ad alta temperatura del settore destinato al pubblico, mediante Ventilconvettori Carisma CRC, versione MV a soffitto con mobile di copertura dotati di mobile di copertura avente la sezione frontale in lamiera d'acciaio zincata a caldo e preverniciata, spalle laterali in materiale sintetico antiurto (ABS), griglia di mandata reversibile ad alette fisse in materiale sintetico, struttura interna portante in lamiera zincata, batteria/e di scambio termico con tubi in rame ed alette in alluminio, con attacchi diametro 1/2" gas femmina, Bacinella raccolta condensa in materiale plastico e gruppo elettroventilante di tipo monofase a 6 velocità.

Realizzazioni del sistema di VMC e ricambio d'aria ambiente con recupero di calore mediante installazione di recuperatore puntuale a funzionamento alternato (emissione/espulsione) che consente la ventilazione di una singola stanza senza canalizzazioni, efficienza di recupero fino al 97%, portata 25÷50 mc/h.

Realizzazione del sistema di condizionamento dell'acqua mediante installazione di:

A. addolcitore a rigenerazione statica e proporzionale e con auto disinfezione.

- B. Unità di trattamento automatizzato preventivo anti-legionella per piccole/medie installazioni. appositamente studiato per il dosaggio di prodotto sanizzante e di prodotto anticorrosivo su reintegro bollitori "ACS"

Realizzazione dell'impianto idrico sanitario e di distribuzione dell' ACS composto da rete di distribuzione in tubo di polipropilene saldabile PN 20 o multistrato di pari caratteristiche, nei diametri e con gli isolamenti di progetto, accessori, valvolame, staffeggi e quant'altro necessario per il collegamento ed il corretto funzionamento dei sanitari, questi compresi.

Tutte le apparecchiature (lavabi normali e per disabili, vasi normali e per disabili, sistemi doccia, erogatori...) dovranno essere conformi alla campionatura presentata ed approvata dalla Direzione Lavori e dovranno essere poste in opera complete di tutti gli accessori richiesti per il loro perfetto funzionamento. Gli apparecchi in porcellana dura (Vitreus China) o in acciaio inox dovranno essere muniti di attestati delle ditte produttrici, da presentare unitamente alla campionatura, sulla qualità e sulle caratteristiche tecniche del prodotto. Prezzi comprensivi di ponti di servizio e/o trabattelli a norma con altezza massima m 2,00 , anche esterni, mobili o fissi e ogni altro onere e magistero per dare il lavoro finito a regola d'arte.

Sono previsti erogatori manuali per le postazioni disabili, automatici a tempo per quelle dei normo dotati.

Formazione di rete di raccolta delle acque usate e loro collettamento (previa interposizione di fossa imhoff) tramite tubazioni in polietilene ad alta densità PEHD nei diametri previsti dal progetto, compresi, sfridi, pezzi speciali, pilette, griglie, sigillature, rinfianchi, pozzetti e quant'altro necessario a dare l'opera finita a regola d'arte.

3.2.6 impianto solare termico

Realizzazione di impianto di preriscaldamento solare dell'impianto di produzione ACS+R mediante:

- C. Set di 10 Collettori solari termici verticali piani, superficie assorbente 2,015 m² Assorbitore dotato di rivestimento "Sun select", in rame, saldobrasato a 270°C al collettore;
- D. Serbatoio multifunzione a sviluppo verticale, per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria, a basamento, con capacità di 905 litri, in acciaio Fe 360, trattato internamente con vetro-porcellanatura a forno DIN 4753, coibentato con 100mm di fibra di poliestere (classe M1/B1), con due serpentini incorporati (uno posto nella parte inferiore del serbatoio, il secondo in quella superiore) ed esternamente rivestito con materassino in PVC colore bianco;
- E. centralina elettronica solare, pompa inverter, valvola sicurezza (6bar), valvola chiusura, termometro mandata, valvola non ritorno, rubinetti carica, flussimetro, raccordi 3/4", attacco vaso esp., coibentazione poliuretano, sonda boiler, sonda pannello solare;

e tutti gli accessori di sicurezza, caricamento, circolazione, distribuzione, miscelazione dei fluidi

3.2.7 impianto solare fotovoltaico

impianto fotovoltaico da 5,2 kWp circa, installato sulla copertura piana del blocco servizi mediante appositi telai in alluminio o acciaio inox, compresa la fornitura e posa di

- F. pannelli fotovoltaici in silicio poli cristallino con le seguenti caratteristiche: potenza singolo pannello 325 Wp (tolleranza solo positiva 0/+5 W indicativamente), lunghezza 1.650 mm, larghezza 990 mm; spessore modulo 43 mm; spessore vetro 4 mm e peso 22 kg circa; carico massimo superficiale 540 kg/mq.

Dimensioni mm 156 x 156, numero celle per stringhe 10 x 6; vetro frontale basso contenuto di ferro, temprato, prismatico; incapsulante E.V.A. (Etil Vinil Acetato) e protezione posteriore PVF/PET/PVF o PET/PET, cornice estruso in alluminio anodizzato. Classe antincendio C con intervallo di temperatura da -40°C a +85°C, resistenza impatto alla grandine diametro 25 mm a 83 km/h e potenza del modulo garantita non inferiore al 90% fino a 10 anni e all'80% fino a 25 anni. Garanzia del produttore 10 anni da difetti di fabbricazione e garanzia di n° 2 anni sull'intero impianto dalla data del collaudo.

- G. inverter per connessione a rete trifase con la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternativa; compresi accessori di collegamento all'impianto.
- H. impianto elettrico a norma L. 46/90 e DK5940, qui compreso cavi FG7, quadri di campo per esterni, tubazioni e canaline, quadri di sezionamento, interruttori automatici.
- I. cavi fotovoltaici unipolari con appositi connettori stagni dimensionati. Quadri di parallelo. Collegamenti in parallelo delle stringhe di pannelli fotovoltaici. Sezionamento di ciascuna stringa (morsetti sezionabili) e dell'uscita grado di protezione IP-54.

3.2.8 impianto RAI manuale

Installazione di impianto di allarme sonoro e luminoso di incendio, composto da pulsanti di attivazione manuale di tipo "B" (pulsante in cassetta protetta), segnalatori luminosi mono/bifacciali con pittogramma "Allarme Incendio" e relativi segnalatori acustici di allarme incendio, cavetterie, accessori e manodopera.

3.2.9 arredi sportivi

Fornitura ed installazione di:

- A. Panca per spogliatoi realizzata con profili in alluminio anodizzato lega T6060 con forma arrotondata e dimensioni orientative mm 60 x 35 circa. I giunti sono realizzati in materiale plastico rinforzati con anima in acciaio le quali devono contenere i giunti per il fissaggio delle doghe. I piani di seduta, gli schienali e i porta borse possono essere realizzati 1) in doghe di alluminio anodizzato lega T6060 rivestiti con laminato plastico sp. 2 mm dello stesso colore dell'arredamento e appendini devono avere la sede della doga per evitare che vengano svitati ed asportati.;
- B. Armadi guardaroba in laminato plastico (HPL di produzione europea), assemblati a mezzo di profili in alluminio anodizzato i quali dovranno essere sede per le cerniere delle porte, porta ripiani, guarnizioni di battuta delle porte, serrature porta lucchetti, piedini regolabili, fianchi e schienali. Le cerniere devono essere a tutta porta e realizzate sempre in alluminio anodizzato con apertura di almeno 110/120° per consentire un facile accesso all'armadietto ed evitare forzatura con possibili cedimenti della stessa, le cerniere sono complete di cuscinetti in materiale plastico e guarnizione antirumore in gomma. I ripiani sono supportati da portaripiani regolabili in caso di bisogno, ma non devono essere asportabili per evitare furti e atti di vandalismo, sono realizzati in alluminio e inseriti in apposite sedi dei profili di assemblaggio. Guarnizioni di battuta delle porte sono in gomma morbida, posizionate all'interno dei profili, non sono asportabili, coprono tutta la lunghezza della porta e una forma circolare per non essere strappata. Le serrature del tipo lucchettabile, realizzate in acciaio inox di forma circolare, regolabili ma non asportabili, inserite all'interno dei profili di alluminio. I piedini sono regolabili e realizzati in acciaio e ricoperto in nylon
- C. Kit arredo infermeria composto da:
 - Lettino da visita a 1 snodo, telaio in tubo verniciato, imbottitura in heliocell 4 cm rivestita in skay grigio
 - Paravento a tre ante, telaio alluminio, tele lavabili

- Sgabello a vite con sedile imbottito colore grigio e base a 5 razze in plastica senza ruote h 49/61 cm.
- Scrivania a 2 cassetti laterali con serratura del cassetto superiore, telaio in tubo verniciato con ripiano in nobilitato
- Carrello porta ferri per corsia a 2 piani in nobilitato con ringhierine di contenimento, telaio in tubo tondo di itallumag, con ruote piroettanti d.60
- Vetrina in lamiera verniciata a 1 anta in vetro, laterali in lamiera e ripiani in acciaio inox regolabili

3.3 OPERE RELATIVE ALLA SISTEMAZIONE DEGLI ESTERNI E DEGLI ALLACCI

3.3.1 *marciapiedi perimetrali e sistemazioni esterne*

Formazione dei marciapiedi attorno al nuovo edificio e di collegamento con la scuola, mediante fornitura in opera di cordoli lungo il perimetro esterno del camminamento pedonale in conglomerato cementizio vibrocompresso sezione 12/15x25 cm, con sottofondo e rinfranchi di calcestruzzo, compreso le sigillature. E successiva fornitura e posa in opera di pavimentazione in masselli autobloccanti per il camminamento esterno, massello di dimensioni 20x10 cm di spessore cm 6 di colore grigio in calcestruzzo vibrocompresso posati su letto di sabbia di spessore 3-4 cm, battuti e sigillati con sabbia fine.

Formazione del nuovo impianto di illuminazione esterna, con la posa (su idonei plinti) di lampioni di arredo urbano a tecnologia LED lungo il percorso che collega la palestra alla scuola, comprensivi delle opere edili ed elettriche necessarie a dare l'impianto finito e correttamente funzionante.

Sistemazione del terreno attorno al sedime di costruzione, con ripristino delle perdenze e raccordo tra il giardino esistente ed i nuovi marciapiedi.

Formazione dei nuovi accessi carrai, con modifica della recinzione (muretto e manufatti metallici) esistenti, installazione di 2 nuovi cancelli (1 carraio ed 1 pedonale) conformi alle norme e ai requisiti di sicurezza della UNI EN 13200-3, del DM 6 giugno 2005 (Decreto Pisanu), dell'art. 6 bis DM 18 marzo 1996 e marcati CE secondo la UNI EN 13241.

3.3.2 *allacci e sottoservizi*

Realizzazione di tutti gli allacci:

- A. Impianto alimentazione gas metano
- B. Impianto alimentazione elettrica
- C. Impianto smaltimento acque N+B
- D. Impianto adduzione AF

dal vano tecnico del blocco servizi sino alle utenze generali posizionate in apposita nicchia (o pozzetto) in fregio a via Padre Checchi, comprensivi di:

- Tagli su strada e terra
- Scavi in sezione
- Posa condutture
- Posa cavidotti e cavi
- Rinfilo e ricoprimento con materiale anidro
- Rinterro
- Ripristino della sede
- Collegamento allo stacco utenza predisposto dall'Ente Gestore

e quant'altro necessario a dare le utenze finte e correttamente funzionanti.

4.

RELAZIONI SPECIALISTICHE

4.1 modifiche ed integrazioni al progetto preliminare

Il progetto preliminare che ha originato la procedura per la realizzazione della palestra scolastica era frutto di precedente e diverse valutazioni e pertanto si può ritenere di fatto superato.

Il nuovo progetto definitivo, pur partendo da assunti simili, rivede la sala sportiva ridimensionandola e rendendola più adatta all'utilizzo scolastico, senza scurare un impiego sportivo "allargato" ma semplificato e più sostenibile dal punto di vista dei flussi finanziari.

Il blocco servizi ora è conforme anche alle indicazioni del Regolamento CONI 1.379/2008 e consente l'impiego della struttura come "impianto di esercizio".

Nel progetto definitivo infine sono approfonditi, sviluppati e dettagliati aspetti compositivi, distributivi, strutturali e impiantistici inizialmente solo accennati.

4.2 relazione geologica, idrologica e geotecnica

Gli aspetti idro-geologici del progetto sono stati indagati in maniera specifica, con il supporto degli strumenti di pianificazione comunale e regionale, delle indagini geognostiche commissionate ad hoc dalla Città Metropolitana di Firenze ad una ditta del posto e le rielaborazioni degli scriventi e del loro laboratorio geotecnico.

4.2.1 ubicazione dell'area oggetto dell'intervento

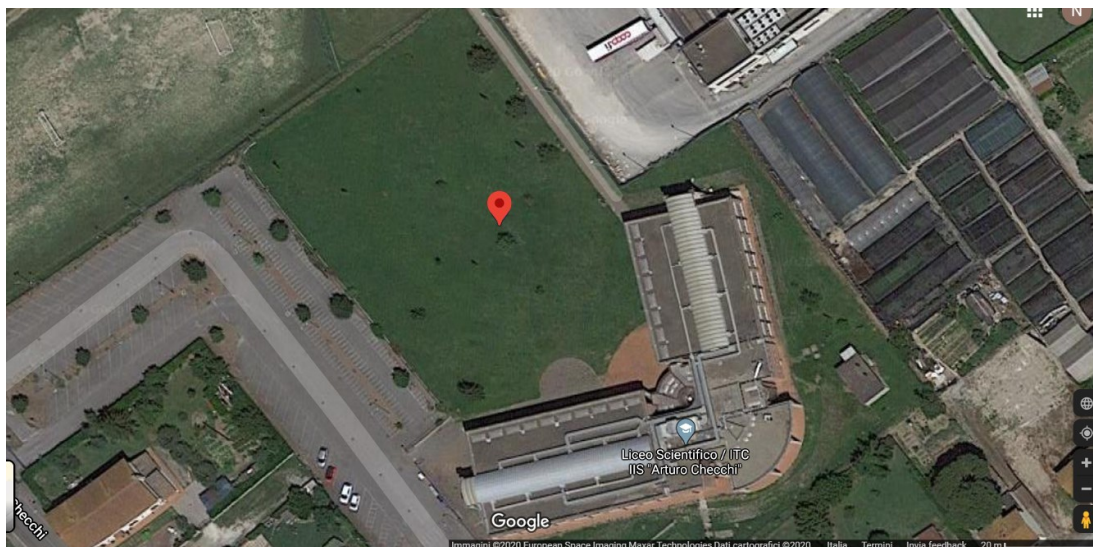


Figura 1 - Ubicazione del sito su foto aerea

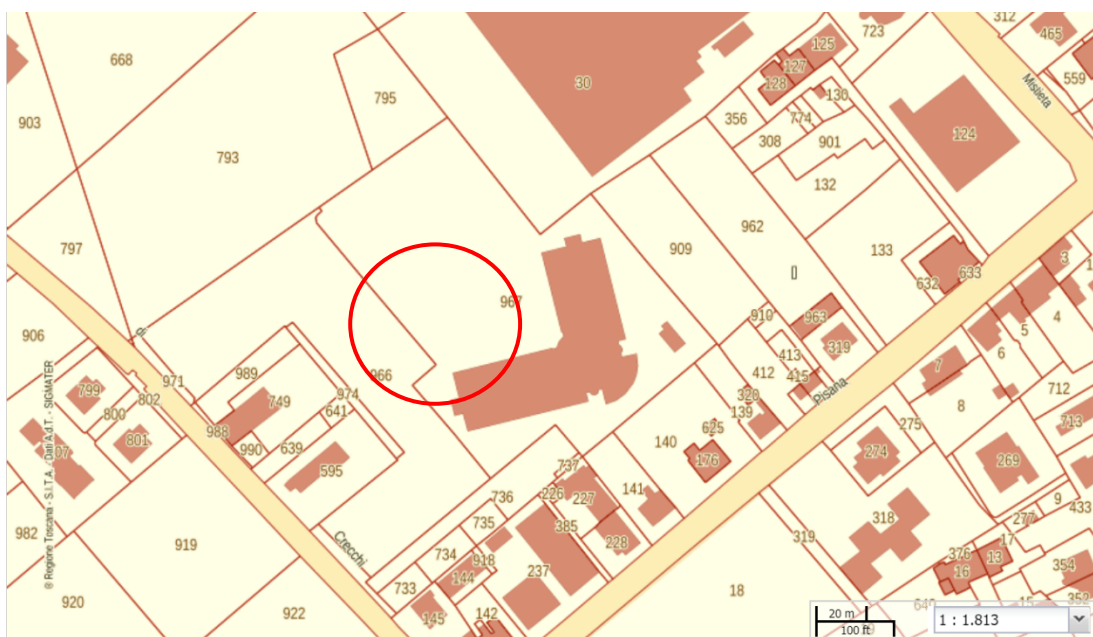


Figura 2 - Ubicazione del sito su mappa catastale (fonte: www.regione.toscana.it/geoscopio)

4.2.2 classificazione dell'area in termini di pericolosità e fattibilità

Nel presente capitolo si procede alla classificazione dell'area sulla base del Regolamento Urbanistico comunale, ai sensi del D.P.G.R. 53/R-2001 del 25 Ottobre 2011.

Nello specifico si fa riferimento alla seguente documentazione:

- Delibera del Consiglio Comunale n.23 del 15 aprile 2009, Piano Strutturale (di seguito PS).
- Regolamento Urbanistico approvato con Delibera del Consiglio Comunale n.22 del 14 maggio 2015, questa Amministrazione ha approvato il Regolamento Urbanistico (di seguito RU).
- I° Variante al Regolamento Urbanistico approvata con Delibera del Consiglio Comunale n.4 del 7 febbraio 2018 (di seguito RUvr1).
- II° Variante al Regolamento Urbanistico approvata con Delibera di Consiglio Comunale n.61 del 04/11/2019 (di seguito RUvr2).

Il sito in esame non ricade negli ambiti di trasformazione analizzati nel dettaglio nelle varianti n. I e n. II al regolamento urbanistico comunale.

Si farà pertanto riferimento alla fattibilità generale definita dal Regolamento Urbanistico del 2015. Adottando il criterio di vicinarietà con l'ambito PA23, si procede anche all'analisi della fattibilità individuata dalla II Variante al Regolamento Urbanistico in quanto ritenuta rappresentativa anche per il sito in esame.

La Carta della Vulnerabilità geologica (PS) indica che l'area in studio appartiene alla Classe di vulnerabilità V2. L'infiltrazione superficiale origina un acquifero diffuso; ha una vulnerabilità potenziale media per contaminazione di origine agricola e insediativa (scarichi non depurati, pozzi non a norma). La permeabilità è media ma variabile con la litologia; in affioramento sono presenti ghiaie e sabbia in abbondante matrice fine e, dalla profondità di 30m, si rinvencono argille con lenti di ghiaia.

Il sito non è interessato da aree di salvaguardia delle opere di captazione ad uso acquedottistico ideopotabile.

La Carta della Pericolosità Geologica allegata al regolamento 2015 colloca l'area in esame all'interno della Classe di Pericolosità "G.2 Pericolosità Geologica Media" quindi con bassa propensione al dissesto; non sono presenti criticità legate ad aree potenzialmente franose ai sensi del P.A.I. Bacino Arno.

La Carta della Pericolosità Idraulica evidenzia che l'area di interesse è contenuta nella classe di pericolosità idraulica I2, Tr 500 anni, all'interno della cella di esondazione VI-009.

In riferimento al PA23 attiguo, la Carta della fattibilità Geologica mostra che, per quanto attiene agli aspetti idraulici e geologici, siamo nell'ambito della classe F2, quindi aree con "Fattibilità con normali vincoli" in riferimento alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo dell'attività edilizia. In relazione agli aspetti sismici del sito siamo nell'ambito F3, quindi "Fattibilità condizionata" in riferimento alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario definire la tipologia degli approfondimenti di indagine da svolgersi in sede di predisposizione dei piani complessi di intervento o dei piani attuativi o, in loro assenza, in sede di predisposizione dei progetti edilizi.

Nella figura seguente si riepilogano le condizioni di fattibilità geologica caratterizzanti l'area.

Aspetti Geologici: F2- G2 fattibilità geologica media

G2DPGR 53/R – Pericolosità media: il DPGR 53/R classifica all'interno della classe G2 le "aree in cui sono presenti fenomeni inattivi e stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto; corpi detritici su versanti con pendenze inferiori al 25%". In quest'area sono state quindi inserite le porzioni di versante non ricadenti in classi di pericolosità superiori, le aree alluvionali di fondovalle esterne al padule, i fondovalle dei Rii minori che attraversano le colline delle Cerbaie ed i rilevati, ove risulta una bassa propensione al dissesto.

Aspetti idraulici: F2 – I.2 pericolosità idraulica media

Tempi di ricorrenza	D.P.G.R.53/r	PGRA
TR ≤ 30 anni.	Pericolosità idraulica molto elevata (I.4)	Pericolosità da alluvione elevata (P3)
30 < TR ≤ 200 anni	Pericolosità idraulica elevata (I.3)	Pericolosità da alluvione media (P2)
200 < TR ≤ 500 anni	Pericolosità idraulica media (I.2)	Pericolosità da alluvione bassa (P1)
500 anni < TR	Pericolosità idraulica bassa (I.1)	Non definita al di fuori del contesto di fondovalle

Classe F2 - Fattibilità con normali vincoli

- Si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.
- Il progetto deve basarsi su un'apposita indagine geognostica e/o idrologico-idraulica mirata a verificare a livello locale quanto indicato negli studi condotti a supporto dello strumento urbanistico vigente al fine di non modificare negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici presenti nell'area nonché il funzionamento del sistema di scolo locale.
- Nelle aree della pianura classificate a pericolosità I2 (Tr compreso tra 200 e 500 anni), per perseguire un maggiore livello di sicurezza idraulica sarà necessario sopraelevare il piano di calpestio dei fabbricati fino ad ottenere un franco di sicurezza di 30 cm rispetto al battente atteso nelle aree attigue, per episodi con TR=200 anni. Le soluzioni adottate per la compensazione dei volumi d'acqua spostati dovranno invece attenersi al solo battente TR=200 anni. Se la quota altimetrica dell'area di intervento è già superiore al battente così definito (battente Tr200 + 30 cm), non sarà necessario alcun intervento di messa in sicurezza.

Aspetti sismici: F3: S3 Pericolosità sismica elevata

La Pericolosità sismica elevata (S3) è stata attribuita alle zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che pertanto potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni potenzialmente suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone alluvionali che, nell'ambito della campagna tromometrica, hanno restituito picchi di ampiezza superiore a 3 nel rapporto H/V.

Ricadono all'interno di questa classe alcune aree collinari interessate da fenomeni gravitativi quiescenti (microzona "FRb") e potenzialmente soggetti ad amplificazione topografica, i terreni colluviali, il padule di Fucecchio (microzona "CD") e la fascia di terreni alluvionali che va da San Pierino a Ponte a Cappiano (microzona "L" e microzona "amplificazione stratigrafica").

Figura 3 – Riepilogo limitazioni geologiche

In ottemperanza alle NdA si è proceduto all'esecuzione di un'indagine geognostica e sismica sito specifica. Per ulteriori approfondimenti si rimanda al capitolo dedicato.

Di seguito si riportano alcuni estratti della documentazione consultata.

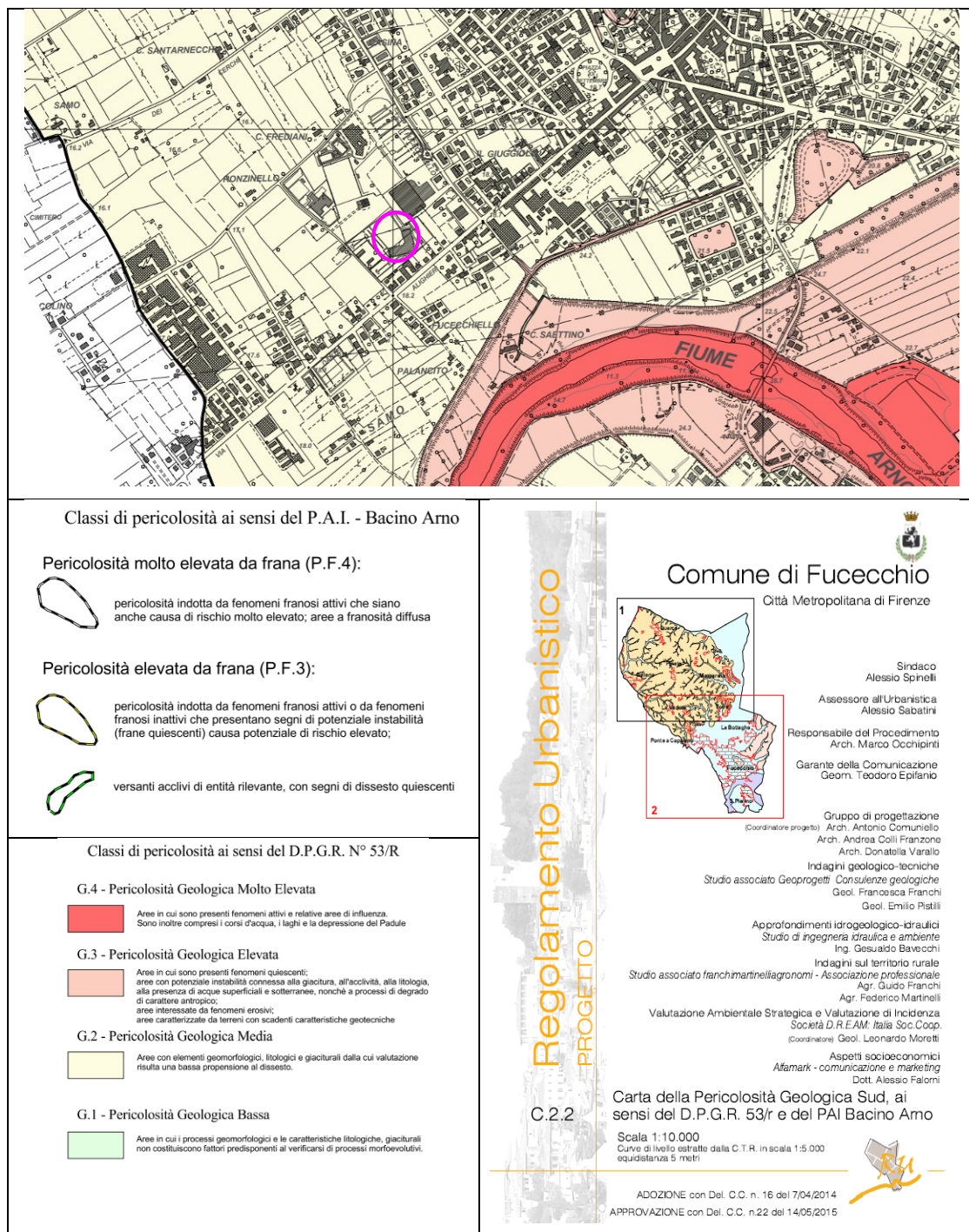


Figura 4 - Carta della Pericolosità Geologica Sud ai sensi del D.P.G.R. 53/r e del PAI Bacino Arno

(Comune di Fucecchio, RU)

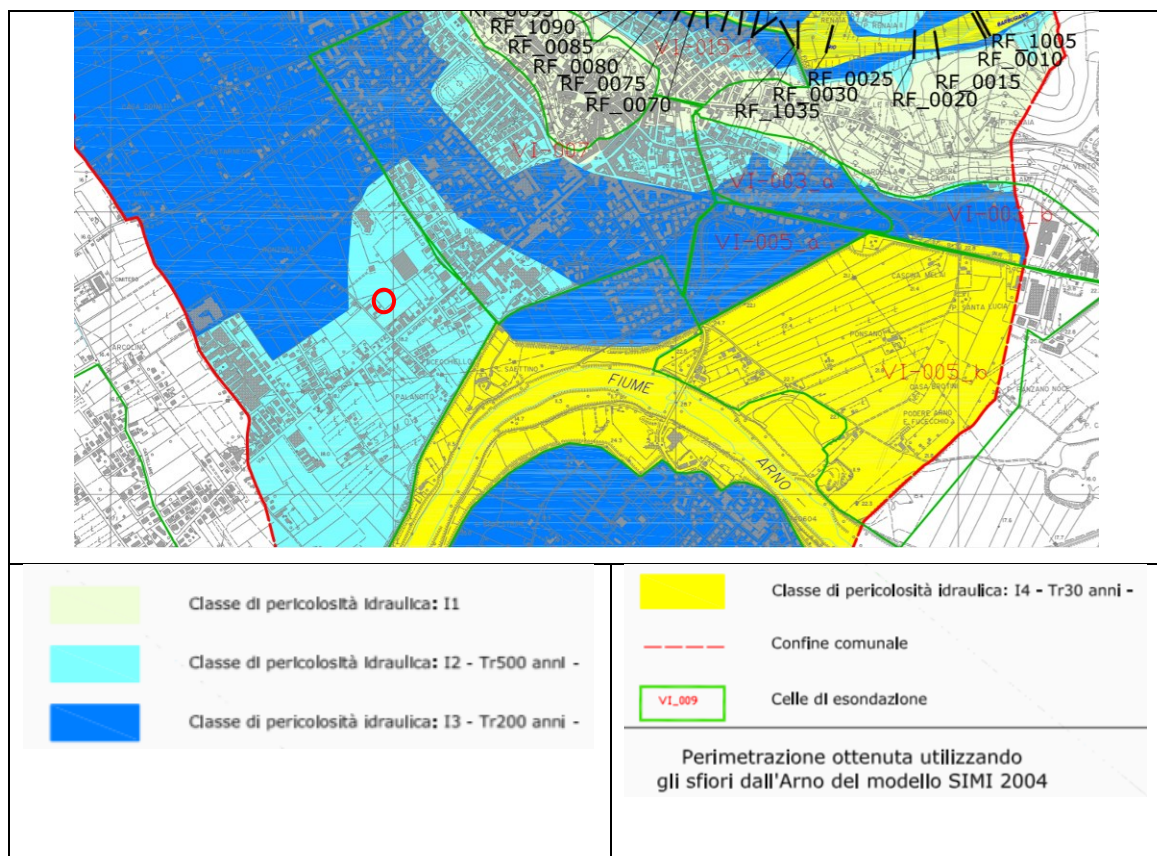


Figura 5 - Carta della Pericolosità Idraulica ai sensi del D.P.G.R. 53/r (Comune di Fucecchio, RU, Aprile 2014)

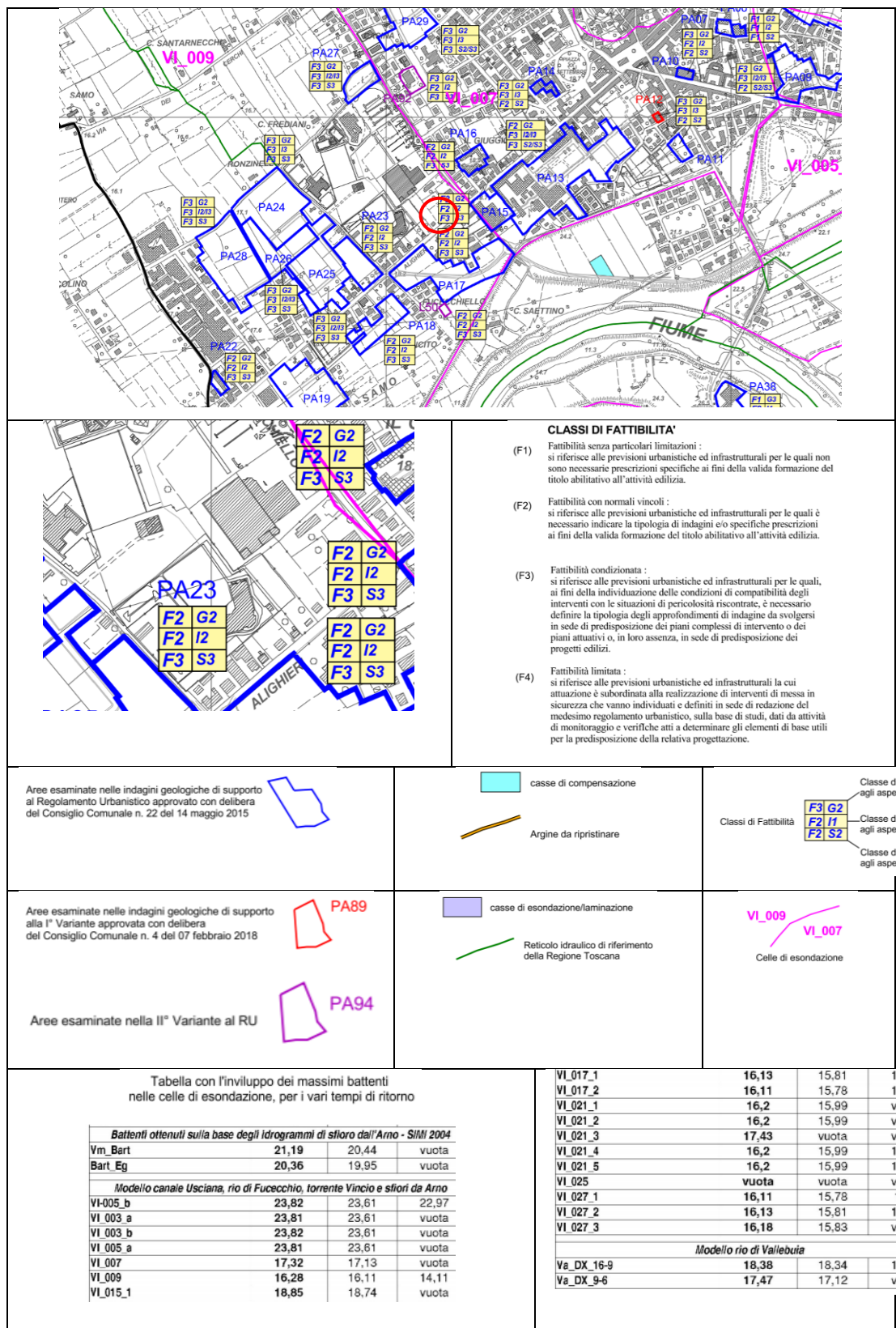


Figura 6 - Carta della Fattibilità Geologica Sud ai sensi del D.P.G.R. 53/r

(Comune di Fucecchio, II variante al RU, Marzo 2019)

4.2.3 aspetti geologici E geomorfologici

Il territorio comunale di Fucecchio, dal punto di vista morfologico, è caratterizzato da quattro diversi ambiti:

- la pianura alluvionale del Fiume Arno;
- il paesaggio palustre del Padule di Fucecchio;
- il paesaggio collinare delle Cerbaie;
- il paesaggio collinare della collina di Montellori.

Il sito in esame si colloca sulla pianura alluvionale dell'Arno, in destra orografica dell'ansa di C. Saettino.

La Pianura alluvionale del Fiume Arno, occupa la porzione meridionale del territorio comunale ed ospita la maggior parte degli insediamenti antropici. Dal punto di vista idrologico, rappresenta un fondovalle con morfologia senile, largamente sovralluvionato.

Sono presenti depositi quaternari rappresentati da alluvioni recenti (Olocene) costituite da sedimenti a granulometria fine tipici di ambiente fluviale, prevalentemente limoso-sabbiosi nei primi 10-15m da p.c.

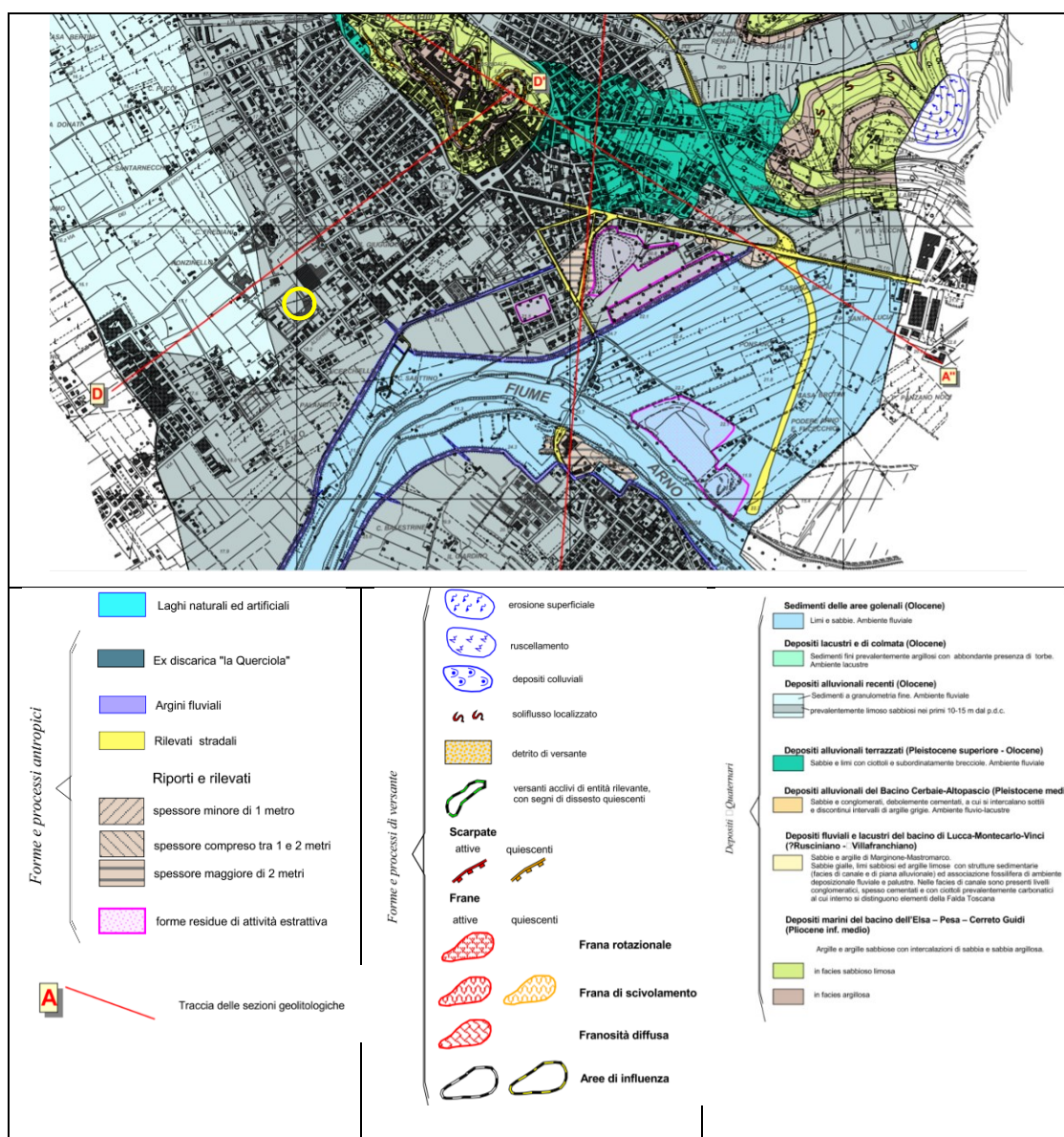


Figura 7 - Carta Geologica e Geomorfologica Sud (Comune di Fucecchio, RU, Aprile 2014)

Di seguito si riporta una breve descrizione dei depositi caratterizzanti l'area oggetto d'intervento.

Depositi alluvionali recenti prevalentemente limoso sabbiosi (Olocene)

si tratta di sedimenti a prevalenza limosa e sabbiosa, in rapporto variabile, depositati nei fondovalle dei Rii che incidono i rilievi collinari ed in parte della pianura alluvionale del Fiume Arno. Basandosi sui dati geognostici della banca dati, abbiamo inoltre individuato le zone nelle quali i terreni hanno una marcata componente granulare nei primi 15m dal p.c.. Tale area è stata perimetrata nella carta MOPS (tavola come potenzialmente suscettibile di liquefazione).

Depositi alluvionali recenti prevalentemente argilloso limosi (Olocene)

si tratta di sedimenti prevalentemente fini con limi e argille in rapporto variabile, e subordinatamente sabbie, depositati dal Fiume Arno; anche in questo caso la loro estensione in pianta è stata determinata mediante l'analisi delle indagini geognostiche a disposizione.

L'indagine geognostica eseguita (carotaggio), ha confermato la presenza dell'orizzonte limoso- sabbioso fino a 15 metri. Per ulteriori informazioni si rimanda al capitolo dedicato alle indagini geognostiche.

In prossimità dell'area in esame passa la sezione geolitologica D- D' così descritta nella relazione geologica a supporto della II variante al RU.

La sezione D – D' è orientata SW-NE e corre parallelamente alla Via Dante Alighieri, dalla zona industriale al centro di Fucecchio, per una lunghezza totale di 1.800m.

Il versante sud-occidentale del rilievo collinare che ospita il centro storico di Fucecchio è piuttosto acclive in ragione probabilmente dell'azione erosiva operata al piede dalle fluttuazioni dei meandri dell'Arno. In ragione di ciò il contatto alluvioni/collina assume elevata inclinazione anche nei primi metri al di sotto del piano campagna attuale. La base dell'Olocene è stata ipotizzata nel fondovalle occidentale di Fucecchio a circa -10 / -15m dal p.c. in ragione della presenza di un livello organico piuttosto continuo (indagini n. 90 e 187223 fascicolo A4.4.1) situato a questa profondità, e posto al di sopra di sabbie o argille compatte aventi valori di Vs superiori a 300m/s (indagini sismiche n. S13, S17, S19, S11). Il contatto alluvioni antiche/contesto collinare pliocenico ha ovviamente un grado di incertezza ancora maggiore in ragione delle poche indagini profonde e della loro scarsa qualità; è stato ipotizzato a circa 60-80m di profondità, al di sopra di un orizzonte ghiaioso che sembra essere piuttosto continuo.

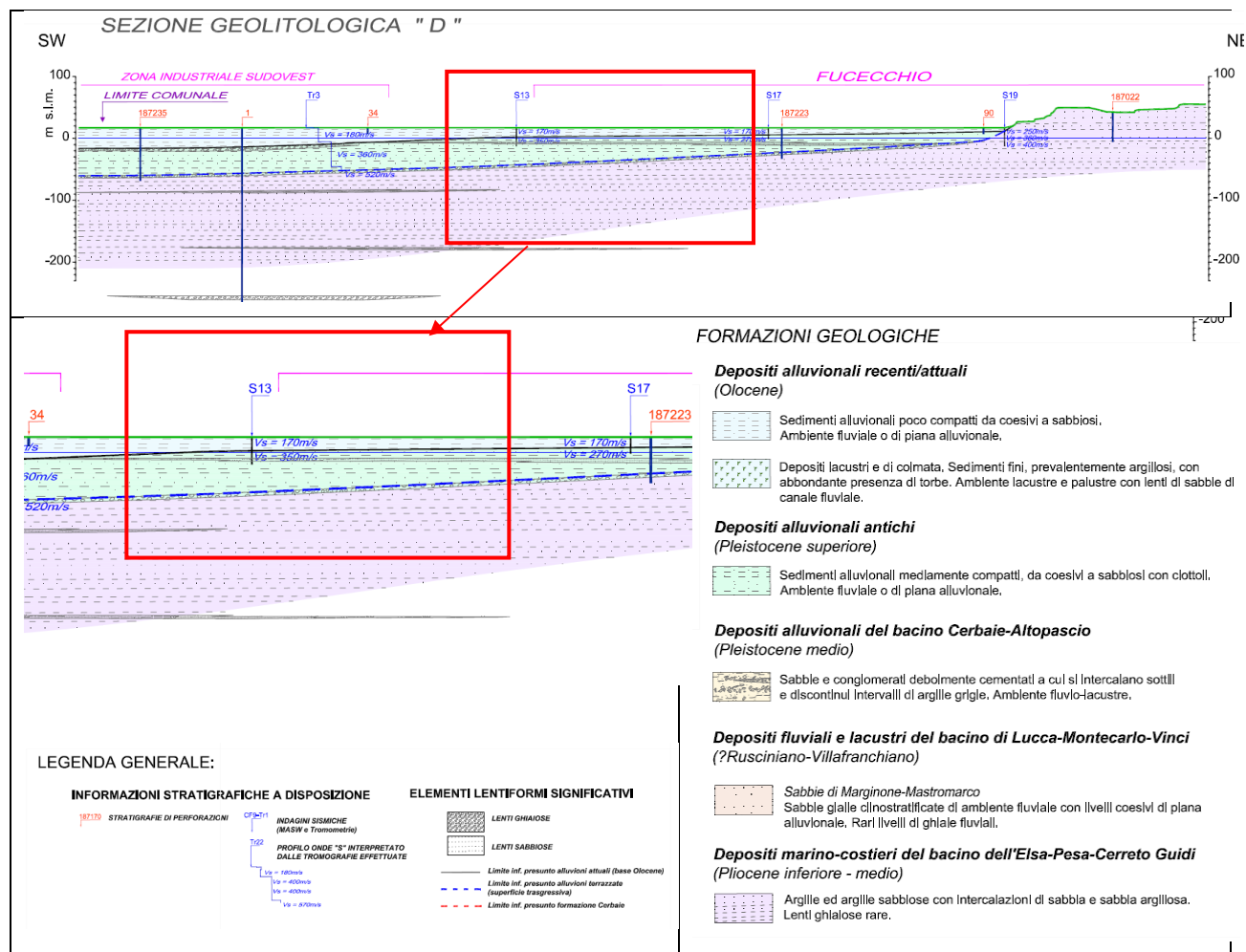
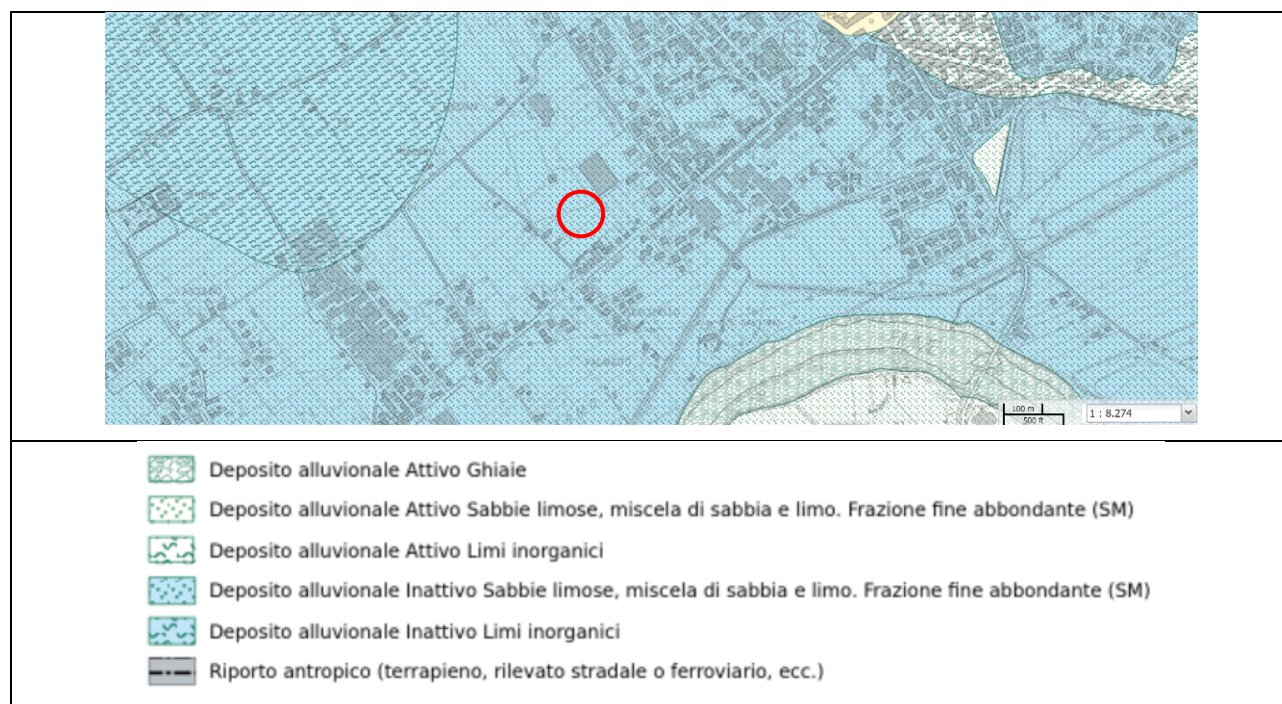


Figura 8 – Sezione geolitologica D-D' (Comune di Fucecchio, RU, Aprile 2014)

Figura 9 - Ubicazione del sito su mappa geologica con i depositi superficiali (fonte: www.regione.toscana.it/geoscopia/geologia)

La Carta delle Pendenze evidenzia che la pendenza del piano campagna nell'area in oggetto è nel range 1÷5% con una quota del p.c. in corrispondenza del sito pari a 18,4-18,6 m slm.

Dal punto di vista idrologico rappresenta un fondovalle con morfologia senile, largamente sovralluvionato.

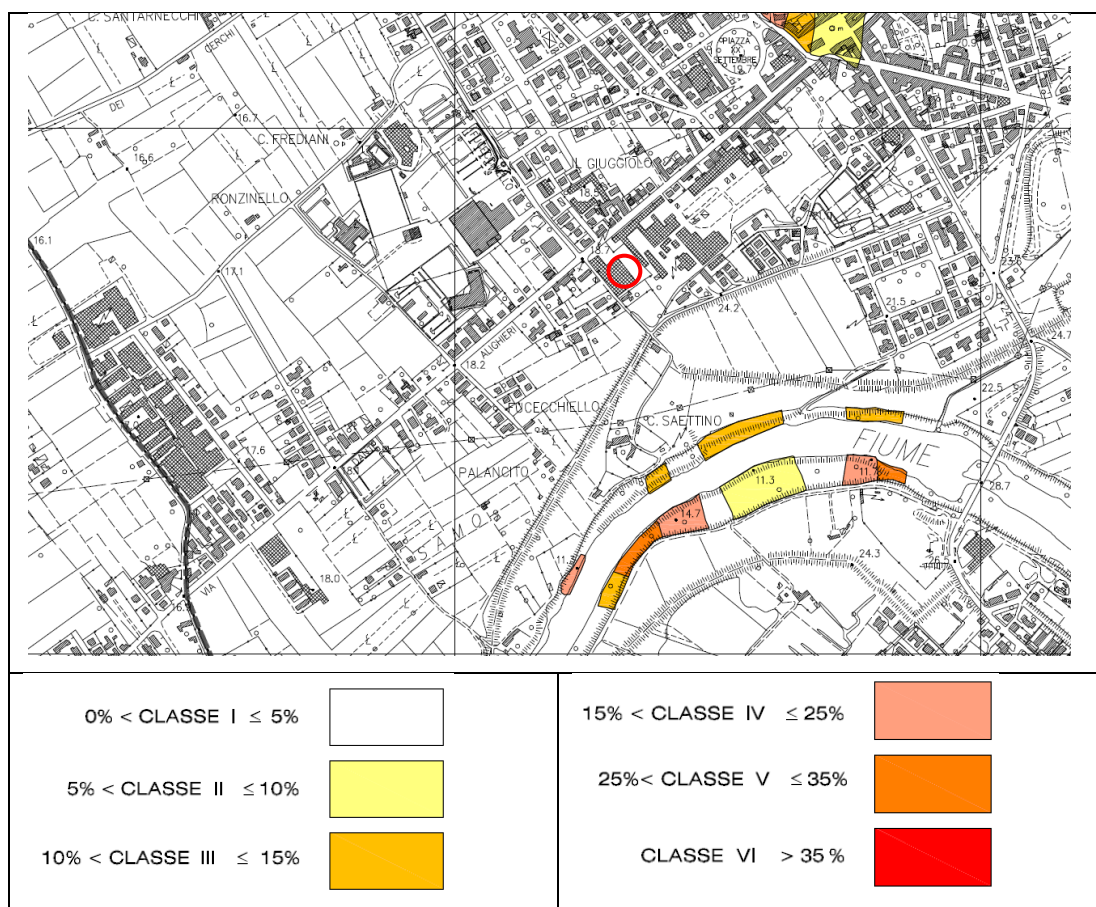


Figura 10 - Carta delle Pendenze (Comune di Fucecchio, Piano Strutturale, Aprile 2009)

I dati disponibili non mostrano la presenza di fenomeni morfogenetici attivi gravanti sul sito in oggetto.

4.2.4 idrografia e idrogeologia

L'elemento idrografico caratterizzante l'area è il Fiume Arno, che scorre circa 550 m a sud del sito. L'area è inoltre caratterizzata da una fitta rete di canali e scoline asserviti al reticolo agricolo. A seguito degli interventi edificatori sull'intorno il microreticolo irriguo è oggetto di continua trasformazione.

La Carta dell'Idrologia superficiale evidenzia la presenza del microreticolo agricolo (scolina, canaletta irrigua), l'area di interesse è esterna al perimetro delle aree sensibili (art. 3 PTCP Firenze).

Per quanto riguarda la rete idrografica non si rilevano corsi d'acqua in prossimità o interferenti con il sito in questione.

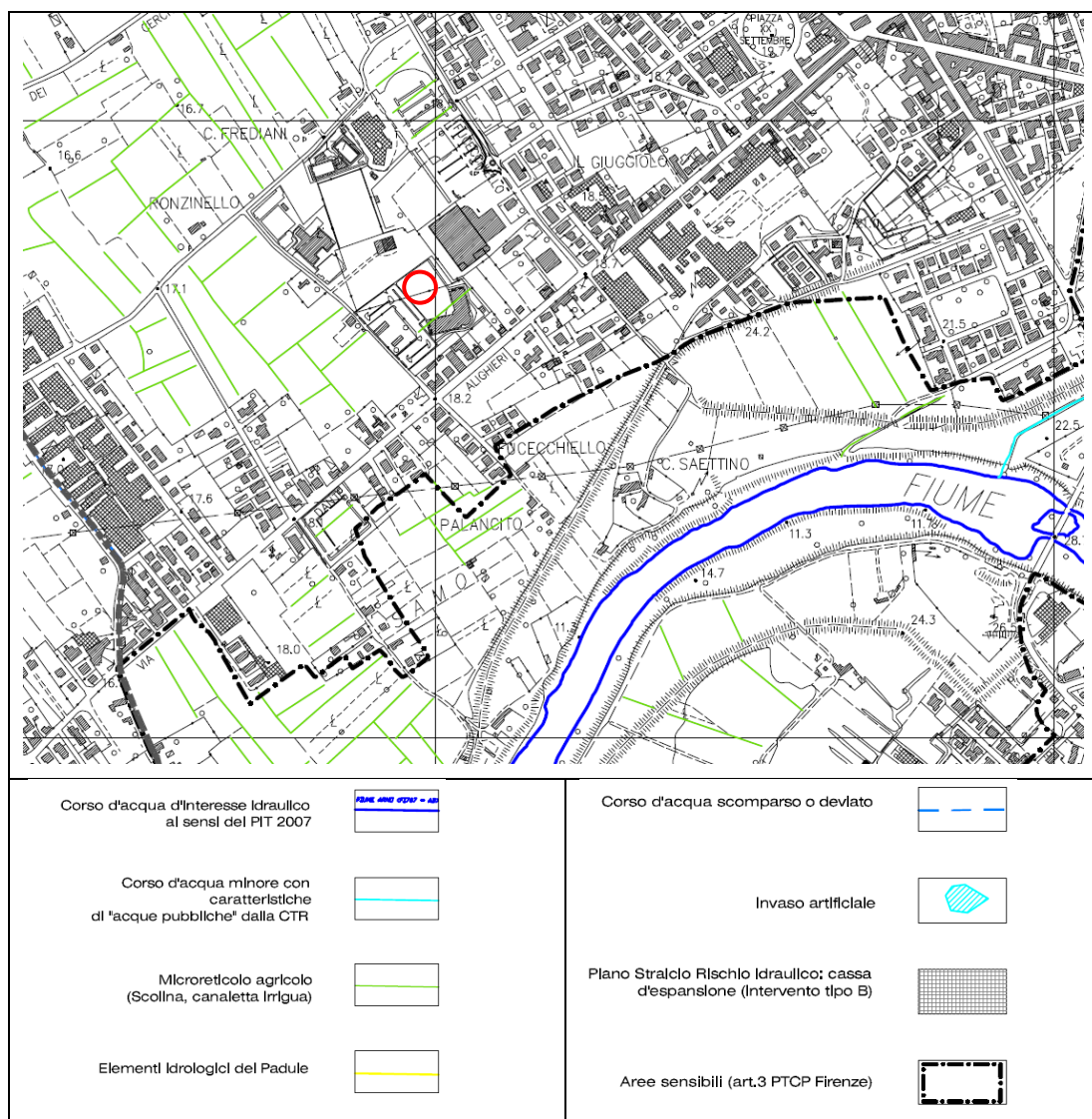


Figura 11 - Carta dell'Idrologia Superficiale
(Comune di Fucecchio, Piano Strutturale, Aprile 2009)

La Carta degli eventi storici di esondazione colloca l'area in esame all'interno delle aree pianeggianti non colpite da eventi storici di esondazione pur essendo a 100m circa da confine con l'area colpita dall'esondazione dell'Arno nel 1966 a causa della rotta di Ponticelli che raggiunse un battente d'acqua di 17,8 m slm e una quota assoluta di 0,5m.

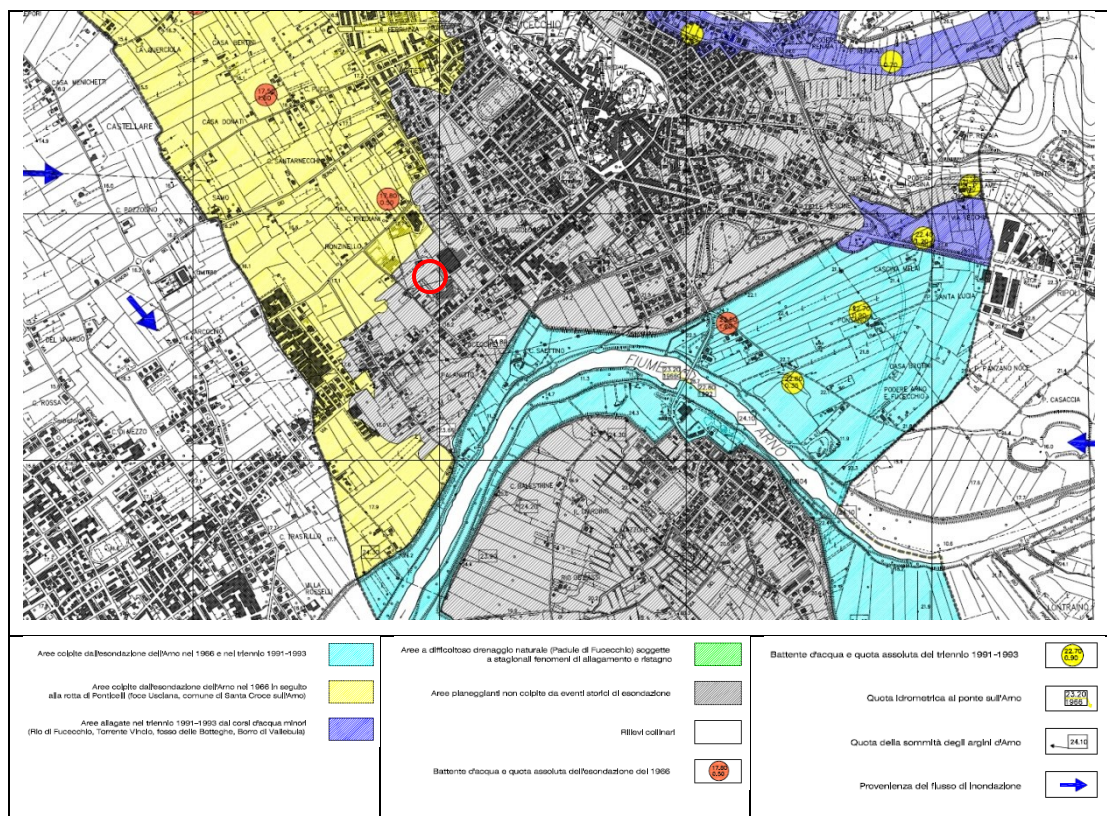


Figura 12 - Carta degli Eventi Storici di Esondazione
(Comune di Fucecchio, Piano Strutturale, Aprile 2009)

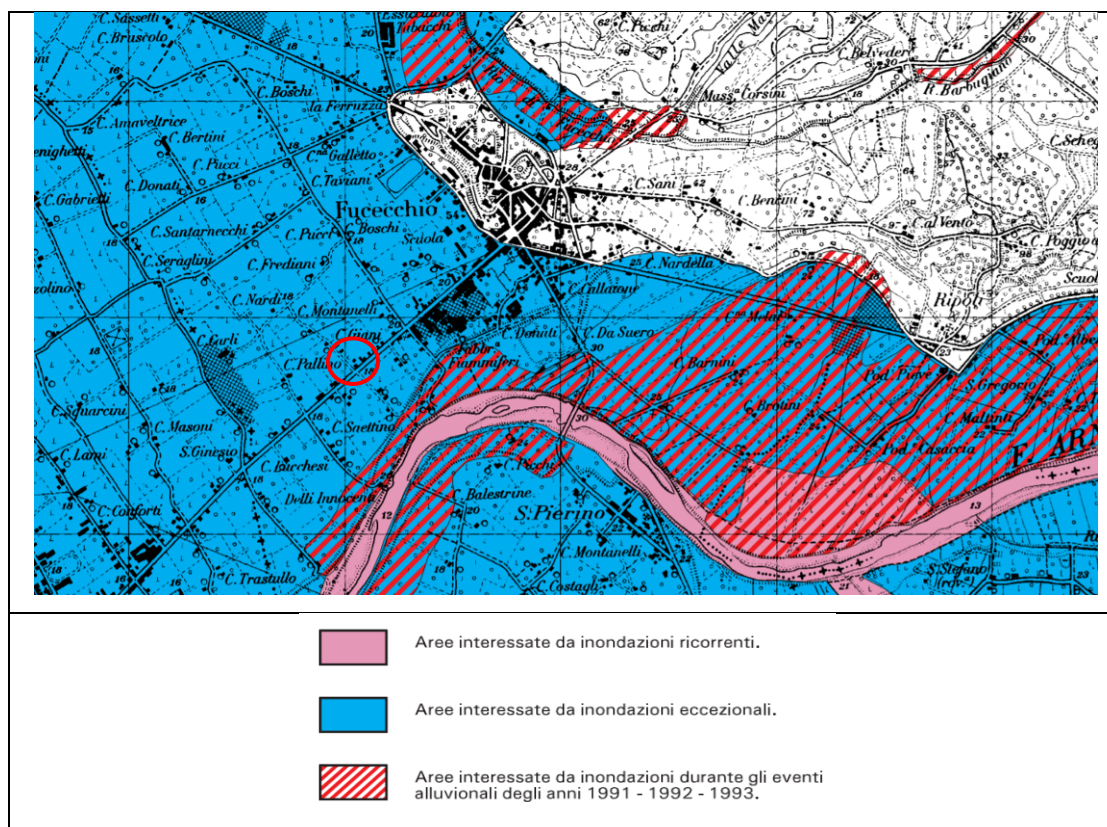


Figura 13 - Autorità di Bacino del fiume Arno
Carta guida delle aree allagate redatta sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999)

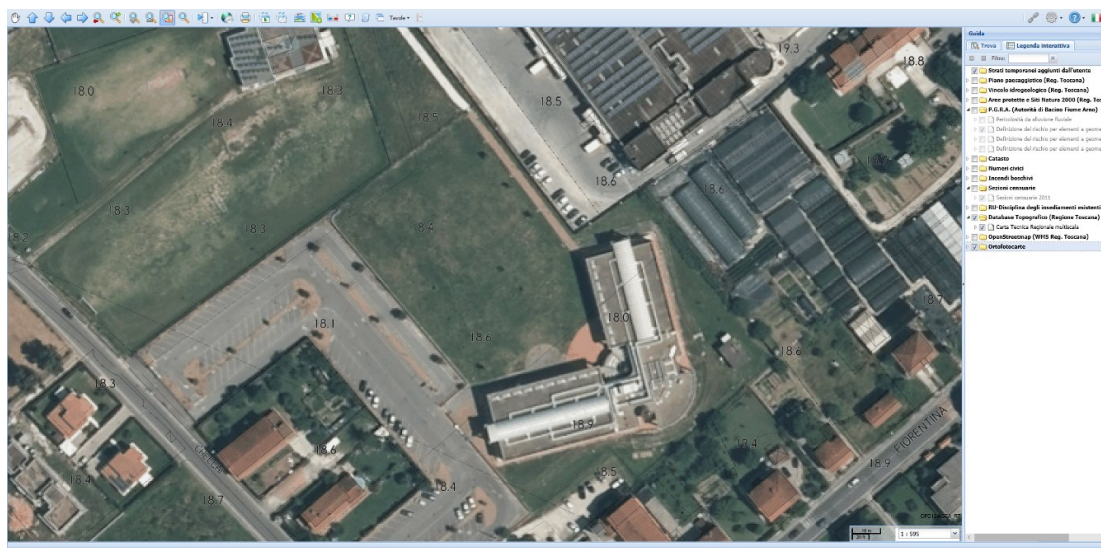
Dalla Carta guida delle aree allagate redatta dall'Autorità di Bacino del fiume Arno sulla base degli eventi significativi nell'intervallo temporale 1966-1999 si evince che l'area di interesse è all'interno del campo "Aree interessate da inondazioni eccezionali".

Dal punto di vista del rischio idraulico in il sito in esame si colloca nelle aree a pericolosità idraulica media I.2. (D.P.G.R. 53/r) a Pericolosità da alluvione media (PGR). Tali aree sono interessate da eventi con Tr compreso fra 200 e 500 anni. La normativa prevede che nelle aree di pianura per incrementare il livello di sicurezza, il piano di calpestio dei fabbricati sia elevato di + 30 cm rispetto al battente atteso per Tr= 200 anni. La compensazione dei volumi d'acqua andrà invece riferita al solo battente Tr= 200. Se la quota altimetrica dell'area di intervento è già superiore al battente Tr200+ 30 cm, non è necessario prevedere interventi di messa in sicurezza.

Tempi di ricorrenza	di	D.P.G.R.53/r	PGR
TR<= 30 anni.		Pericolosità idraulica molto elevata (I.4)	Pericolosità da alluvione elevata (P3)
30< TR<= 200 anni		Pericolosità idraulica elevata (I.3)	Pericolosità da alluvione media (P2)
200< TR<= 500 anni		Pericolosità idraulica media (I.2)	Pericolosità da alluvione bassa (P1)
500 anni< TR		Pericolosità idraulica bassa (I.1)	Non definita al di fuori del contesto di fondovalle

Figura 14 – Rischio idraulico gravante sull'area

Il sito è compreso nella cella VI_0009 con livello per Tr= 200 pari a 16.28 m slm.



La quota media dell'area oggetto d'intervento è compresa fra 18.40 e 18.60 m slm. La quota altimetrica dell'area è pertanto superiore a battente Tr200+ 30 cm (pari a 16,28 + 30= 16,58 m slm) e pertanto non è necessario prevedere interventi di messa in sicurezza.

Battenti ottenuti sulla base degli idrogrammi di sfioro dall'Arno - SIMI 2004			
Vm_Bart	21,19	20,44	vuota
Bart_Eg	20,36	19,95	vuota
Modello canale Usciana, rio di Fucecchio, torrente Vincio e sfioro da Arno			
VI-005_b	23,82	23,61	22,97
VI_003_a	23,81	23,61	vuota
VI_003_b	23,82	23,61	vuota
VI_005_a	23,81	23,61	vuota
VI_007	17,32	17,13	vuota
VI_009	16,28	16,11	14,11
VI_015_1	18,85	18,74	vuota

Dal punto di vista idrogeologico, il Piano strutturale suddivide gli affioramenti geologici in unità idrogeologiche sulla base della litologia e della permeabilità.

Le unità considerate sono:

- Depositi fluviali d'Arno: la componente granulare (sabbie e ghiaie) sarebbe testimoniata dalle passate attività estrattive (cave abbandonate) ma non si sottovaluti la notevole frazione argillosa presente nelle frequenti intercalazioni fini. Il dislivello di m 12 dalla quota d'Arno non è presupposto per la formazione di falde importanti come in zone di golena di altri tratti del fiume.
- Depositi fluviali antichi; del terrazzamento quaternario nell'area nord del territorio; la composizione è variabile con una certa prevalenza superficiale di limi e sabbie fini. In profondità si incontrano livelli di ghiaia intercalati a livelli argillosi.
- Depositi fluviali lacustri: della pianura a composizione prevalente limoso-argillosa con intercalazioni di livelli ghiaiosi sede di piccole falde. In superficie condizioni favorevoli per la formazione di corpi idrici stagionali.
- Depositi argillosi lacustri e marini: con lenti sabbioso-limose. In profondità si rinvencono rari livelli di piccole ghiaie.
- Depositi palustri e di colmata: con livelli torbosi in condizioni quasi permanenti di saturazione e significativa presenza di ammoniaca di origine geologica.

La carta C 6.1.6 Vulnerabilità idrogeologica del Piano Strutturale, deriva dalla valutazione qualitativa della permeabilità delle unità geolitologiche richiamate con le rispettive sigle di tavola geologica.

- u.g. 1: sabbie con livelli di ghiaie (a1)
- u.g. 2: sabbie limose e limi argillosi, sabbie e livelli di conglomerato (a2, a3, at, CTB, c)
- u.g.3: limi argilloso-sabbiosi e sabbie (AGM)
- u.g.4:argille sabbiose e con lenti di sabbie e livelli conglomeratici (ACO)
- u.g.5:limi argillosi torbosi e sabbie limose (hc, p)

La caratterizzazione della litologia è riferita ai primi spessori di affioramento delle unità geolitologiche. Le informazioni idrogeologiche sulla profondità della falda superficiale, spessore e natura delle coperture e meccanismi di alimentazione portano alla classificazione di vulnerabilità potenziale della falda, suddividendo il territorio in 5 classi:

- Classe V1: Vulnerabilità alta per il primo livello acquifero avente insufficiente soggiacenza, mentre le falde più profonde sono sufficientemente protette (unità geolitologica u.g.1).
- Classe V2: Vulnerabilità media per contaminazioni di origine agricola e insediativa (scarichi non depurati, pozzi non a norma) (u.g.2)
- Classe V3: Vulnerabilità medio-bassa per i rari livelli ghiaiosi profondi, ma notevole per i corpi idrici superficiali (u.g.3)
- Classe V4: Vulnerabilità bassa per la notevole copertura di protezione. Eventuali contaminanti di superficie si concentrano per ruscellamento nel reticolo superficiale (u.g.4)
- Classe V5: Vulnerabilità variabile. La depressione morfologica favorisce l'accumulo di contaminanti di varia origine trasportati con le acque superficiali del vasto bacino intercomunale (u.g.5).

L'area in esame è inserita in Classe V2- vulnerabilità media per contaminazioni di origine agricola.

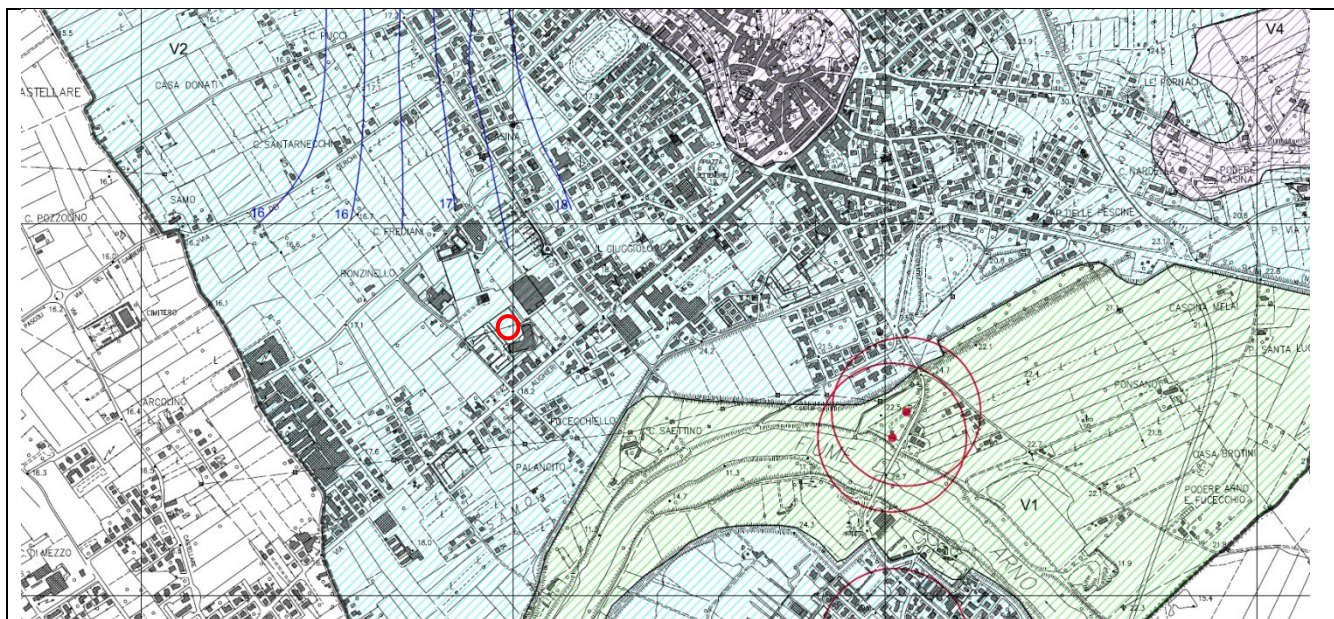
Gli acquiferi di interesse sono contenuti nei depositi fluviali laterali all'Arno (u.g.1) e da questo alimentati e nei livelli granulari "profondi" (70-100 metri) del complesso fluvio-lacustre. Le falde superficiali dei depositi olocenici e pleistocenici presentano ovunque una vulnerabilità potenziale da media ad alta, per sorgenti di inquinamento potenziali e infiltrazioni diffuse. Le falde profonde sono in situazione di bassa vulnerabilità e costituiscono una risorsa importante per il territorio.

La documentazione disponibile non fornisce indicazioni sulla piezometria della zona di pianura. E' disponibile nel PS una rappresentazione elaborata in passato per il PRG (Geotecno 1989) per la zona pianeggiante compresa fra il Capoluogo, Ponte a Cappiano ed il limite del Padule (elaborato C 6.1.6 - PS).

Le indicazioni più importanti sono:

- Le direzioni di flusso e di alimentazione della falda superficiale sono orientate da S-SE a NNO con drenaggio verso l'alveo della depressione del Padule
- L'area produttiva di Ponte a Cappiano produce un netto abbassamento piezometrico dovuto ai prelievi industriali

L'area è comunque caratterizzata da una bassa soggiacenza della falda, confermata dai dati raccolti in sede d'indagine geognostica.



Piano Strutturale

QUADRO CONOSCITIVO



Comune di Fucecchio

(Provincia di Firenze)

Sindaco
Assessore all'Urbanistica
Claudio Toni

Responsabile del Procedimento
Arch. Antonio Comunello

Garante della Comunicazione
Geom. Teodoro Epifanio

Gruppo di progettazione
(Coordinatore progetto Arch. Antonio Comunello
Arch. Andrea Colli Franzoni
Arch. Romina Guglielmi
Arch. Donatella Varallo)

Aspetti naturalistici e Valutazione Integrata
EcoIstituto del Vaghiere
Dott. Andrea Bernarini
Ing. Simone Pagni

Aspetti socioeconomici
Altamark - comunicazione e marketing
Dott. Alessio Falorni

Aspetti geologici ed idraulici
GEOTECNO - Studio Associato
Dott. Geol. Luciano Lazzeri
Dott. Geol. Nicola Barsanti

C.6.1.6
sud



VULNERABILITA' IDROGEOLOGICA
scala 1:10,000

ADOZIONE con D.C.C. n.47 del 29.07.2008
APPROVAZIONE con D.C.C. n.23 del 15.04.2009 e
pubblicazione sul B.U.R.T. n.17 del 29.04.2009

VULNERABILITA' POTENZIALE DELLA FALDA	VALUTAZIONE QUALITATIVA DELLA PERMEABILITA' K	Classe
FALDA: Probabile connessione fra Arno e il primo acquifero. Falde più profonde contenute nei livelli ghiaiosi intercalati con orizzonti semipermeabili. Vulnerabilità - Alta per il primo livello acquifero, mentre le falde più profonde sono sufficientemente protette.	LITOLOGIA: Depositi fluviali recenti: sabbie con livelli di ghiaie minute e copertura limoso-sabbiosa. K - Buona nei depositi granulari con scarsa protezione superficiale	V1
FALDA: L'alimentazione per infiltrazione origina un acquifero superficiale diffuso e sfruttato con numerosi pozzi. Alla profondità fra 30 e 50 metri si rinvergono livelli ghiaiosi con falde di interesse locale. Vulnerabilità - Media per contaminazioni di origine agricola e industriale (scarichi non depurati, pozzi non a norma).	LITOLOGIA: Depositi fluviali antichi: composizione eterogenea con ghiaie e sabbie. Immerse in abbondante matrice fine. Morfologia semi-planeggiante. Dalla profondità di 30 m argille con lenti di ghiaia. K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione	V2
FALDA: La scarsa permeabilità favorisce la presenza di corpi acquiferi stagionalmente presenti al piano campagna. Vulnerabilità - Medio-Bassa per i rari livelli ghiaiosi profondi, ma notevole per i corpi locali superficiali.	LITOLOGIA: Depositi fluvio-lacustri prevalentemente argillosi nel primo 20 - 30 metri di spessore. Localmente, lateralmente al Vinicio, sabbie fini e limi torbosi. Morfologia planeggiante. K - Medio/Bassa	V3
FALDA: Si rinvergono falde a profondità artesiane di variabile produttività. Vulnerabilità - Bassa per la notevole copertura di protezione. Eventuali contaminanti di superficie si concentrano per ruscellamento nel reticolo superficiale.	LITOLOGIA: Depositi prevalentemente argillosi nei rilievi collinari centro-orientali del territorio, con intercalazioni sabbiose sfioranti. K - Bassa in grande	V4
FALDA: Il sottosuolo presenta le stesse caratteristiche delle formazioni circostanti. Vulnerabilità variabile. La depressione morfologica favorisce l'accumulo di contaminanti di varia origine trasportati con le acque superficiali del vasto bacino intercomunale.	LITOLOGIA: Depositi limosi di ambiente palustre e di colmata. K - Media ma variabile a zone con la litologia il cui spessore influisce sulla protezione	V5

Isotematica con relativa profondità in quota assoluta (1989)

Area di salvaguardia pozzo acquedotto

Depuratore consortile



Figura 15 - Carta della Vulnerabilità Idrogeologica (Comune di Fucecchio, Piano Strutturale)

La Carta delle Risorse Idriche mostra che a meno di 200m nell'intorno del sito in esame sono individuabili un pozzo irriguo (indicato in carta con la numerazione 1426), un pozzo abbandonato (1427), un pozzo non classificabile (1425) e un pozzo ad uso industriale (1561).

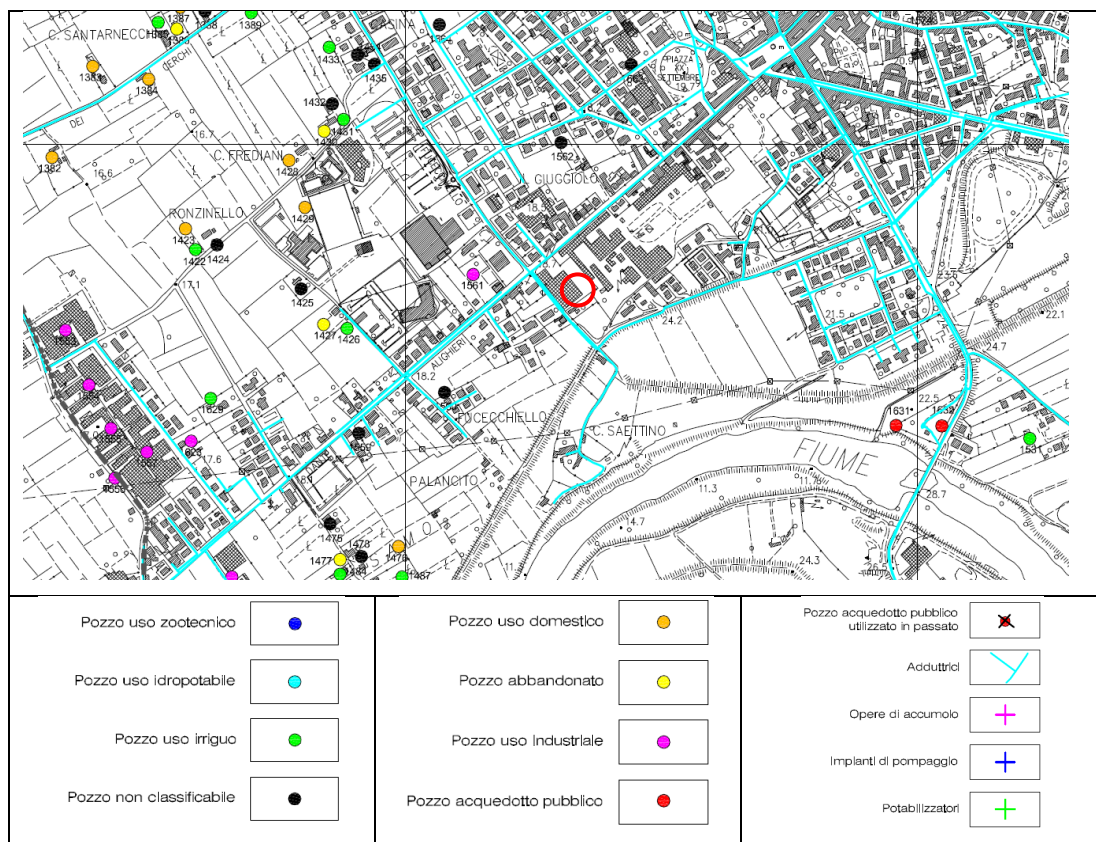


Figura 16 - Carta delle Risorse Idriche

(Comune di Fucecchio, Piano Strutturale, Aprile 2009)

Nella figura seguente si riporta un estratto della banca dati Ispra con riportati i pozzi nell'intorno del sito, con evidenziate le opere delle quali di riporta la stratigrafia.



Figura 17 – Banca dati Ispra

**DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO
GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA**

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Seguici su

cerca nel sito Q

Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Stampa

Dati generali

Codice: 187223

Regione: TOSCANA

Provincia: FIRENZE

Comune: FUCECCHIO

Tipologia: PERFORAZIONE

Opera: POZZO PER ACQUA

Profondità (m): 50,00

Quota pc slm (m): 16,00

Anno realizzazione: 2002

Numero diametri: 1

Presenza acqua: SI

Portata massima (l/s): ND

Portata esercizio (l/s): 1,000

Numero falde: 0

Numero filtri: 1

Numero piezometrie: 1

Stratigrafia: SI

Certificazione(*): SI

Numero strati: 9

Longitudine WGS84 (dd): 10,802919

Latitudine WGS84 (dd): 43,725961

Longitudine WGS84 (dms): 10° 48' 10.52" E

Latitudine WGS84 (dms): 43° 43' 33.47" N

(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	50,00	50,00	350

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	40,00	42,00	2,00	ND

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
giu/2002	18,45	19,41	0,96	3,600

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	3,00	3,00		TERRENO VEGETALE
2	3,00	11,00	8,00		SABBIA FINE MARRONE
3	11,00	14,00	3,00		LIGNITE
4	14,00	21,00	7,00		SABBIA
5	21,00	23,00	2,00		ARGILLA PLASTICA
6	23,00	28,00	5,00		SABBIA MEDIO GRANDE
7	28,00	37,20	9,20		ARGILLA SABBIOSA
8	37,20	42,00	4,80		GHIAIA MEDIO PICCOLA
9	42,00	50,00	8,00		ARGILLA

Figura 18 – Estratto banca dati Ispra- Stratigrafia pozzo 187223



**DIPARTIMENTO PER IL SERVIZIO
GEOLOGICO D'ITALIA - ISPRA**
Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Seguici su   



Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)

Dati generali

Codice: 187214
 Regione: TOSCANA
 Provincia: FIRENZE
 Comune: FUCECCHIO
 Tipologia: PERFORAZIONE
 Opera: POZZO PER ACQUA
 Profondità (m): 32,00
 Quota pc slm (m): 17,00
 Anno realizzazione: 1990
 Numero diametri: 2
 Presenza acqua: SI
 Portata massima (l/s): ND
 Portata esercizio (l/s): ND
 Numero falde: 0
 Numero filtri: 0
 Numero piezometrie: 1
 Stratigrafia: SI
 Certificazione(*): NO
 Numero strati: 4
 Longitudine WGS84 (dd): 10,795700
 Latitudine WGS84 (dd): 43,721519
 Longitudine WGS84 (dms): 10° 47' 44,53" E
 Latitudine WGS84 (dms): 43° 43' 17,48" N

(*): Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	21,00	21,00	500
2	21,00	32,00	11,00	400

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1990	16,00	19,50	3,50	1,000

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	2,00	2,00		TERRENO VEGETALE
2	2,00	24,00	22,00		ARGILLA COMPATTA COLORAZIONE GIALLASTRA
3	24,00	29,00	5,00		SABBIA E GHIAIA
4	29,00	32,00	3,00		ARGILLA COMPATTA

Figura 19 – Estratto banca dati Ispra- Stratigrafia pozzo 187214

4.2.5 Pericolosità sismica

4.2.5.1 Pericolosità sismica di base

La Delibera n. 421 del 26-05-2014 della Regione Toscana allegato n.1 inserisce il comune in esame in zona sismica 3. Nella tabella seguente si riportano anche i valori di accelerazione (a_g max) per il comune in esame.

CODICE ISTAT	COMUNE	Zona sismica
09048019	Fucecchio	Zona 3

Figura 20 - https://www.regione.toscana.it/documents/10180/11700788/Delibera_n.421_del_26-05-2014-

Allegato-1.pdf

Allegato 7: elenco dei comuni con $a_g > 0,125$ g e periodi di classificazione

Codice Istat	Provincia	Comune	a_g	Data di prima classificazione dell'intero territorio comunale	Periodo di declassificazione
09048019	048	Fucecchio	0.127479	1982	

Figura 21 – Suppl. ordinario n.262 alla GAZZETTA UFFICIALE, Serie Generale n.281, 1-12-2010

Con l'entrata in vigore delle NTC vengono fornite tabelle con i parametri che definiscono l'azione sismica relativamente ad un reticolo di riferimento da cui è possibile derivare i valori per ogni punto indagato.

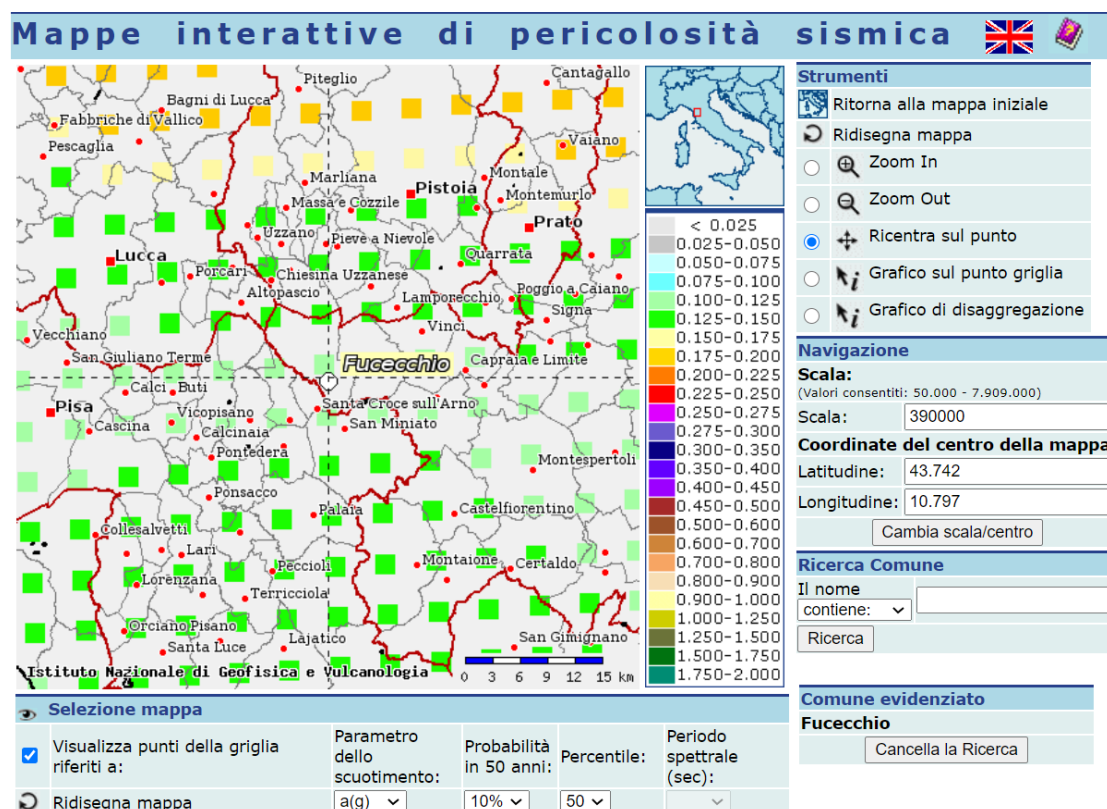


Figura 21 - Estratto Mappa interattiva di pericolosità sismica dal sito web INGV - (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

4.2.5.2 Scenari di pericolosità sismica locale

La Carta della Pericolosità Sismica evidenzia che il sito è localizzato all'interno della classe S.3, pericolosità sismica locale elevata; si tratta di zone suscettibili di instabilità di versante quiescente che potrebbero subire una riattivazione dovuta ad effetti dinamici quali possono verificarsi in occasione di eventi sismici; alle zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti che possono dar luogo a cedimenti diffusi; ai terreni suscettibili di liquefazione dinamica; alle zone in cui gli spessori dei depositi alluvionali attuali che giacciono al di sopra dei depositi del terrazzo delle Cerbaie sono compresi entro 20 m ed alle zone di versante con pendenze maggiori di 15°.

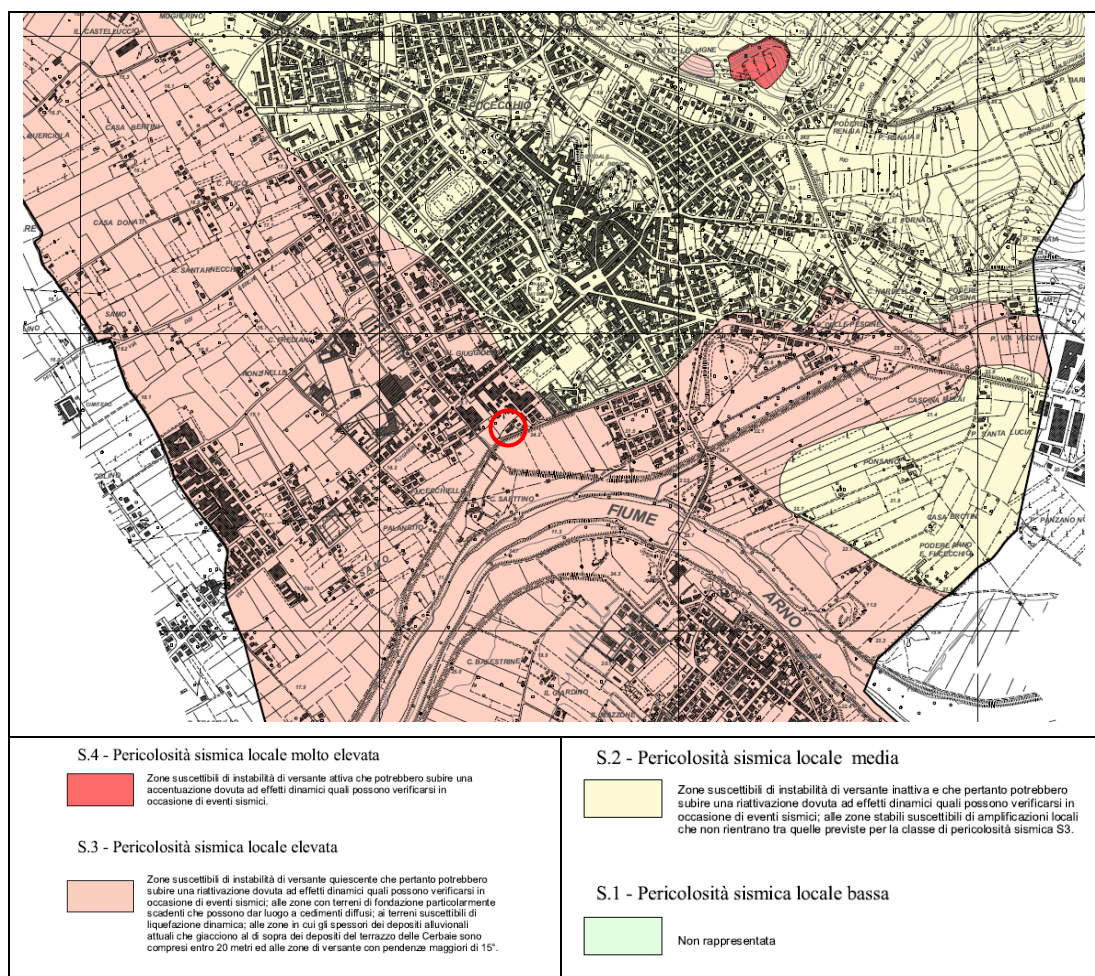


Figura 22 - Carta della Pericolosità Sismica Sud ai sensi del D.P.G.R. 53/r

(Comune di Fucecchio, RU, Aprile 2014)

La carta delle "Microzone Omogenee in prospettiva sismica (MPOS)", inserisce il sito nella Zona 5- Contesto alluvionale prevalentemente granulare, e nello specifico nella sottozona 5a- Fucecchio meridionale e San Pierino.

Anche se soggetta a variabilità locale, per tale zona viene individuata la seguente stratigrafia tipo:

- orizzonte superficiale di sabbie limose (potenza media 5- 10 m);
- argille poco consistenti (fino a circa 25/ 30 metri dal pc);
- orizzonte di ghiaie a buona continuità areale ma di spessore limitato, seguito da argille debolmente sabbiose mediamente consistenti.
- A circa 45/ 50 m si osserva un livello di ghiaie di 2- 5 metri seguito da argille compatte.

Spostandosi verso sud lo spessore delle alluvioni attuali e recenti diventa via via maggiore in ragione dell'azione erosiva dell'Arno e della maggiore subsidenza.

Le indagini eseguite sul sito hanno confermato la presenza del primo orizzonte superficiale di natura limoso-sabbiosa.

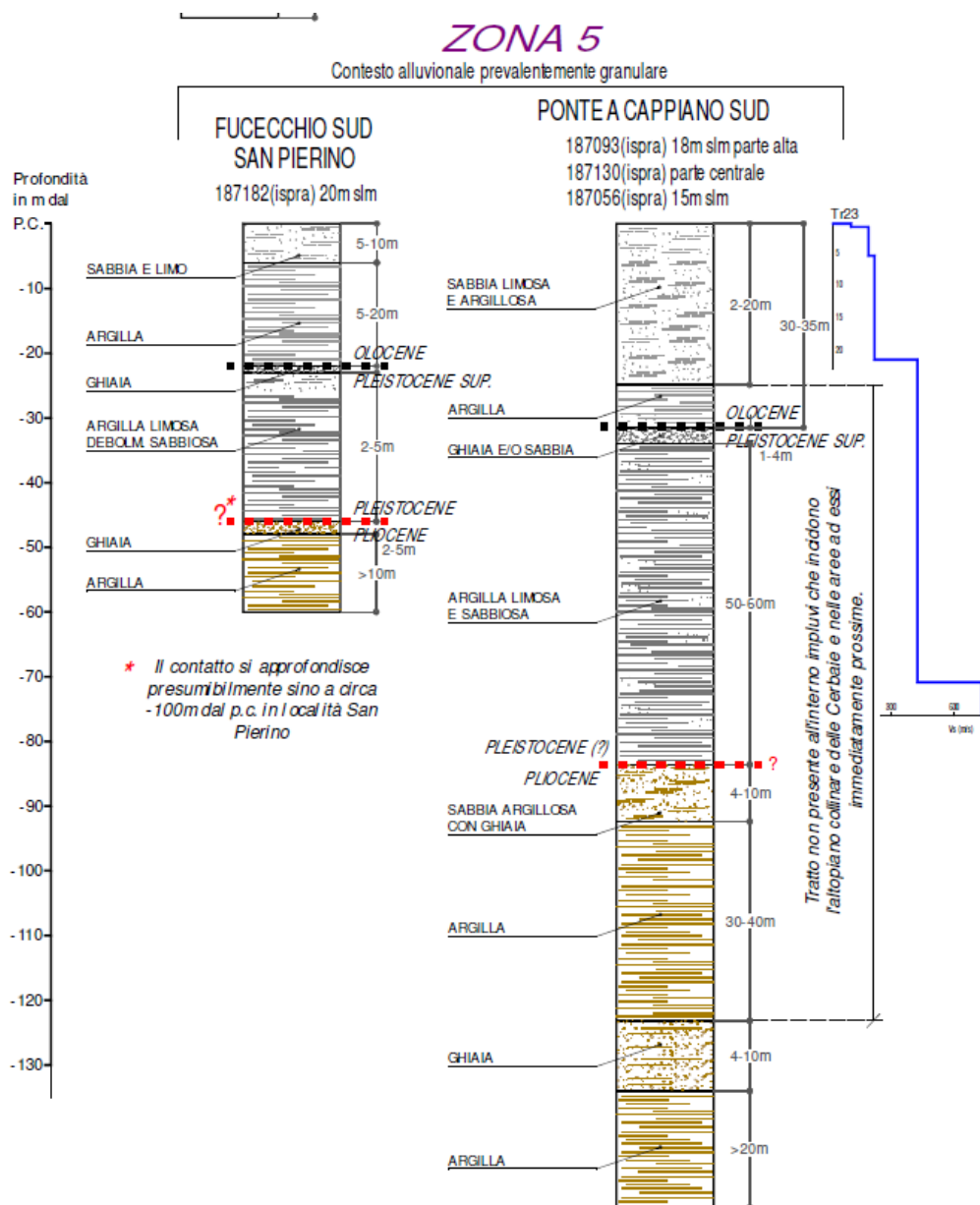


Figura 23 – Microzone omogenee- stratigrafia tipo

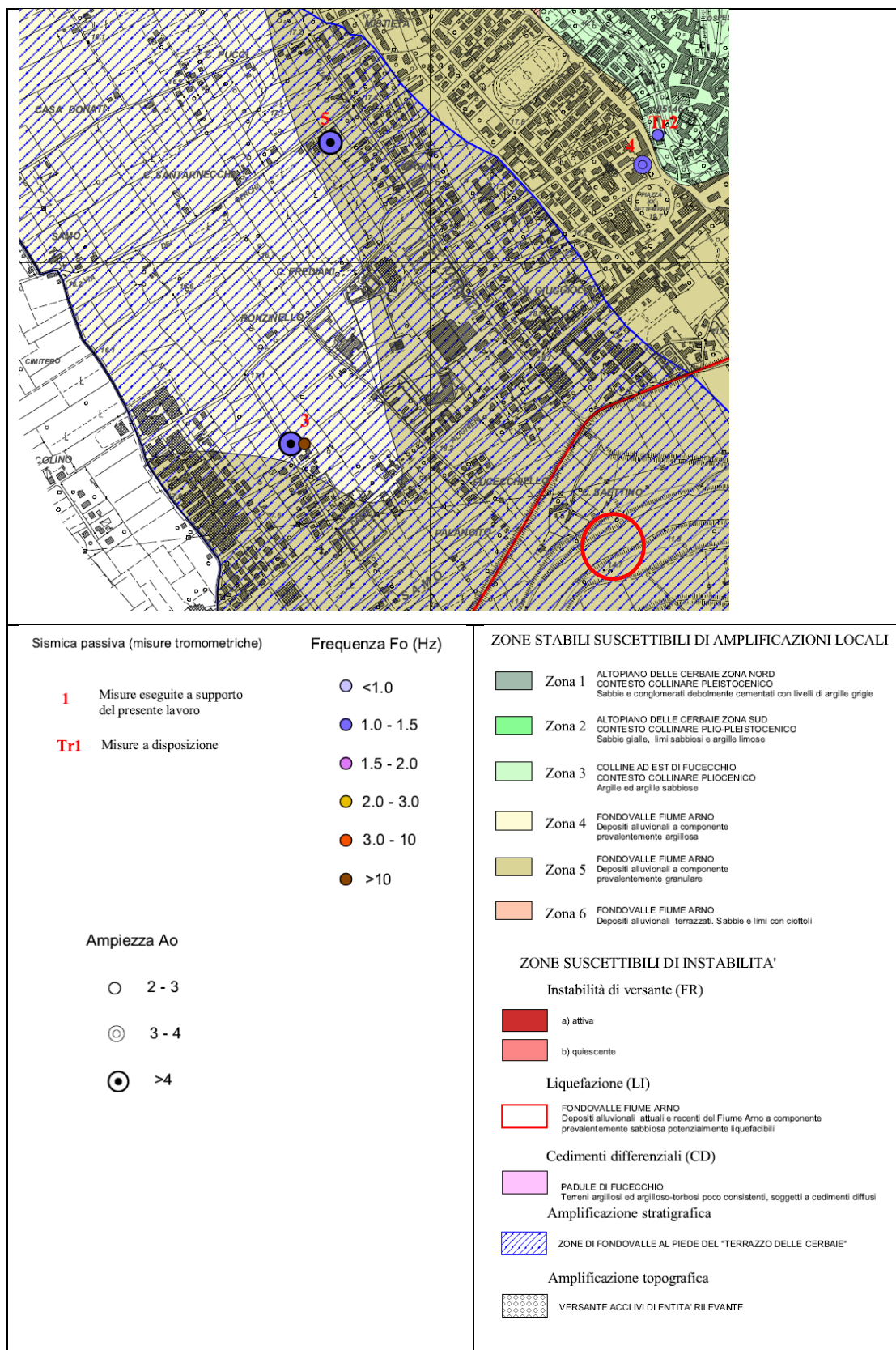


Figura 24 - Carta delle Microzone Omogenee in prospettiva Sismica e delle frequenze Fondamentali - RU)

A supporto della microzonazione sismica, sono state eseguite delle indagini HVSr ed un profilo MASW. Di seguito si riportano le risultanze dell'indagine 5 eseguita in prossimità del sito in esame, nella stessa unità Mops.

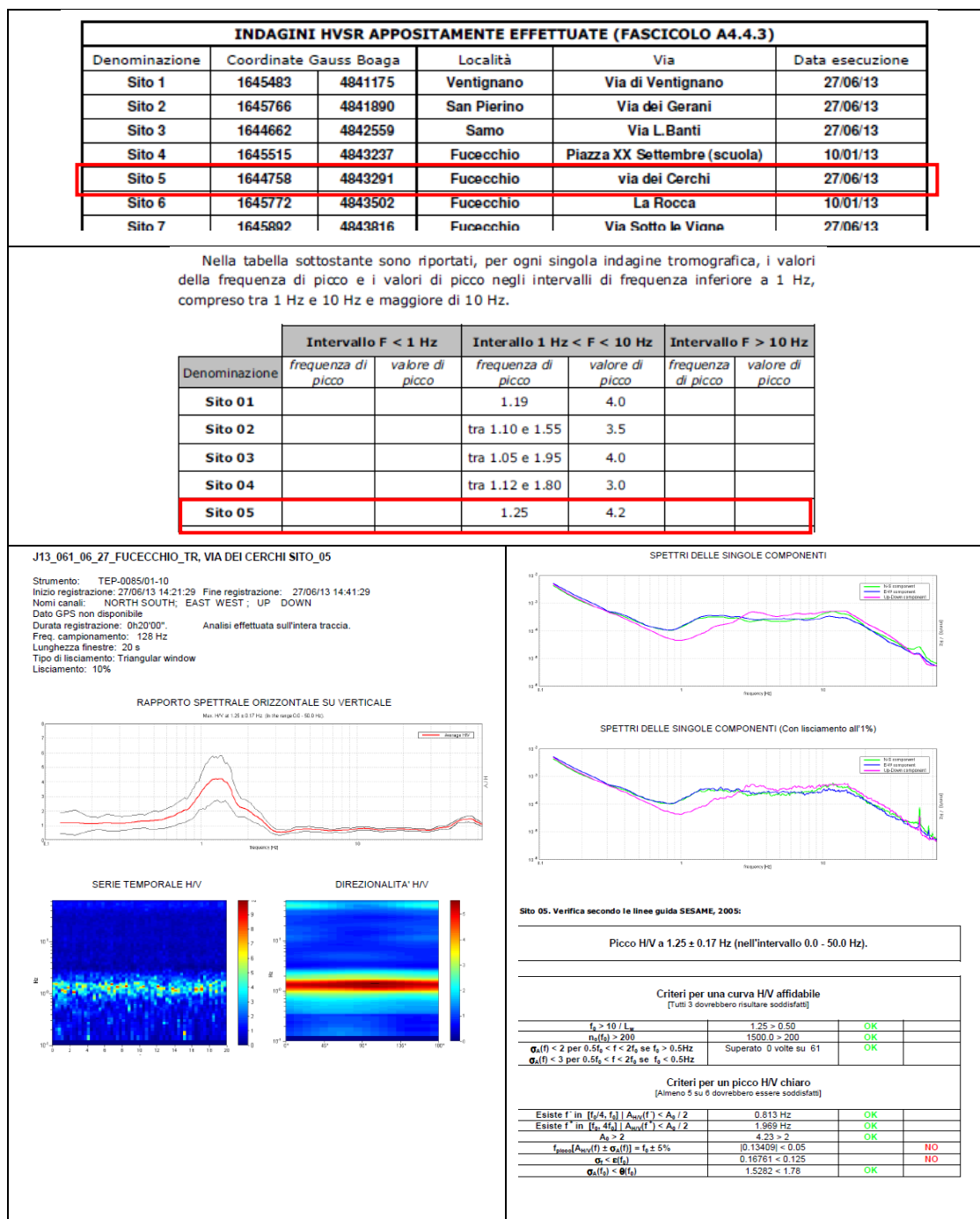


Figura 25 – Estratto documentazione sismica a supporto del RU del Comune di Fucecchio

Sulla base delle risultanze delle indagini HVSR eseguite, sulla stessa Carta MOPS sono state riportate le frequenze di sito. La carta evidenzia come l'Altopiano delle Cernabie sia privo di picchi di amplificazione, per l'assenza di bruschi aumenti di velocità di propagazione delle onde S nelle prime decine di metri. Gli stendimenti sismici a disposizione mostrano una crescita graduale delle Vs con la profondità. Per il contesto alluvionale del padule e della Valle dell'Arno, si osservano da uno a più picchi nel rapporto H/V, legati alla presenza di una coltre alluvionale soffice appoggiata a profondità differenti.

Sulla Carta MOPS sono evidenziate le aree per le quali le tromografie hanno restituito valori di picco superiori a 3. Tali aree sono identificate in carta come aree soggette ad amplificazione stratigrafica.

Considerando lo scenario sismico di appartenenza del sito a supporto della progetto e su incarico diretto della Città Metropolitana di Firenze, lo studio Igetecma sns ha eseguito un'indagine HVSR sul sito associata ad un'indagine sismica Down- Hole.

Si riportano le risultanze dell'indagine HVSR, rimandando al report per ulteriori approfondimenti.

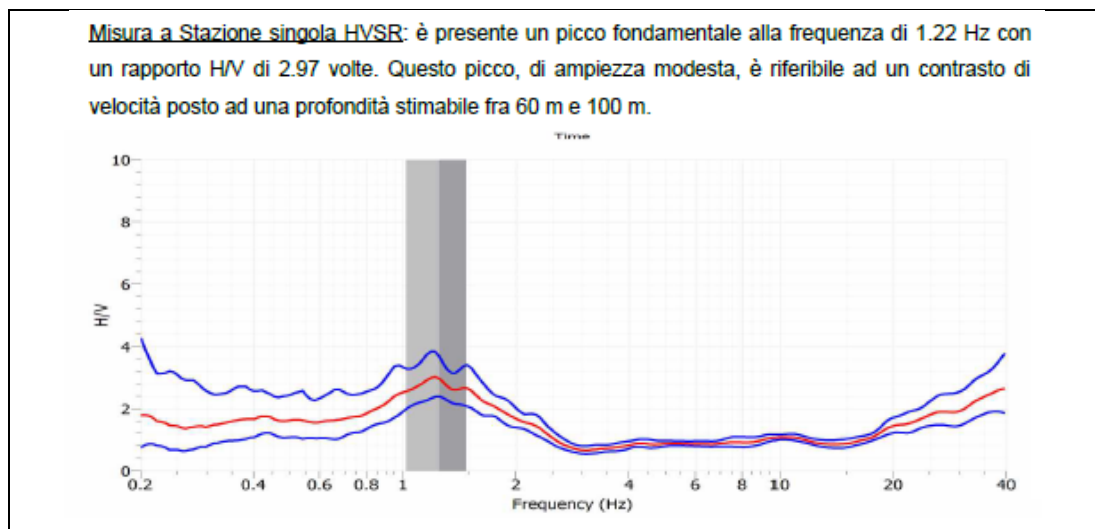


Figura 26 – Estratto indagine HVSR sito specifica, Igetecma sns

Anche l'indagine Down- Hole mostra un incremento graduale delle Vs per la profondità d'indagine.

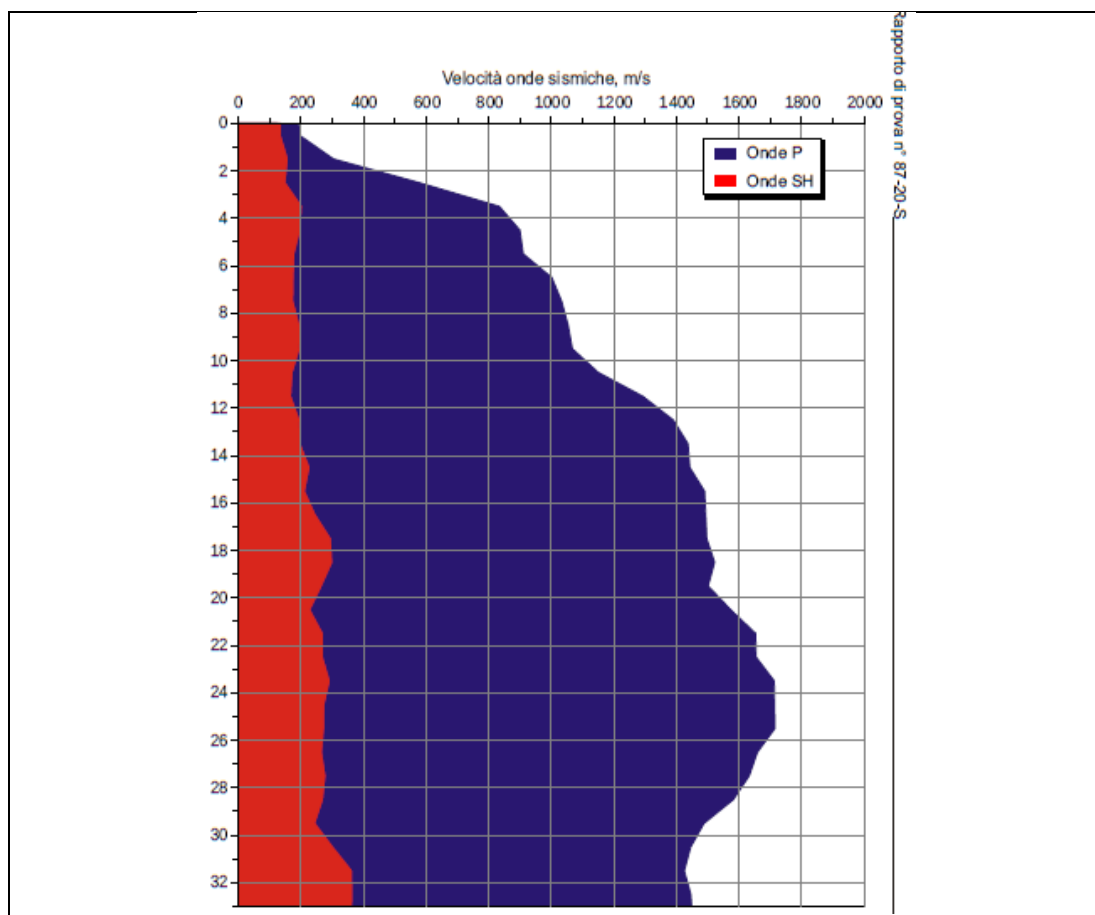


Figura 27 – Estratto indagine Down Hole- sito specifica, Igetecma sns

La Carta MOPS non inserisce il sito nelle aree soggette a liquefazione (Li), ad instabilità del versante, a cedimenti differenziali (CD) o ad amplificazione topografica.

4.2.6 aspetti geotecnici e sismici

4.2.6.1 Inquadramento geotecnico- Indagini pregresse

Si procede all'inquadramento dell'area dal punto di vista geotecnico sulla base dei dati disponibili in letteratura e riportati del Regolamento Urbanistico Comunale.

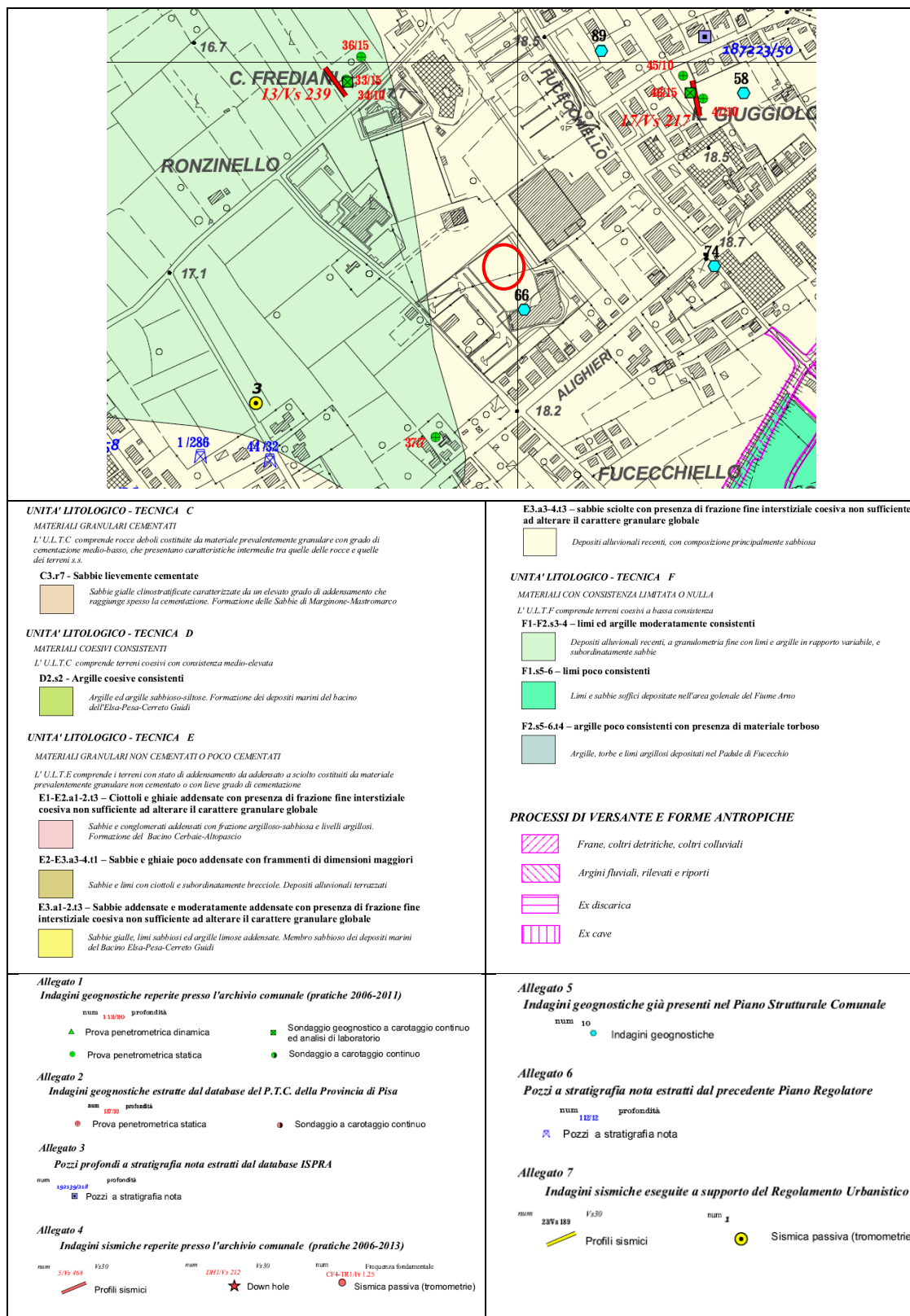


Figura 28 – Estratto Carta litotecnica

Nella figura precedente si riporta un estratto della Carta litotecnica allegata al RU. Nella relazione tecnica allegata a regolamento si legge che “per l’individuazione delle diverse unità litotecniche si è fatto riferimento alla metodologia messa a punto dalla Regione Toscana per la valutazione degli effetti locali (Programma VEL)”.

Il sito in esame ricade dell’unità litotecnica E – Copertura- materiali granulari non cementati o poco cementati. L’unità comprende terreni da addensati a sciolti, costituiti da materiale prevalentemente granulare non cementato o a debole cementazione. Il sito ricade nella sottoclasse E3.a3-4.t3- sabbie sciolte con presenza di frazione fine interstiziale coesiva non sufficiente ad alterare il carattere granulare globale. Rientrano nella sottoclasse i depositi alluvionali recenti prevalentemente sabbiosi, presenti nel fondovalle dell’Arno nella zona di San Pierino e Fucecchio. La consistenza è generalmente bassa.

Si hanno a disposizione i dati relativi all’indagine eseguita a supporto della realizzazione della scuola (vedi cantiere 66 della figura precedente).

Di seguito si riportano ubicazione e risultati dei tre sondaggi eseguiti nel 1998. I sondaggi evidenziano la presenza di un substrato di natura prevalentemente limoso sabbiosa.

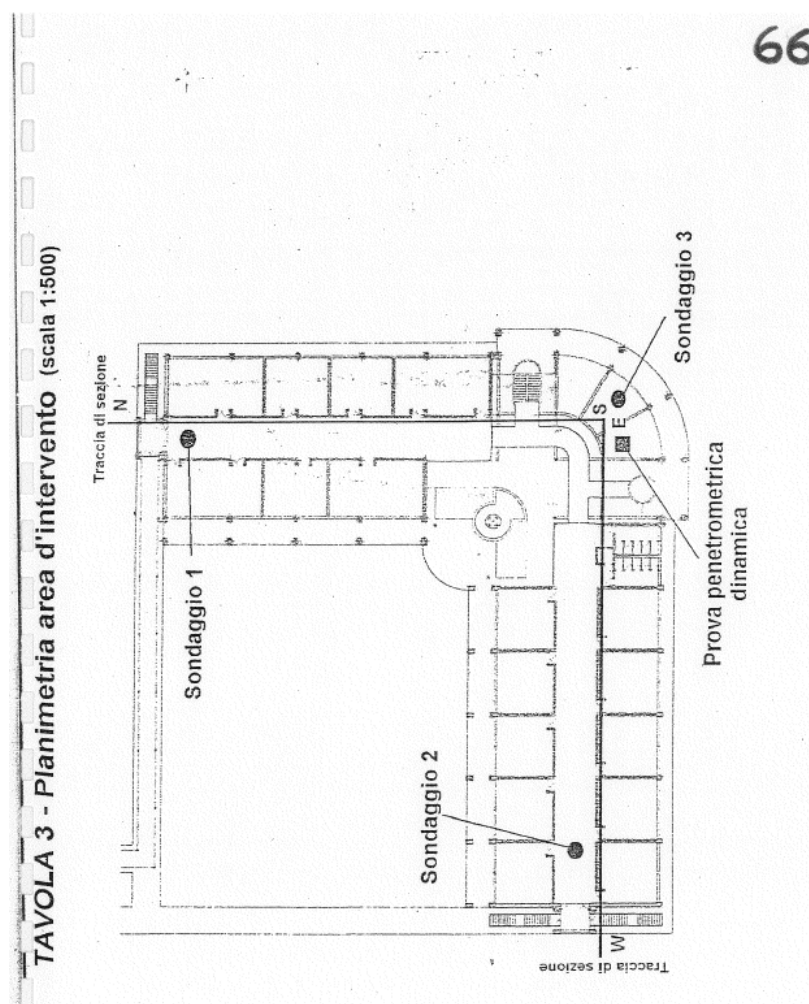


Figura 29 – Estratto PS- Ubicazione indagini cantiere n. 66

SONDAGGIO N. 1					
COMITENTE : PROVINCIA DI FIRENZE					
CANTIERE : FUCECCHIO			ATTREZZATURA : ATLAS B/30		
LAVORO : INDAGINI GEOGNOSTICHE			QUOTA : 0		
DATA : 03-03-1998			SCALA PROF. 1: 80		
QUOTA (m)	SPESSORE (m)	PALDA (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S.P.T. UMID
0.00			#####		RES
0.70	0.70		#####	Terreno agrario	
1.50	0.80		#####	limi argillosi con limitate sabbie scure	600
			#####	limi marroni con sabbie con discreta compattezza	900
3.00	1.50		#####	sabbie limose grige plastiche	1000
4.50	0.50		#####	limi argillosi marroni con sabbie	700
6.00	2.00		#####	limi e sabbie fine con matrice argillosa grigio	900
			#####		1000
8.00	5.00		#####		700
			#####		500
			#####	sabbie limose con matrice plastiche di colore grigio materiale liquefacibile con livelli argillosi nella parte piu' bassa	1000
13.50	9.00		#####		900

Figura 30 – Estratto PS- cantiere 66- Sondaggio S1

SONDAGGIO N. 2					
COMMITTENTE : PROVINCIA DI FIRENZE CANTIERE : FUCECCHIO LAVORO : INDAGINI GEOGNOSTICHE DATA : 22/04/1998					
				ATTREZZATURA : ATLAS B/30 QUOTA : 0 SCALA PROF. 1: 80	
PROFONDITA' (m)	SPESORE (m)	FALDA (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S. P. T. UNID
0.00			#####		Res
0.80	0.80		#####	Terreno agrario	---
			#####		600
			#####	sabbie limose marroni scure	900
3.50	2.70		#####		600
			#####	limi sabbiosi finissimi beige	+++
4.80	1.30		#####		
5.70	0.90	5.80	#####	limi scuri più sabbiosi	
			#####		
			#####	sabbie umide chiare limose	++++ 600
8.50	2.80		#####		
			#####		600
			#####		
			#####	sabbie grosse con limi di natura argillosa "in acqua"	400
			#####		
			#####		600
21.00	12.50		#####		

Figura 31 – Estratto PS- cantiere 66- Sondaggio S2

SONDAGGIO N.3					
CLIENTE : PROVINCIA DI FIRENZE CANTIERE : FUCECCHIO LAVORO : INDAGINI GEOGNOSTICHE DATA : 28-03-1998					
ATTREZZATURA : ATLAS B/30 QUOTA : 0 SCALA PROF. 1: 80					
PROFONDITA' (m)	SPESORE (m)	PALDA (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE	S.P.T. - UMid Res
0.00			#####		
0.70	0.70		#####	Terreno di riporto	- -
			#####		
			#####	limi argillosi con sabbie marroni	- - 600
0.30	2.60		#####		
4.00	0.80		#####	sabbie limose argillose marroni chiare	+ - - 700
			#####	limi sabbiosi con argille marroni scure	+ + - - 1100
6.70	1.60		#####		
		6.50	#####		600
			#####		+ + + + 500
			#####	sabbie argillose con limi di colore grigio azzurro	
	6.10		#####		
			#####	sabbie limose e limi sabbiosi grigi piu' consistenti	
7.00	1.70		#####		
			#####	sabbie limose con argille grigie molli	
8.00	1.50		#####		
			#####	argille con sabbie consistenti di colore grigio	
9.00	1.00		#####		

Figura 32 - Estratto PS- cantiere 66- Sondaggio S3

4.2.6.2 Indagine geognostica sito- specifica

A supporto della realizzazione del nuovo edificio sono state eseguite dallo studio Igetecma snc Istituto Sperimentale di Geotecnica e Tecnologia dei Materiali di Montelupo Fiorinano, su incarico diretto della Città Metropolitana di Firenze, le seguenti indagini geognostiche:

- Indagine geofisica costituita da una prova Down Hole con registrazione di onde P e SH e n. 1 misura di rumore a stazione singola HVSr. Indagine eseguita in data 11/03/2020.
- N. 1 carotaggio dal quale sono stati prelevati campioni da sottoporre ad analisi di laboratorio geotecnico-Marzo 2020.
- Indagine penetrometrica tramite n. 6 prove CPTU, eseguite in data 14/02/2020.

In questa sede si precisa che i sottoscritti non hanno presenziato all'esecuzione delle indagini in quanto non ancora incaricati della redazione del progetto. Ai fini della presente si recepiscono pertanto le risultanze dell'indagine eseguita da Igetecma snc, della quale in allegato si forniscono i report specifici.

Di seguito si procede all'analisi delle indagini eseguite.

Indagine sismica Down Hole e HVSr

La prova Down Hole è stata eseguita all'interno di sondaggio spinto fino a 33 metri di profondità, eseguito fino a 15 metri a carotaggio continuo e successivamente a distruzione di nucleo. Di seguito si riporta l'ubicazione delle indagini sismiche, tratta dalla documentazione Igetecma snc.



Figura 33 – Ubicazione indagini sismiche – estratto Igetecma snc.

Nel report dell'indagine si legge:

- Misura a stazione singola HVSR: è presente un picco fondamentale alla frequenza di 1.22 Hz con un rapporto H/V di 2,97. Questo picco di ampiezza modesta, è riferibile ad un contrasto di velocità posto ad una profondità stimabile fra 60 m e 100m.

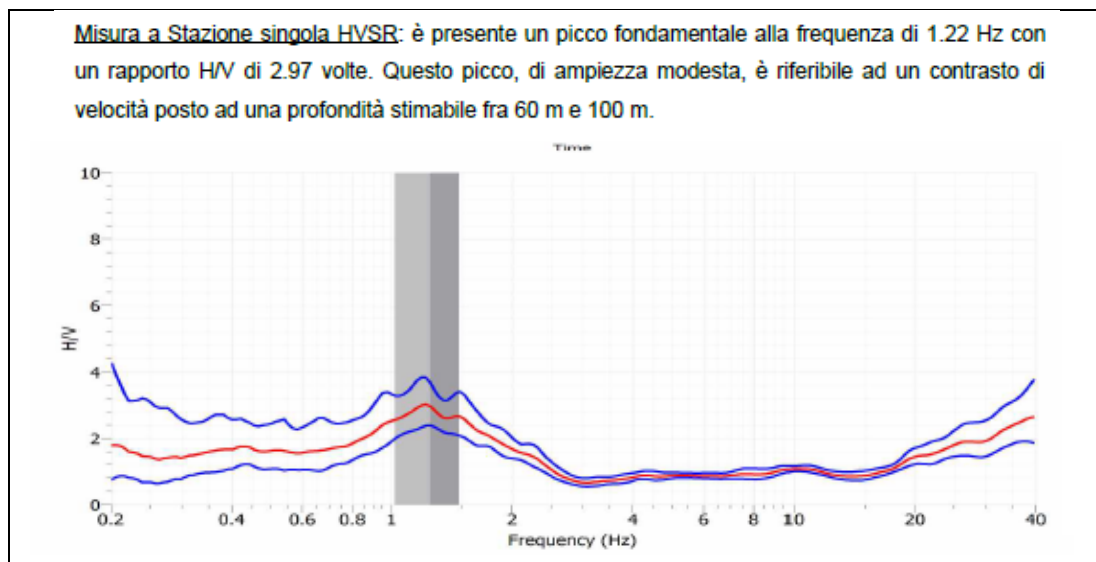
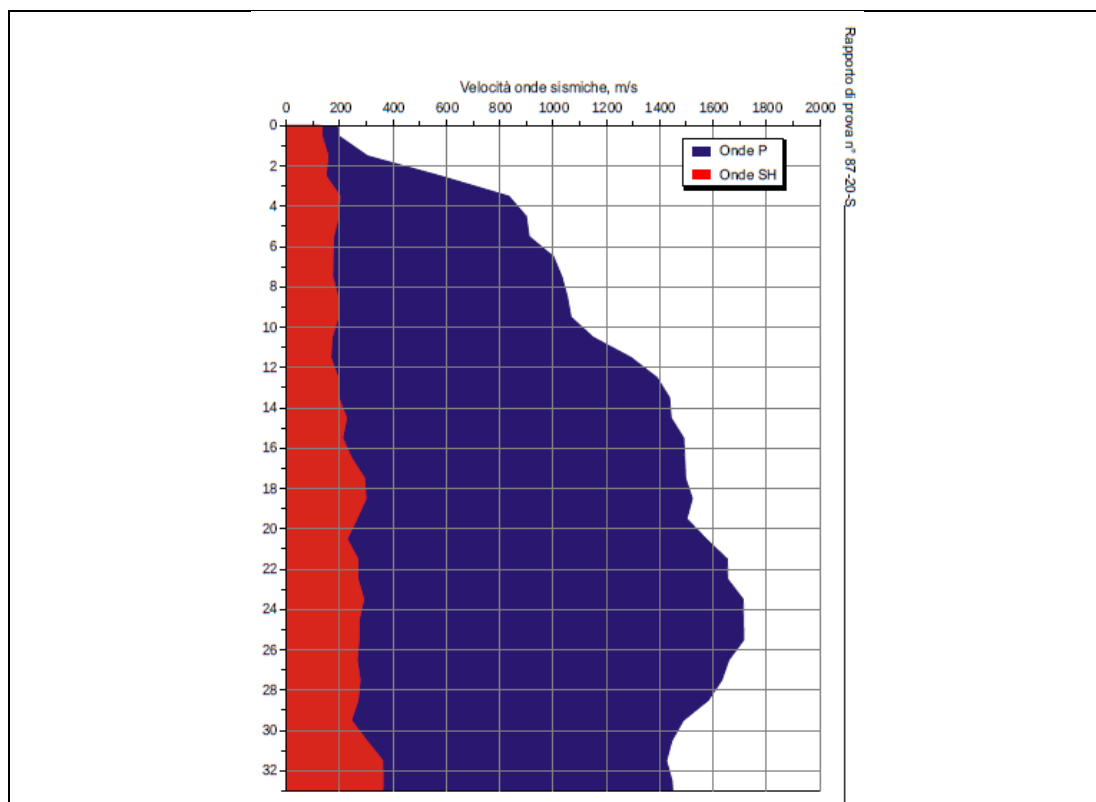


Figura 34 – Estratto indagine HVSR sito specifica, Igetecma sns

La ricostruzione del profilo sismico mostra un incremento graduale delle Vs per la profondità d'indagine.



Z	Tp	Ts	Tp Corr.	Ts Corr.	VP	VS	ρ	ν	G	E	K
m	ms	ms	ms	ms	m/sec.	m/sec.	t/m ³	-	MPa	MPa	MPa
0 - 1	9.7	14.3	5.1	7.6	195	132	1.80	0.07	32	68	26
1 - 2	10.8	17.9	8.4	14.0	303	155	1.80	0.32	43	114	108
2 - 3	11.5	23.6	10.2	20.8	578	147	1.81	0.47	39	115	552
3 - 4	12.2	27.8	11.4	25.8	834	200	1.82	0.47	73	214	1168
4 - 5	13.1	32.5	12.5	30.9	899	195	1.83	0.48	69	205	1387
5 - 6	14.0	37.9	13.6	36.6	910	176	1.84	0.48	57	169	1448
6 - 7	14.9	43.5	14.6	42.4	1002	173	1.85	0.48	56	165	1782
7 - 8	15.8	49.1	15.5	48.2	1033	172	1.86	0.49	55	164	1911
8 - 9	16.7	54.2	16.5	53.4	1054	192	1.87	0.48	69	205	1983
9 - 10	17.6	59.3	17.4	58.6	1067	193	1.88	0.48	70	208	2049
10 - 11	18.5	65.1	18.3	64.4	1151	170	1.89	0.49	55	163	2429
11 - 12	19.2	71.1	19.1	70.5	1292	165	1.90	0.49	52	155	3104
12 - 13	19.9	76.3	19.8	75.7	1390	193	1.90	0.49	70	210	3577
13 - 14	20.6	81.3	20.5	80.8	1437	195	1.90	0.49	72	216	3826
14 - 15	21.3	85.7	21.2	85.3	1443	225	1.90	0.49	96	285	3826
15 - 16	22.0	90.5	21.8	90.0	1490	209	1.90	0.49	83	248	4107
16 - 17	22.6	94.6	22.5	94.1	1494	244	1.90	0.49	113	335	4089
17 - 18	23.3	97.9	23.2	97.6	1497	292	1.90	0.48	162	481	4040
18 - 19	23.9	101.3	23.8	100.9	1522	297	1.90	0.48	168	496	4178
19 - 20	24.6	105.1	24.5	104.7	1501	263	1.90	0.48	131	390	4107
20 - 21	25.2	109.5	25.1	109.1	1574	226	1.90	0.49	97	290	4576
21 - 22	25.8	113.2	25.7	112.9	1653	267	1.90	0.49	135	402	5013
22 - 23	26.4	116.9	26.3	116.6	1655	267	1.90	0.49	135	403	5022
23 - 24	27.0	120.4	26.9	120.1	1713	289	1.90	0.49	159	473	5361
24 - 25	27.6	124.0	27.5	123.8	1714	271	1.90	0.49	140	417	5394
25 - 26	28.2	127.7	28.1	127.5	1715	271	1.90	0.49	139	415	5402
26 - 27	28.8	131.5	28.7	131.3	1659	264	1.90	0.49	132	393	5053
27 - 28	29.4	135.1	29.3	134.9	1633	275	1.90	0.49	144	428	4872
28 - 29	30.0	138.8	29.9	138.6	1582	267	1.90	0.49	136	404	4571
29 - 30	30.7	143.0	30.6	142.8	1488	242	1.90	0.49	112	331	4058
30 - 31	31.4	146.3	31.3	146.1	1445	300	1.90	0.48	170	504	3742
31 - 32	32.1	149.1	32.0	148.9	1425	360	1.90	0.47	246	722	3531
32 - 33	32.7	151.8	32.7	151.6	1446	361	1.90	0.47	248	728	3642

Z	Profondità	ρ	Densità
Tp	Tempo di arrivo onde di compressione	ν	Modulo di Poisson
Ts	Tempo di arrivo onde di taglio	G	Modulo taglio
Tp Corr.	Tempo di arrivo corretto onde di compressione	E	Modulo di Young
Ts Corr.	Tempo di arrivo corretto onde di taglio	K	Modulo di rigidità volumetrica

Distanza sorgente-boccaforno: 1,6 m

Figura 35 – Estratto indagine sismica- sito specifica, Igetecma snc

L'indagine fornisce un valore di Vseq calcolato dal piano campagna a 30 m è pari a 210 m/s; da 3 m fino a 33 m è pari a 229 m/s.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda al report Igetecma snc.

Si precisa comunque che il valore di Vseq individuato è coerente con quello riportato in altre indagini disponibile sul territorio di Fucecchio contenute nel regolamento urbanistico.

Carotaggio

In data 16/06/2020 i sottoscritti, nell'abito del sopralluogo eseguito sul sito, hanno potuto osservare le cassette catalogatrici relativa al sondaggio geognostico eseguito da Igetecma snc. Le cassette contenevano le carote per l'orizzonte 0- 15 metri. Come riferito da Igetecma snc, da 15 a 33 metri si è proceduto a distruzione di nucleo.

Pur essendo i campioni stati esposti agli agenti atmosferici (in alcune cassette si è osservata acqua che ha presumibilmente dilavato i campioni) si ritiene comunque utile riportarne la documentazione fotografica e la descrizione stratigrafica schematica.

- Tra 0,00 e 0,50 m: terreno vegetale
- Tra 0,50 e 9,50 m: limi argilloso sabbiosi- sabbie limose marroni.
- Tra 9,50 m e 15,00 m: limi sabbiosi- sabbie limose grigiastre.

L'osservazione delle carote, pur disturbate per l'esposizione agli agenti atmosferici, consente di individuare il cambio litologico presente fra 8 e 9 metri circa, rilevato anche dalle prove penetrometriche eseguite.



Carotaggio

Da 0,00 a 5,00 m.

Documentazione fotografica

Campione prelevato tra 2,00 e 2,50 m.

Classificazione granulometrica

(vedi report Igetecma- certificato di prova n. 239-241/2020).

Definizione secondo A.G.I.:

Limo con argilla debolmente sabbioso



Carotaggio

Da 5,00 a 10,00 m.

Documentazione fotografica

Campione prelevato tra 5,00 e 5,50 m.

Classificazione granulometrica

(vedi report Igetecma- certificato di prova n. 242-244/2020).

Definizione secondo A.G.I.:

Limo sabbioso argilloso

Campione prelevato tra 8,00 e 8,40 m.

Classificazione granulometrica

(vedi report Igetecma- certificato di prova n. 245/2020).

Definizione secondo A.G.I.:

Limo sabbioso argilloso



Carotaggio

Da 10,00 a 15,00 m.

Documentazione fotografica

Campione prelevato tra 13,50 e 14,00 m.

Prove penetrometriche CPTU

Nel febbraio 2020 sono state eseguite da Igetecma snc n. 6 prove penetrometriche CPTU.

Nella figura seguente si riporta l'ubicazione delle prove su estratto ortofoto:

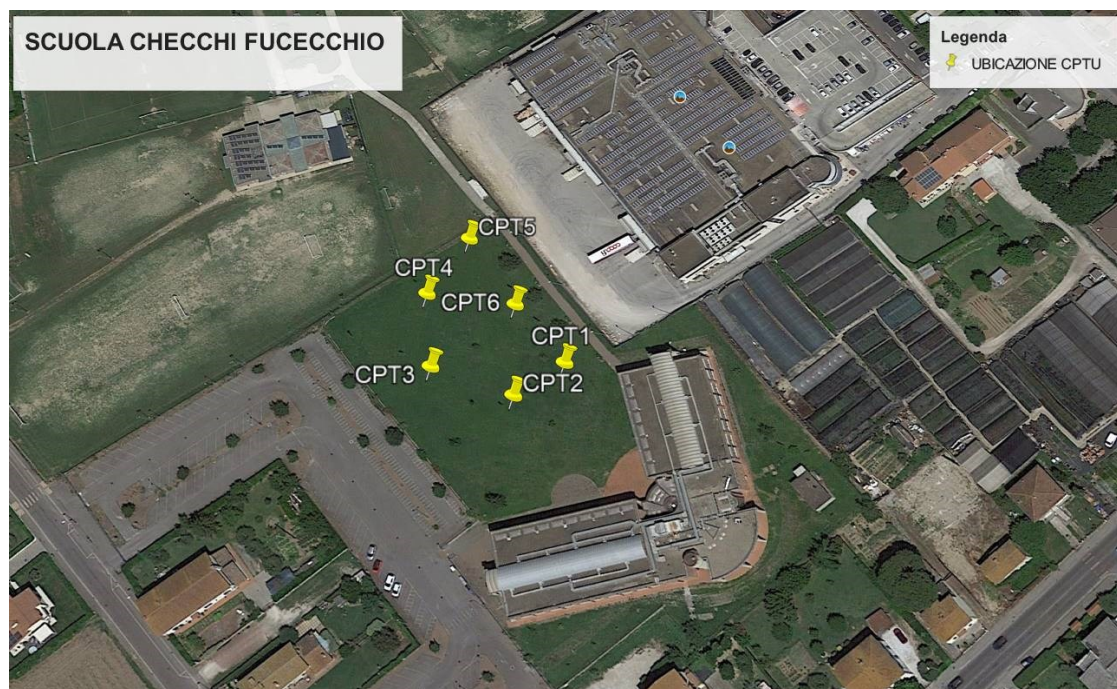


Figura 36 – Ubicazione prove CPTU, Igetecma snc.

Per le quali è stata impiegata la strumentazione:

2.1 – Penetrometro Pagani “TG 73/200”

- Penetrometro statico Pagani “TG 73/200”
- motore Lombardini LGW 1204
- potenza 23.5 kw a 3600 giri/min
- ancoraggio con elicoidi autoancoranti F=300-500 mm
- pressione max. di infissione: 200 kN
- Lunghezza aste: 1 m
- Punta statica: tipo Begemann
- Punta elettrica digitale Pagani GE
- Piezocono Pagani GE
- Trasmissione dati: sonica o con cavo
- Sistema di acquisizione Pagani TGAS07B
- Antenna GPS per posizionamento prove.
- Testa di rotazione idraulica per trivellazioni max $\phi=101$ mm

Figura 37 – Ubicazione prove CPTU, Igetecma snc.



Figura 38 – Documentazione fotografica indagine penetrometrica. Fornite da Igetecma snc.

Le prove mostrano la presenza di un primo orizzonte a comportamento prevalentemente plastico che si estende fino a circa 8- 9 metri dal piano campagna. Oltre tale profondità si osserva un incremento della frazione

granulare. Tale cambio litologico è evidenziato anche dal passaggio da materiali a bassa conducibilità idraulica a materiali ad elevata conducibilità idraulica, in grado di dissipare istantaneamente le sovrappressioni prodotte dall'avanzamento del piezocono.

La falda è stata rilevata a – 3 metri dal piano campagna.

A titolo rappresentativo si riportano i diagrammi relativi alle prove CPTu2 e CPTu6.

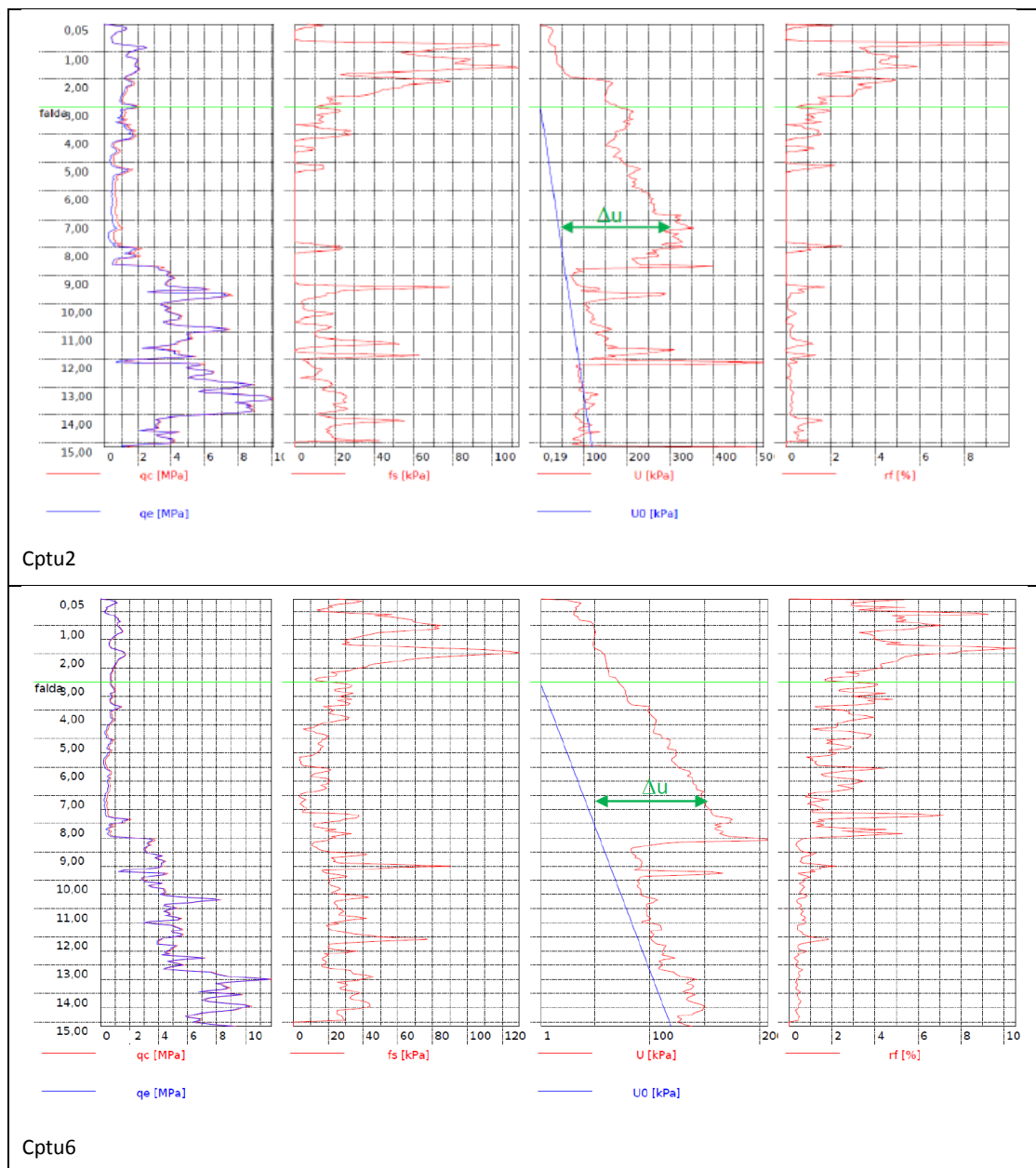


Figura 39 – Estratto risultati prove penetrometriche
con la freccia verde viene identificata la sovrappressione non dissipata dai materiali poco permeabili.

Indagini di laboratorio

Nell'ambito dell'esecuzione del carotaggio, la ditta Igetecma snc ha proceduto al prelievo di n. 4 campioni sui quali sono state eseguite le prove di laboratorio riepilogate nella tabella seguente.

Certificati di Prova	Identificazione campione	Profondità	Prove effettuate
239-241/2020	S1C1	2.0 - 2.5 m	Contenuto d'acqua
			Peso di volume
			Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida
			Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro
			Prova edometrica a gradini di carico costante
242-244/2020	S1C2	5.0 - 5.5 m	Prova di taglio diretto
			Contenuto d'acqua
			Peso di volume
			Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida
			Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro
245/2020	S1Cr3	8.0 - 8.4 m	Prova edometrica a gradini di carico costante
			Prova di taglio diretto
246-247/2020	S1C4	13.5 - 14.0 m	Analisi granulometrica per setacciatura: per via umida
			Analisi granulometrica della frazione fine: metodo del densimetro
			Contenuto d'acqua
			Peso di volume
			Prova edometrica a gradini di carico costante
			Prova di taglio diretto

Figura 40 – Analisi di laboratorio eseguite sui campioni prelevati dal sondaggio geognostico.

Di seguito si riepilogano le caratteristiche litologiche dei campioni analizzati.

Profondità	campione	Descrizione	Distribuzione granulometrica	Peso di volume naturale kN/m³	Contenuto di umidità %
2.0 - 2.5 m	S1C1	limo argilloso con noduli di ferro / manganese, consistente – molto consistente colore giallo oliva - marrone oliva chiaro	Ghiaia: 0.1% Sabbia: 9.0% Limo: 65.7% Argilla: 25.3%	20.3	19.80
5.0 - 5.5 m	S1C2	sabbia limosa argillosa mediamente consistente colore marrone oliva chiaro – grigio verdastro passante a limo sabbioso argilloso mediamente consistente colore marrone oliva chiaro - grigio verdastro	Ghiaia: 0.8% Sabbia: 22.0% Limo: 57.3% Argilla: 19.8%	19.3	23.88
8.0 - 8.4 m	S1Cr3	limo sabbioso argilloso mediamente consistente colore marrone oliva chiaro	Ghiaia: 1.1% Sabbia: 19.4% Limo: 65.5% Argilla: 14.1%	-	-
13.5 - 14.0 m	S1C4	limo argilloso sabbioso mediamente consistente colore grigio verdastro	-	17.2	11.9

Figura 41 – Riepilogo dati litologici e geotecnici sui campioni analizzati.

Le analisi effettuate evidenziano una diminuzione della frazione argillosa con la profondità, confermando la maggiore permeabilità dei terreni evidenziata dalle prove CPTU.

I contenuti di umidità degli strati superficiali sono coerenti con la frazione argillosa abbondante, mentre il contenuto naturale di umidità a 13 metri è coerente con la predominanza di materiali sabbiosi.

Di seguito si riportano i risultati delle prove di laboratorio effettuate sui campioni S1C1, S1C2 e S1C4.

CAMPIONE	S1C1
Profondità metri	2.0 - 2.5
Granulometria	
Ghiaia (%)	0.1
Sabbia (%)	9.0
Limo (%)	65.7
Argilla (%)	25.3
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m³)	19.9
Peso volume secco (kN/m³)	16.5
Prova di taglio diretto	
Coesione, C' (kPa)	6.0
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	34.2
Prova edometrica	
Rapporto di ricomprensione, Rr	0.02032
Rapporto di compressione, Rc	0.10319
Rapporto di rigonfiamento, Rs	0.02588
Pressione di preconsolidazione, σ'_{vmax} (kPa)	365
Cv (cm²/sec)	1.176E-03
K (cm/sec)	4.59E-09
Cv (cm²/sec)	7.94E-04
K (cm/sec)	3.48E-09

CAMPIONE	S1C2
Profondità metri	5.0 - 5.5
Granulometria	
Ghiaia (%)	0.8
Sabbia (%)	22.0
Limo (%)	57.3
Argilla (%)	19.8
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m³)	19.2
Peso volume secco (kN/m³)	15.4
Prova di taglio diretto	
Coesione, C' (kPa)	6.2
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	31.3
Prova edometrica	
Rapporto di ricomprensione, Rr	0.04262
Rapporto di compressione, Rc	0.09419
Rapporto di rigonfiamento, Rs	0.01731
Pressione di preconsolidazione, σ'_{vmax} (kPa)	106
Cv (cm²/sec)	1.472E-03
K (cm/sec)	2.850E-08
Cv (cm²/sec)	1.128E-03
K (cm/sec)	1.730E-08

CAMPIONE	S1C4
Profondità metri	13.5 - 14.0
Parametri fisici	
Peso volume naturale (kN/m³)	17.7
Peso volume secco (kN/m³)	12.9
Prova di taglio diretto	
Coesione, C' (kPa)	5.3
Angolo di resistenza al taglio, ϕ' (°)	26.5
Prova edometrica	
Rapporto di ricomprensione, Rr	0.02510
Rapporto di compressione, Rc	0.16352
Rapporto di rigonfiamento, Rs	0.04539
Pressione di preconsolidazione, σ'_{vmax} (kPa)	60
Cv (cm²/sec)	3.40E-04
K (cm/sec)	1.769E-08
Cv (cm²/sec)	3.39E-04
K (cm/sec)	1.242E-08

Figura 42 – Riepilogo Parametri geotecnici risultanti dalle prove di laboratorio effettuate

Estratto report Igetecma snc.

4.2.7 Categoria sottosuolo di fondazione e topografica

Le NTC2018 prevedono che la classificazione del sottosuolo si effettui in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{S,eq}$ (in m/s), definita dall'espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}} \quad [3.2.1]$$

con:

h_i spessore dell'i-esimo strato;

$V_{S,i}$ velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da V_s non inferiore a 800 m/s.

Figura 43 Estratto NTC2018

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti 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, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Tabella 1: Categoria di sottosuolo di fondazione- Estratto NCT 2018.

L'indagine sito specifica ha portato a definire un V_{seq} compreso fra 210 m/s (da 0,00 a -30,00 m) è 229 m/s (da -3,00 a -33,00 m). Tali risultati sono coerenti con indagini pregresse disponibili nell'intorno.

Pertanto, a fini progettuali si ritiene corretto l'utilizzo della **categoria di sottosuolo di fondazione C**.

La categoria topografica definita in base alle NTC2018 è T1 (pendio con inclinazione media < 15°) cui corrisponde un valore di coefficiente di **amplificazione topografica ST pari a 1**.

4.2.8 Verifica alla liquefazione dei terreni in condizioni sismiche

Ai sensi del paragrafo 7.11.3.4.2 delle NTC 2018 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;
2. profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
3. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
4. distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Fig. 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ e in Fig. 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

La studio di microzonazione sismica non inserisce il sito in esame nelle aree soggette a liquefazione dei terreni.

4.3 relazione sulle strutture

4.3.1 premessa

La nuova palestra verrà realizzata assemblando una struttura portante in legno lamellare mediante appositi pezzi di carpenteria (prefabbricati in produzione standard per le giunzioni tra elementi secondari e primari e realizzati invece su disegno specifico per le unioni principali), alla quale viene fornito ulteriore controventamento per mezzo di tiranti metallici posizionati sulle campate eterne.

Poiché la forma è semicilindrica, le testate vengono completate da un sottotelaio in legno poggianti su una cortina muraria in calcestruzzo armato gettato in opera.

Il sistema di fondazione prevede travi rovesce in calcestruzzo armato su suolo elastico, integrate da mensole interne a contrasto del ribaltamento per le impennate centrali.

Lo schema statico principale è quello dell'arco a 2 cerniere, la cui spinta orizzontale viene assorbita in parte dal complesso fondazione terreno (per effetto di attrito e mobilitazione di spinta passiva) ed in parte per l'effetto "catena" mobilitato dai cordoli di testata.

I carichi applicati alla struttura sono quelli che derivano dalla normativa (neve, vento, sisma, accidentali), dalle specifiche dotazioni (pacchetti di copertura e tamponamento, attrezzature sportive, impianti fissi) e dall'impiego di progetto (edificio in classe d'uso III).

4.3.2 criteri di verifica

Le fasi di progetto, analisi, calcolo e verifica sono state svolte dal progettista seguendo i dettami della scienza e tecnica delle costruzioni, eseguendo le attività di progetto a "regola d'arte" e nel rispetto della normativa vigente.

Al fine di garantire la sicurezza della costruzione è stato utilizzato, rispettando le prescrizioni previste dalle normative di seguito elencate, il metodo agli stati limite per verificare gli elementi strutturali e le sezioni sollecitate dalle azioni di modello.

Nella fattispecie si è considerato:

STATO LIMITE ULTIMO: lo stato per cui si perviene a collasso strutturale, crolli, perdita di equilibrio e dissesti gravi, causati da deformazioni eccessive, dal raggiungimento della massima capacità di resistenza per parti della struttura o nel suo insieme, dalla rottura per instabilità degli elementi.

STATO LIMITE DI ESERCIZIO: lo stato per cui si giunge alla perdita di una particolare funzionalità, condizionando la prestazione dell'opera a causa di danneggiamenti locali, eccessive deformazioni che limitino l'efficienza della costruzione, di impianti o elementi non strutturali.

STATO LIMITE DI DANNO: previsto per costruzioni situate in zona classificata sismica.

4.3.3 materiali utilizzati

I materiali ed i prodotti ad uso strutturale, utilizzati nelle opere oggetto della presente relazione, rispondono ai requisiti indicati dal capitolo 11 del Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Questi sono stati identificati univocamente dal produttore, qualificati sotto la sua responsabilità ed accettati dal direttore dei lavori mediante acquisizione e verifica della documentazione di qualificazione, nonché mediante eventuali prove sperimentali di accettazione.

Sulla base delle verifiche effettuate in sito ed in conformità alle disposizioni normative vigenti si prevede per la realizzazione del progetto in analisi l'adozione dei materiali di seguito descritti:

Acciaio da carpenteria tipo S235 - Zn12C –PIASTRAME-		
<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	$f_{yk} =$	2350 Kg/cm ²
Tensione di rottura	$f_{kt} =$	3600 Kg/cm ²
Modulo elastico	$E_c =$	2.100.000 Kg/cm ²
Modulo di elasticità tangenziale	$G_c =$	807.692 Kg/cm ²
Tensione normale ammissibile	$\sigma_a =$	2.238Kg/cm ²
Tensione tangenziale ammissibile	$\tau_a =$	1.186 Kg/cm ²
Deformazione percentuale massima a rottura	$A_{\%} =$	20 %
Peso specifico	$\gamma =$	7850 Kg/mc
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	12E-06 °C-1
Coefficiente di Poisson a compressione	$\nu =$	0,3

Acciaio da carpenteria tipo S355 - Zn12C – TIRANTI		
<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	$f_{yk} =$	3550 Kg/cm ²
Tensione di rottura	$f_{kt} =$	5100 Kg/cm ²
Modulo elastico	$E_c =$	2.100.000 Kg/cm ²
Modulo di elasticità tangenziale	$G_c =$	807.692 Kg/cm ²
Tensione normale ammissibile	$\sigma_a =$	3.380Kg/cm ²
Tensione tangenziale ammissibile	$\tau_a =$	1.881 Kg/cm ²
Deformazione percentuale massima a rottura	$A_{\%} =$	20 %
Peso specifico	$\gamma =$	7850 Kg/mc
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha =$	12E-06 °C-1
Coefficiente di Poisson a compressione	$\nu =$	0,3

Bulloni classe 8.8		
<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	$f_{yb} =$	6490 Kg/cm ²
Tensione di rottura	$f_{tb} =$	8000 Kg/cm ²

Chiodi tipo "Anker" DIN1052 - classe 6.8		
<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	$f_{yb} =$	4800 Kg/cm ²
Tensione di rottura	$f_{tb} =$	6000 Kg/cm ²

Tirafondi per ancoraggi DIN975 classe 8.8		
<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	$f_{yb} =$	4800 Kg/cm ²
Tensione di rottura	$f_{tb} =$	6000 Kg/cm ²

Connettori a piolo DIN1052 – S235 (SE37) - Zn12C

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di snervamento	f_{yb}	2350 Kg/cm ²
Tensione di rottura	f_{tb}	3600 Kg/cm ²
ductilità	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,2$
Allungamento a rottura	$(A_{gt})_k$	$\geq 12,0\%$

Legno lamellare tipo GL28h

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Modulo elastico	$E_{0,g,mean} =$	126.000 Kg/cm ²
Tensione normale amm. a flessione	$f_{m,g,k} =$	280 Kg/cm ²
Tensione normale amm. a trazione $\parallel$ alle fibre	$f_{t,0,g,k} =$	165 Kg/cm ²
Tensione amm. a compressione $\parallel$ alle fibre	$f_{c,0,g,k} =$	240 Kg/cm ²
Tensione amm. a compressione $\perp$ alle fibre	$f_{c,90,g,k} =$	27 Kg/cm ²
Tensione tangenziale ammissibile	$f_{v,g,k} =$	27 Kg/cm ²
Peso specifico al 12% di umidità	$\rho_{a,k} =$	380 Kg/m ³

Legno lamellare tipo GL24h

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Modulo elastico	$E_{0,g,mean} =$	116.000 Kg/cm ²
Tensione normale amm. a flessione	$f_{m,g,k} =$	240 Kg/cm ²
Tensione normale amm. a trazione $\parallel$ alle fibre	$f_{t,0,g,k} =$	140 Kg/cm ²
Tensione amm. a compressione $\parallel$ alle fibre	$f_{c,0,g,k} =$	210 Kg/cm ²
Tensione amm. a compressione $\perp$ alle fibre	$f_{c,90,g,k} =$	24 Kg/cm ²
Tensione tangenziale ammissibile	$f_{v,g,k} =$	22 Kg/cm ²
Peso specifico al 12% di umidità	$\rho_{a,k} =$	380 Kg/m ³

Calcestruzzo CLS 300 (C25/30) per fondazioni

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Resistenza caratteristica su provini cubici	R_{ck}	300,00 kg/cm ²
Resistenza caratteristica su provini cilindrici	f_{ck}	249,00 kg/cm ²
Resistenza di calcolo	f_{cd}	141,10 kg/cm ²
Per compressione centrata	f_{c1}	112,88 kg/cm ²
Resistenza massima a trazione	f_{ctm}	30,89 kg/cm ²
Modulo elastico	E_{cm}	319.172,38 kg/cm ²
Coefficiente di Poisson a compressione	ν	0,20 kg/cm ²

Acciaio da armatura tipo B450C

<i>parametro</i>	<i>simbolo</i>	<i>valore</i>
Tensione di rottura	f_{tk}	5.400,00 kg/cm ²
Tensione di snervamento	f_{yk}	4.500,00 kg/cm ²
ductilità	$(f_t/f_y)_k$	$>1,15$ & $<1,35$
Modulo elastico	E_c	2.060.000 kg/cm ²
Allungamento a rottura	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$
Modulo elastico	E_{cm}	319.172,38 kg/cm ²
Coefficiente di Poisson a compressione	ν	30,89 kg/cm ²

4.3.4 Analisi dei carichi.

4.3.4.1 generalità sulla valutazione delle azioni

Con riferimento al paragrafo 2.5.1.3 delle NTC 2018, le azioni che investono la struttura sono classificate in relazione alla durata della loro presenza nell'arco della vita di progetto come:

- **permanenti (G):** azioni con sufficiente approssimazione costanti nel tempo, tra le quali:
 - peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno);
 - peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
 - spostamenti e deformazioni imposti, previsti dal progetto e realizzati all'atto della costruzione;
- **variabili (Q):** azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- **sismiche (E):** azioni derivanti dai terremoti.

L'effetto delle azioni viene valutato ai fini delle verifiche con l'approccio semiprobabilistico agli stati limite, secondo diverse combinazioni:

- **Combinazione fondamentale SLU** dei carichi, impiegata per gli stati limite ultimi

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione caratteristica CA rara**, impiegata per gli stati limite di esercizio irreversibili

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione frequente FR**, impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione quasi permanente QP**, impiegata per gli effetti a lungo termine

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

- **Combinazione sismica**, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Nella verifica allo stato limite ultimo si distinguono le combinazioni EQU, STR e GEO (cfr NTC 2018 § 2.6.1), rispettivamente definite come: stato limite di equilibrio EQU, che considera la struttura ed il terreno come corpi rigidi; stato limite di resistenza della struttura STR, da riferimento per tutti gli elementi strutturali, e stato limite di resistenza del terreno GEO.

Nelle verifiche STR e GEO possono essere adottati in alternativa, due diversi approcci progettuali: per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza complessiva, nell'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale.

Coefficienti parziali per le azioni [cfr. NTC 2008 Tabella 2.6.I].

		Coefficiente γ_f	EQU	STR	GEO
Carichi permanenti	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali	Favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Le Norme Tecniche prescrivono i valori dei coefficienti ψ in dipendenza dalle caratteristiche della funzione di ripartizione di ciascuna azione: si ammette infatti che, assieme alle azioni permanenti, esistano combinazioni di azioni in cui una sola azione è presente al valore caratteristico mentre le altre hanno intensità ridotte $\psi_0 Q_k$.

Le categorie di azioni variabili ed i rispettivi coefficienti di combinazione utilizzati nell'applicazione dei carichi al modello sono riportati nella tabella seguente:

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Permanenti	1,00	1,00	1,00
Permanenti non strutturali	1,00	1,00	1,00
Categoria A (domestici e residenziali)	0,70	0,50	0,30
Categoria B (uffici)	0,70	0,50	0,30
Categoria C (aree di congresso)	0,70	0,70	0,60
Categoria D (aree di acquisto)	0,70	0,70	0,60
Categoria E (magazzini, Archivi, scale)	1,00	0,90	0,80
Categoria F (Peso veicoli $\leq 30kN$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G (Peso veicoli $\leq 160kN$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H (tetti)	0,00	0,00	0,00
Carichi da Neve	0,70	0,50	0,20
Carichi da Neve sotto 1000m	0,50	0,20	0,00
Carichi da Vento	0,60	0,20	0,00
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nel caso in esame, si ravvisano in particolare le seguenti combinazioni:

Simbolo	Descrizione	coefficienti	
G_1	Peso proprio	γ_{G1}	1,3
G_2	Carico permanente del telo di copertura	γ_{G2}	1,5
Q_1	Carico da neve	γ_{Q1}	1,5
		ψ_{Q01}	0,5
		ψ_{Q11}	0,2
		ψ_{Q21}	0
Q_2	Carico da vento (laterale)	γ_{Q2i}	1,5
		ψ_{Q02}	0,6
		ψ_{Q12}	0,2
		ψ_{Q22}	0
Q_3	Carico da vento (testata)	γ_{Q3}	1,5
		ψ_{Q03}	0,6
		ψ_{Q13}	0,2
		ψ_{Q23}	0
E	sisma		

E dal combinato tra il DM 17.01.2018 ed il CNR-DT206/2007, si rilevano le seguenti combinazioni fondamentali:

- 1 – C. DI LUNGA DURATA (SLE q.p.) $\rightarrow G_1 + G_2 + P$
- 2 – C. DI BREVE DURATA (SLE r.) $\rightarrow G_1 + G_2 + P + Q_1$
- 3 – COMBINAZIONE SISMICA $\rightarrow G_1 + G_2 + P + E$
- 4 – CARICHI ISTANTANEI (SLU) $\rightarrow \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_1 + \gamma_{Q2} \psi_{Q02} Q_2 + \gamma_{Q3} \psi_{Q03} Q_3$
(vento laterale)
- 5 – CARICHI ISTANTANEI (SLU) $\rightarrow \gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_1 + \gamma_{Q2} \psi_{Q02} Q_2 + \gamma_{Q3} \psi_{Q03} Q_3$
(vento di testata)

dove:

- G_1 peso proprio struttura primaria (archi)
- G_2 peso proprio struttura secondaria (puntoni)
- P peso proprio pacchetto di copertura
- Q_1 carico da neve
- Q_2 carico da vento
- Q_3 carico accidentale copertura pedonabile
- E azione sismica

Le prime 3 combinazioni sono casi particolari di quelle generiche riportate nel par. 2.5.3 del DM, le ultime 2 sono le classiche combinazioni allo stato limite ultimo per cui lo strumento di calcolo automatico verifica tutte le combinazioni possibili dei coefficienti ψ .

Dal calcolo numerico si evidenzia come la combinazione 4 sia la più sfavorevole; il fatto risulta evidente anche all'atto pratico, dato che –considerata la ridottissima massa sollecitata dal sisma, la zona sismica minima e l'azzeramento dei coefficienti ψQ nella condizione eccezionale- nella tipologia di struttura in analisi il carico più gravoso risulta essere l'azione del vento.

4.3.4.2 analisi dei carichi sulla struttura

L'edificio è soggetto a carichi esterni, dovuti alla presenza di elementi non strutturali e alla distribuzione di carichi permanenti e accidentali.

I carichi in base ai quali sono state calcolate le varie parti delle strutture delle opere in oggetto sono quelli indicati nelle NTC2018, al capitolo 3 "Azioni sulle costruzioni" – e cioè:

Carichi strutturali

Tenuti presenti i pesi dei materiali da costruzione, dei terreni ed elementi costruttivi di cui ai paragrafi 3.1.2, 3.1.3 delle predette NTC, si precisa che quali carichi permanenti sono stati assunti i seguenti:

a) Peso proprio del terreno	1.800 kg/m ³
b) Peso proprio del calcestruzzo	2.500 kg/m ³
c) Peso proprio del legno lamellare	380 kg/m ³
d) Peso proprio dell'acciaio	7.850 kg/m ³

Carichi permanenti portati

Tenuti presenti i pesi dei materiali da costruzione, degli elementi costruttivi di cui ai paragrafi 3.1.2, 3.1.3 delle predette NTC, degli accessori etc....., si precisa che quali carichi permanenti portati sono stati assunti i seguenti:

e) Peso proprio struttura lignea portata	350 kg/m ³
f) Peso proprio pacchetto di copertura	1,5 kg/m ²
g) Peso proprio condotte aerauliche	5 kg/m

Carichi di esercizio

Quali sovraccarichi di esercizio, comprensivi degli effetti dinamici ordinari, sono stati adottati, ai sensi del paragrafo 3.1.4 delle predette NTC, i valori seguenti :

h) ambienti ad uso residenziale	(A)	200 kg/m ²
i) uffici	(B1)	200 kg/m ²
	(B2)	300 kg/m ²
l) ambienti suscettibili di affollamento (C1)		300 kg/m ²
	(C2)	400 kg/m ²
	(C3)	500 kg/m ²
m) ambienti ad uso commerciale	(D1)	400 kg/m ²
	(D2)	500 kg/m ²
n) biblioteche, archivi, magazzini.....	(E1)	> 600 kg/m ²
	(E2)	---- kg/m ²
o) rimesse e parcheggi	(F)	250 kg/m ²
	(G)	---- kg/m ²
p) coperture e sottotetti	(H1)	50 kg/m ²
	(H2)	---- kg/m ²
	(H3)	---- kg/m ²

L'edificio rientra nella categoria C3 (palazzetti per lo sport) ma non sono presenti impalcati e la copertura è praticabile unicamente per le operazioni di manutenzione, pertanto si applicano i carichi accidentali di categoria H1 (50kg/mq).

È previsto l'utilizzo della struttura per il gioco del basket mediante tralicci basket da appendere ai primi 2 archi di ogni testata, con il corrispondente carico nodale concentrato di 250kg.

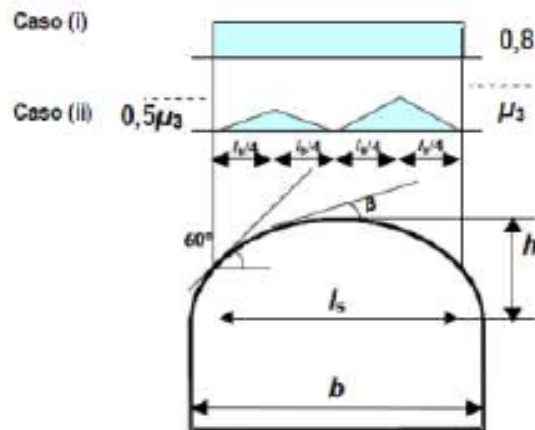
Sul muro lato in CA est verrà fissato il quadro svedese, per il quale si stima, per ogni ancoraggio, una coppia concentrata di 250kgm

Carico da neve

Il carico di neve sulla copertura, considerata l'altitudine (as<200m, quindi qsk = 100kg/mq]) ed ubicazione regionale della località (Zona II) in cui sorgerà la costruzione viene così fissato:

Regione		Toscana
Provincia		Firenze
Periodo di ritorno	[anni]	50
Altezza S.L.M.	[m]	23
Neve al suolo q_{sk}	[kg/mq]	100
C_E		1
C_T		1

Per la determinazione dei coefficienti μ_1 , μ_2 e μ_3 si fa riferimento al caso della copertura a sviluppo cilindrico, secondo lo schema:



μ_1 (fisso)	0,80
μ_2 ($\beta > 60^\circ$)	0,00
μ_3 ($\beta \leq 60^\circ$) = $0,2 + 10 \cdot h/b \leq 2,0$	$0,2 + 10 \cdot (8,70/25,80) = 3,57 \rightarrow 2,00$

Poiché il caso (ii) è riservato alle condizioni in cui l'azione del vento ha una notevole influenza anche sulla distribuzione della neve, in questa sede si ritiene di sviluppare il caso (i) e di applicare pertanto il coefficiente μ_1 del valore fisso di 0,80.

q) Carico da neve q_{sd}	80 kg/m ²
----------------------------	----------------------

Si ipotizza che lo stesso venga trasferito agli archi direttamente attraverso il pacchetto di copertura flessibile.

Azione del vento

Il carico generato dal vento sulla copertura, considerata l'altitudine ($a_s < 1000m$, quindi $V_b = V_{b0}$) ed ubicazione della località (Zona 1 – categoria III) in cui sorgerà la costruzione viene così fissato:

Regione		Toscana
Periodo di ritorno	[anni]	50
Altezza S.L.M.	[m]	23
Altezza costruzione	[m]	11,50
Distanza dalla costa		Terra oltre i 1,5km e $H_{slm} < 500m$
Classe di rugosità		C
Categoria di esposizione		III
C_t		1
C_d		1

Poiché $a_s = 23 m$ e quindi minore di $a_0 = 500 m$, $v_b = v_{b0}$, che per la zona vale 27 m/s

V_{b0}	[m/s]	25,00
----------	-------	-------

La pressione cinetica di riferimento vale quindi $\frac{1}{2} \times 1,25 kg/m^3 \times v_b^2$, ossia 456 N/m², cioè 46,5 kg/m²

q_b	[kg/mq]	46,5
-------	---------	------

Per il calcolo del coefficiente di esposizione, essendo l'altezza $z = 11,50 > z_{MIN} = 5,00$ $C_e(z)$ si fa riferimento alla formula:

$$c_e(z) = k_r^2 * c_t * \ln(z/z_0) * [7 + c_t * \ln(z/z_0)]$$

in cui:

- $k_r = 0,20$
- $z = 11,50$
- $z_0 = 0,10$

pertanto $c_e(z)$

$C_e(Z)$ alla banchina	1,71
$C_e(Z)$ al colmo	2,23

Più complesso risulta invece il calcolo del coefficiente aerodinamico C_{pe} , che varia in funzione della configurazione (vento laterale → volta cilindrica, vento di testata → copertura a falda) e pertanto scinderemo la questione nei 2 casi:

A Azione del vento laterale

Per le volte cilindriche, il riferimento normativo fornisce le indicazioni procedurali, gli schemi ed i grafici interpolativi in funzione di 3 parametri:

- la quota di riferimento $z_e = h + f/2$
- il rapporto h/d
- il rapporto f/d

tutti definiti secondo lo schema:

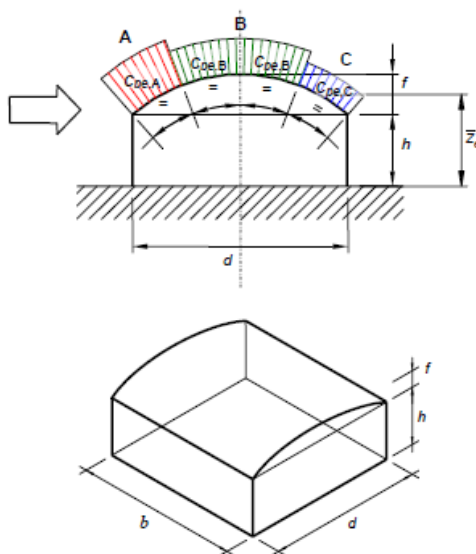


Figura G.15 – Schema di riferimento per coperture a volta cilindrica.

Nel quale si individuano anche le 4 zone della volta in cui si esplica l'azione del vento.

Nel caso in esame:

- $h = 2,60$ mt
- $f = 8,90$ mt
- $d = 25,80$ mt

pertanto:

- $z_e = h + f/2 = 2,60 + (8,90/2) = 7,05$ mt
- $h/d = 2,60 / 25,80 = 0,10$ (compreso tra 0 e 0,5, quindi si interpola)
- $f/d = 8,90 / 25,80 = 0,344$

che riportati sul grafico, danno:

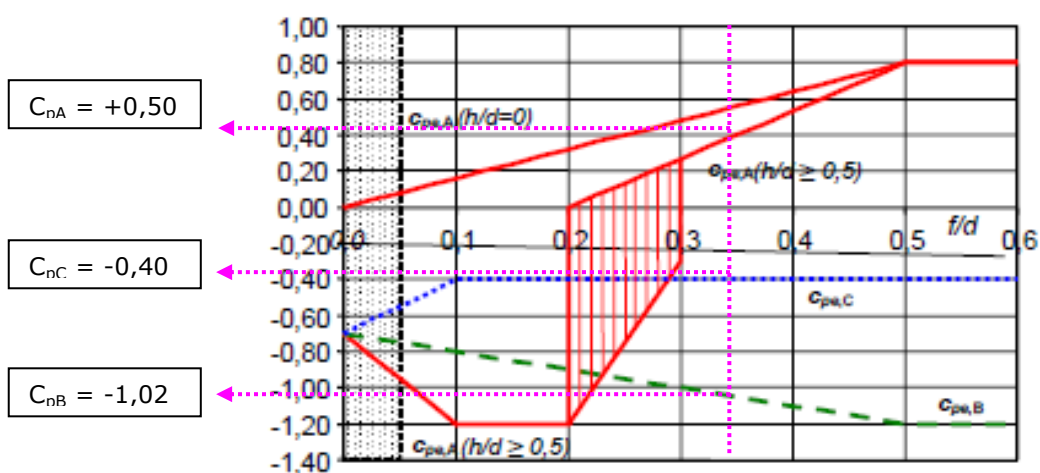
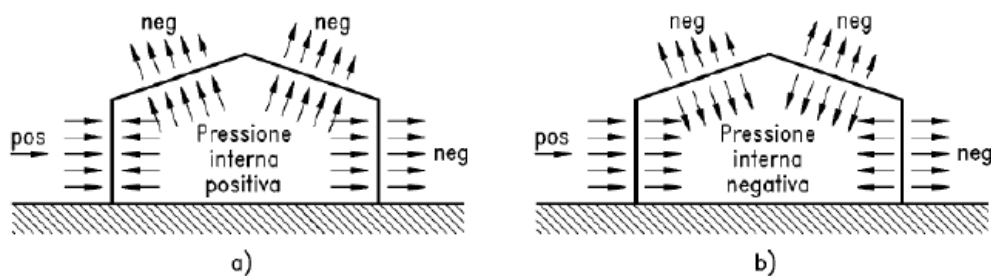


Figura G.16 – Coefficienti di pressione per coperture a volta cilindrica.

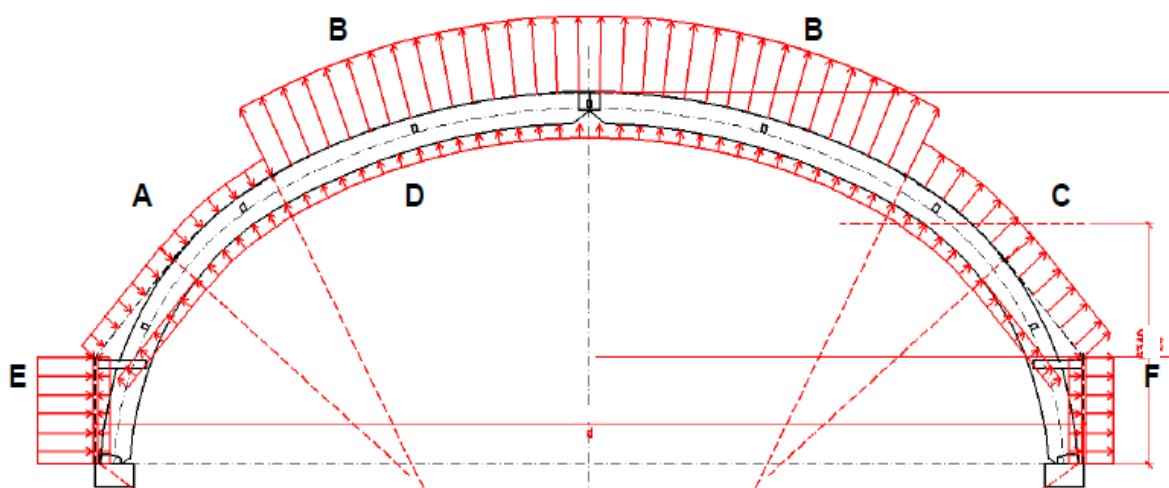
Sulle pareti verticali della copertura (dove di trovano gli scorrevoli) si applicano invece i classici coefficienti sopravento (+0,8) e sottovento (-0,4) ed inoltre, non essendo garantita l'ermeticità della struttura, si applica il coefficiente di pressione interna C_{pi} , comunemente assunto $\pm 0,2$.

Si sceglie il caso a) far quelli proposti dalla normativa:



Perché consente di massimizzare gli effetti della depressione interna conseguenti a quello che in gergo –per queste strutture- si definisce “effetto pallone”.

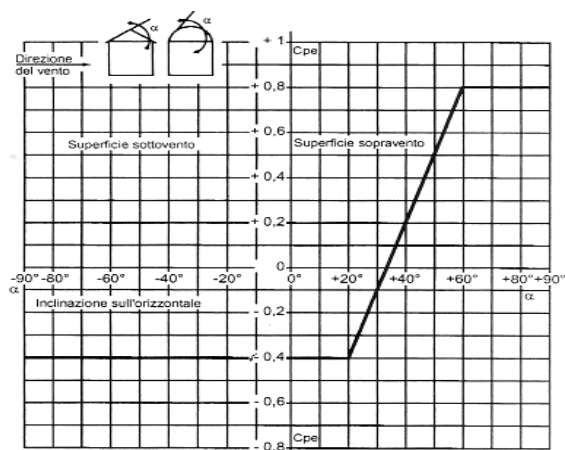
Nello schema seguente si riassume il tutto:



Azione del vento di testata

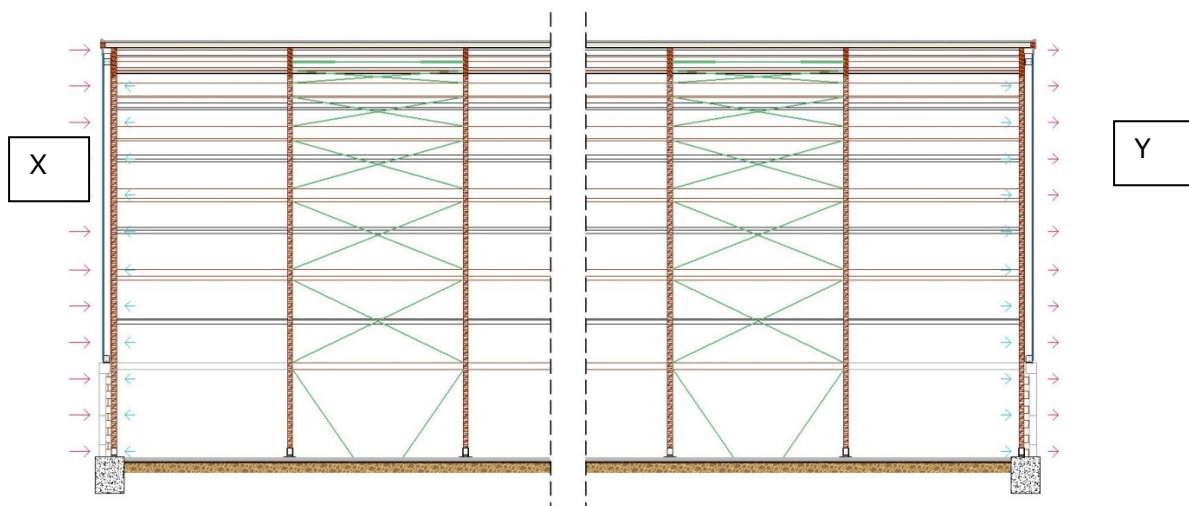
Per le azioni indotte dal vento sulle testate, il caso è decisamente più semplice, in quanto trattasti di semplice superficie piana, risolvibile secondo le indicazioni del punto C.3.3.10.1 della Circolare e sintetizzate in questo

schema:



In cui la pressione sopravvento è fissata a $C_{p+} = +0,8$, mentre per la porzione sottovento C_{p-} è fisso a $-0,4$ e come di consueto, non essendo garantita l'ermeticità della struttura, si applica il coefficiente di pressione interna C_{pi} , comunemente assunto $\pm 0,2$.

Riassumendo nuovamente per schemi:



4.3.4.3 classificazione sismica

La Delibera n. 421 del 26-05-2014 della Regione Toscana allegato n.1 inserisce il comune in esame in zona sismica 3:

ISTAT	Nome	Dir. 3274/03	D.G.R. Toscana
09048019	Fucecchio	43.1	3

La zona è quindi SISMICA DI LIVELLO MEDIO-BASSO, rintracciabile anche nella schermata del servizio di individuazione della pericolosità sismica su GIS offerto dal sito Acca.it:

EdiLus-MS
Mappe Sismiche

EdiLus-MS è il software ACCA per individuare la pericolosità sismica di tutte le località italiane direttamente dalla mappa. Scrivi l'indirizzo o lo sposta il segnalino sul sito che ti interessa e otterrai dinamicamente tutti i parametri di pericolosità sismica.

es. "Contrade Rosole, 13 BAGNOLI RPRD"
via padre checchi, Fucecchio

Cerca

Mappe Satellite

Google

43.7231512, 10.80142823

Letture (WGS84)
43.72335583
Longitudine (WGS84)
10.79956141

Letture (ED50)
43.723111
Longitudine (ED50)
10.80066

Altitudine (mt)
0

Classe dell'edificio
III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti signif.

Vita Normale Struttura
50

Periodo di Riferimento per l'azione sismica
75

Parametri di pericolosità Sismica

Stato Limite	T_r [anni]	a_g/g [-]	F_0 [-]	T^* [s]
Operatività	45	0.051	2.554	0.250
Danno	75	0.061	2.600	0.265
Salvaguardia Vita	712	0.140	2.489	0.291
Prevenzione Collasso	1482	0.178	2.408	0.297

Termini e Condizioni di utilizzo di EdiLus-MS

ACCA SOFTWARE
Tel: 082769.504 - Fax: 082766.12.35
E-Mail: info@acca.it

4.3.4.4 fattore di struttura

Il valore del fattore di struttura q da utilizzare per ciascuna direzione della azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità del materiale. Il calcolo del fattore di struttura avviene con la seguente espressione:

$$q = q_0 K_R$$

Per prevenire il collasso delle strutture a seguito della rottura delle pareti, i valori di q_0 devono essere ridotti mediante il fattore k_w assunto pari ad 1 per strutture a telaio e miste equivalenti a telaio o calcolato come $(1+\alpha_0)/3$ per strutture a pareti, miste equivalenti a pareti e torsionalmente deformabili.

Classe di duttilità: B	Regolarità in pianta: REGOLARE
Tipologia di modello strutturale: telai	Rapporto di sovrarresistenza α_u/α_1 (NTC 2008 § 7.4.3.2): -
Tipologia strutturale: 1 piano	Fattore di struttura massimo q_0 (NTC 2008 Tab 7.4.I): 2,5*
Regolarità in altezza: REGOLARE	Fattore riduttivo K_R : 1,0
Rapporto tra altezza a larghezza delle pareti α_0 : -	Fattore correttivo k_w : 1,0
Fattore di struttura q – componente orizzontale: 2,5 (valore imposto) *: fattore di struttura q_0 assunto pari a 2,5 come da tabella 7.7.II (portali iperstatici con mezzi di unione a gambo cilindrico a bassa duttilità con spessore minimo degli elementi collegati pari a 8 volte il diametro dei collegamenti)	

4.3.4.5 giunti sismici ed edifici contigui

Il paragrafo 7.2.2 del DM 17.01.2018, stabilisce che quando 2 strutture siano adiacenti, onde evitare il fenomeno del martellamento in caso di azioni orizzontali (in particolar modo di origine sismica o comunque pulsante), si debba procedere –in sede progettuale- alla definizione di un guanto di dilatazione, che consenta alle strutture stesse di muoversi indipendentemente, ognuna in funzione delle proprie caratteristiche geometriche e di rigidzze e delle proprie sollecitazioni.

Nel caso in esame, la palestra verrà realizzata come struttura indipendente, quindi –in senso strettamente letterale- non sono da prevedersi giunti sismici o particolari sistemi di compensazione dei movimenti tra la palestra ed il corpo di fabbrica esistente della scuola.

Poiché a fare da “cerniera” tra i 2 edifici provvederà il corpo prefabbricato destinato agli spogliatoi, si ritiene in via prudenziale ed al fine di garantire il corretto funzionamento dei sistemi di giunzione dei 3 edifici, di definire le caratteristiche minime dei giunti testata/blocco spogliatoi e corridoio spogliatoi/edificio scolastico.

Non essendo possibile definire in maniera precisa il reciproco spostamento che potrebbero sviluppare le strutture contigue ci si rifà al criterio generale per cui la distanza tra 2 edifici contigui non deve essere inferiore a 2 volte lo spostamento “nominale” di un edificio non isolato alla base, pari ad $1/100$ della quota di contatto, valore poi corretto con il coefficiente $a_g S/0,5g$.

Nel nostro, utilizzando un semplice foglio di calcolo, caso abbiamo:

Dimensionamento del giunto sismico NTC 7.2.2					
Tipo di Costruzione	2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale			
Classe d'uso	III	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso			
Località		Longitudine	10,79956141	Latitudine	43,725111
CALCOLA PARAMETRI LOCALITA'					
Stato limite	P_{vr}	T_r	a_g	F₀	T_c
SLV	10	712	0,1403	2,44	0,29
Categoria di sottosuolo	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 Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)			
Categorie topografiche	T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$			
Stato limite	S_s	S_T	S		
SLV	1,49	1,00	1,49		
Altezza edificio		11,5	m		
Spostamento singolo edificio $= a_g S h / (0,5 \times 100)$			49 mm		
Giunto sismico			98 mm		

A livello progettuale, la realizzazione di un giunto di circa 100mm non pone grossi problemi in quanto assorbito dal coibente posizionato tra i 2 edifici (spessore 120mm), tuttavia ai fini della protezione del giunto stesso, si prescrive che venga prevista una protezione alle infiltrazioni da realizzarsi mediante guarnizione idroespansiva in polimero idrofilo (tipo Adeka-KM di Volteco) o riempimento con apposito tubolare in polietilene ad elevata densità e mastice acrilico di finitura (tipo sistema Etaphoam 20 + Sika Flex Pro 2 di Sika).

4.3.4.6 progettazione delle fondazioni

Le verifiche della sicurezza in fondazione sono condotte nei riguardi dello stato limite ultimo e dello stato limite di esercizio.

Le verifiche nei riguardi dello stato limite ultimo (SLU) previste dalla Normativa sono:

EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme terreno-struttura, considerati come corpi rigidi;

STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi di fondazione;

GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme terreno-struttura;

ULP - perdita di equilibrio della struttura o del terreno, dovuta alla sottospinta dell'acqua (galleggiamento);

HYD - erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici.

Verifiche EQU: L'edificio è soggetto ad azioni di tipo verticale e di tipo orizzontale. Come si evince dal diagramma delle pressioni sul terreno di fondazione, queste ultime sono tutte di compressione.

Pertanto essendo le pressioni di compressione sicuramente non si hanno fenomeni di perdita di equilibrio della struttura.

Verifiche STR: le verifiche di resistenza degli elementi strutturali di fondazione sono state eseguite contestualmente alla verifica degli elementi strutturali in elevazione. Le relative verifiche sono riportate nella relazione di calcolo;

Verifiche GEO: le verifiche di resistenza del terreno interagente con la struttura sono condotte confrontando i valori di resistenza con quelli di progetto, secondo l'Approccio 2, come riportato nelle pagine seguenti.

Verifiche UPL e HYD : poiché nel terreno di fondazione non vi è la presenza della falda non si hanno fenomeni di galleggiamento o di sifonamento.

Le verifiche di sicurezza relative agli stati limite ultimi (SLU) e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) vanno effettuate nel rispetto dei principi e delle procedure, previste nelle Norme tecniche per le costruzioni approvate con D.M. 17.01.2018.

Deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

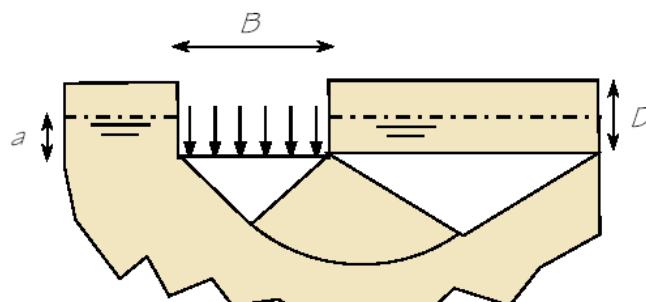
ove E_d è il valore di progetto dell'azione o degli effetti delle azioni combinate con i coefficienti A1 di cui alla tabella 6.2.I e R_d è il valore di progetto della resistenza del terreno.

La resistenza R_d è determinata in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici di resistenza, divisi per il coefficiente parziale γ_m specificato nella tabella 6.2.II colonna M1:

verifica di sicurezza (slu del complesso fondazione-terreno)

Deve essere rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, nella quale le azioni di calcolo E_d , ottenute applicando i coefficienti del caso A1, sono confrontate con la resistenza di progetto R_d , ottenuta applicando i coefficienti del caso M1.

Sulla base di tali considerazioni per la determinazione del carico limite e di quello ammissibile si fa riferimento alla seguente relazione di Brinch-Hansen:



$$p_u = c' N_c + (\gamma D - \gamma_w a) N_q + \frac{1}{2} \gamma' B N_\gamma$$

4.3.4.7 Modello strutturale e principali risultati (diagrammi) del calcolo

Lo schema statico fondamentale è quello dell'arco a 2 cerniere.

La struttura risulta composta da 6 archi paralleli collegati nodalmente da puntoni con funzione di controventamento longitudinale.

Ulteriore controventamento viene realizzato sulle campate esterne tramite tiranti che vengono schematizzati come bielle, in quanto in grado (per la loro natura costruttiva) di trasmettere unicamente azioni assiali.

Il collegamento tra gli elementi strutturali è modellato come incastro.

La struttura principale è corredata da 2 baraccature simmetriche di testata costituite da telaio in legno lamellare, poggianti su muro di testata in calcestruzzo armato e tamponato con lastre di polycarbonato alveolare.

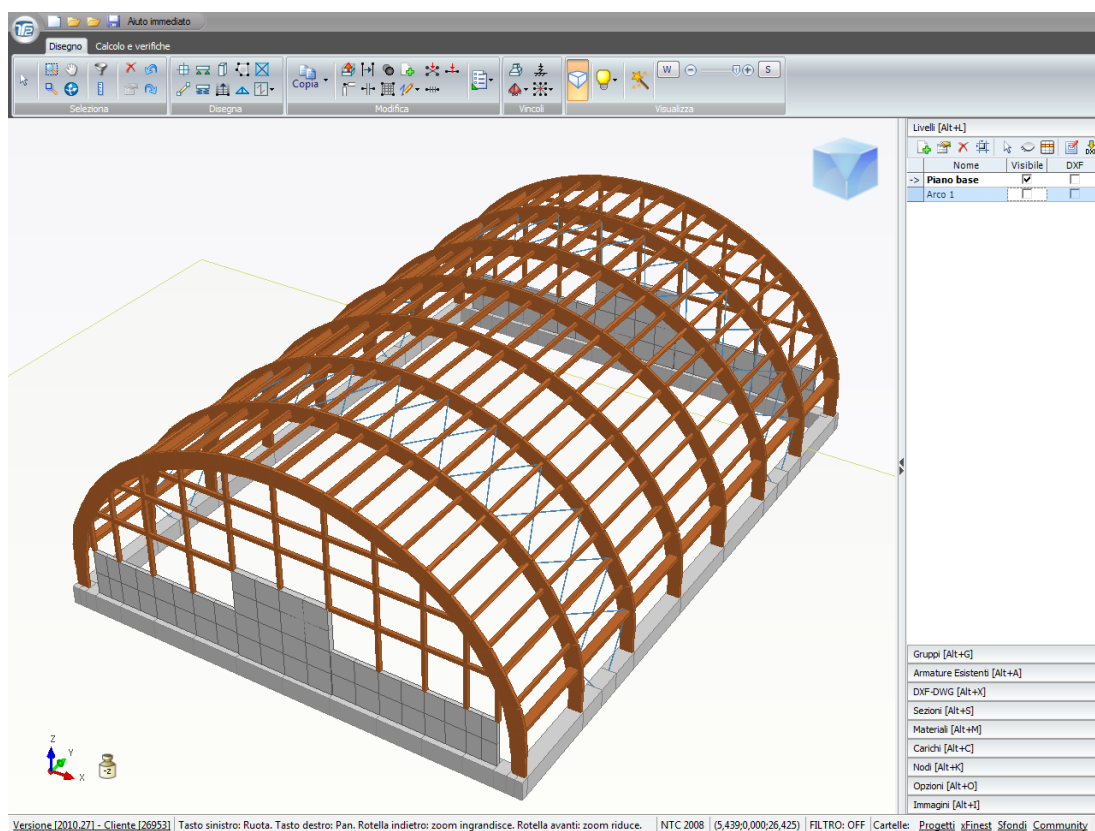
Il telaio ligneo è organizzato indizione principale lungo z (dal muro alla sommità dell'arco) ed in direzione secondaria lungo x (tra asta ed asta), ed i collegamenti sono schematizzati come cerniere.

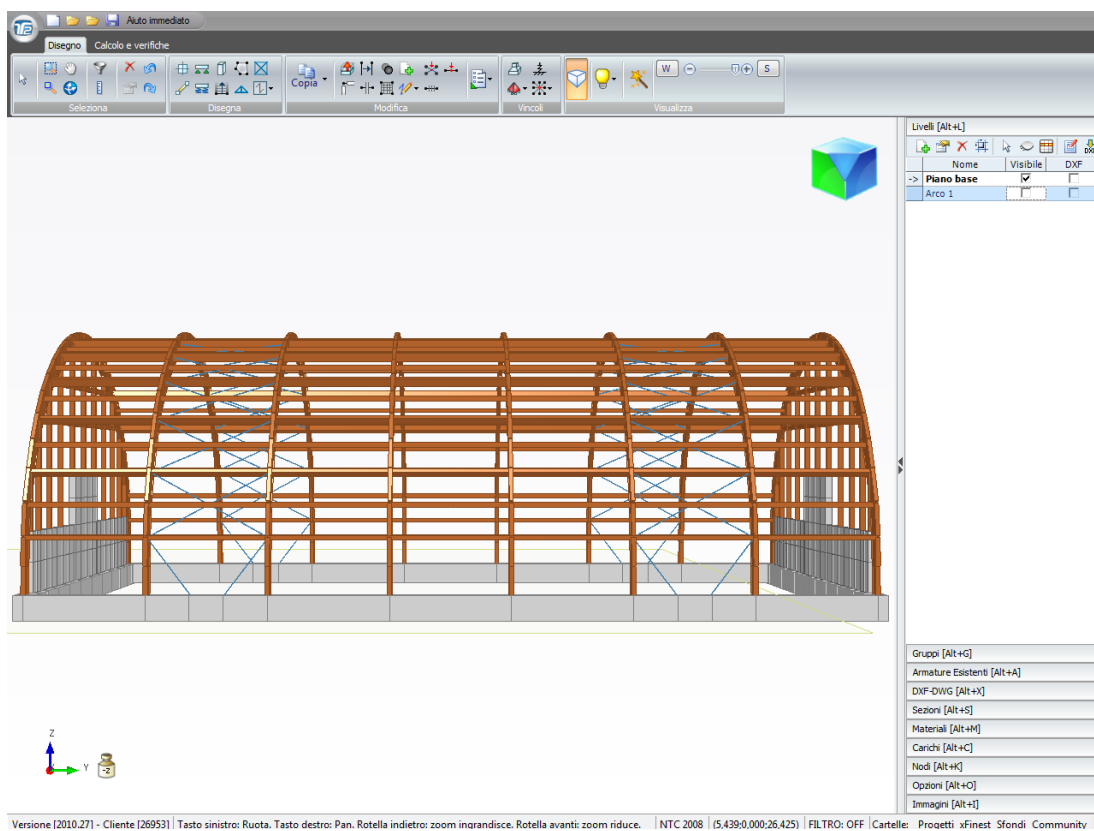
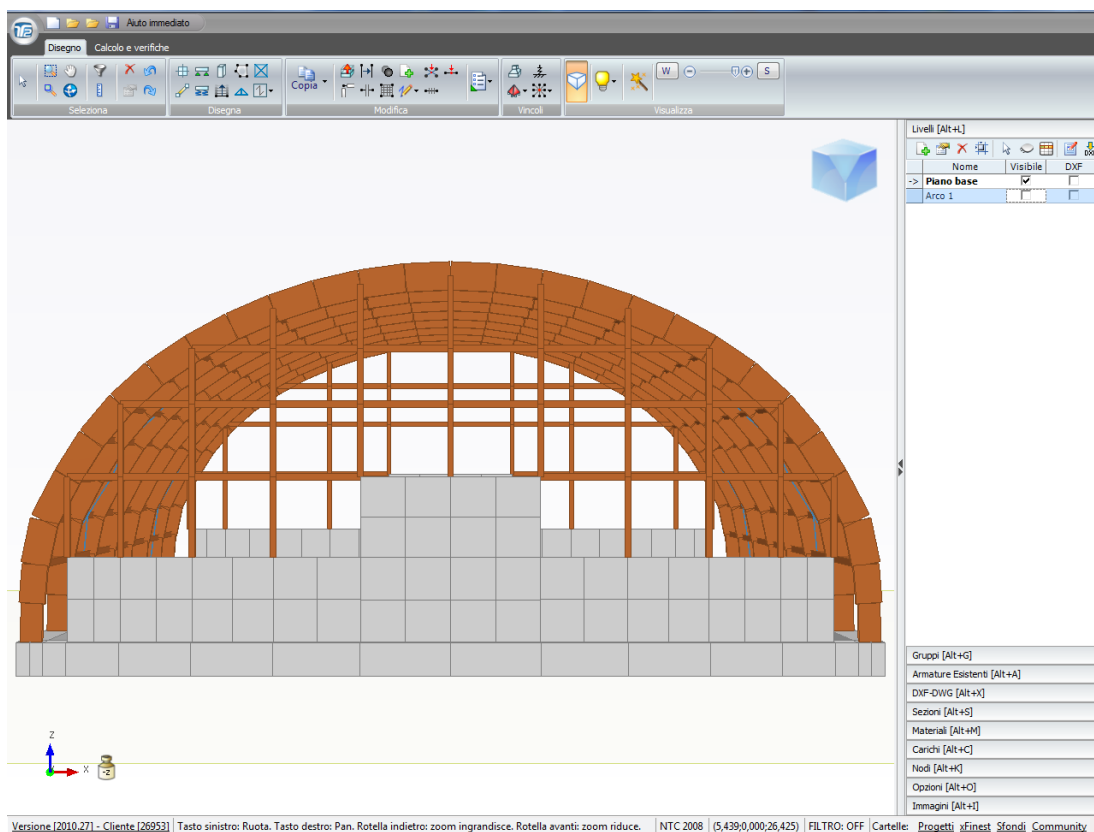
I muri di testata sono ipotizzati incastrati alla base nei rispettivi cordoli di fondazione.

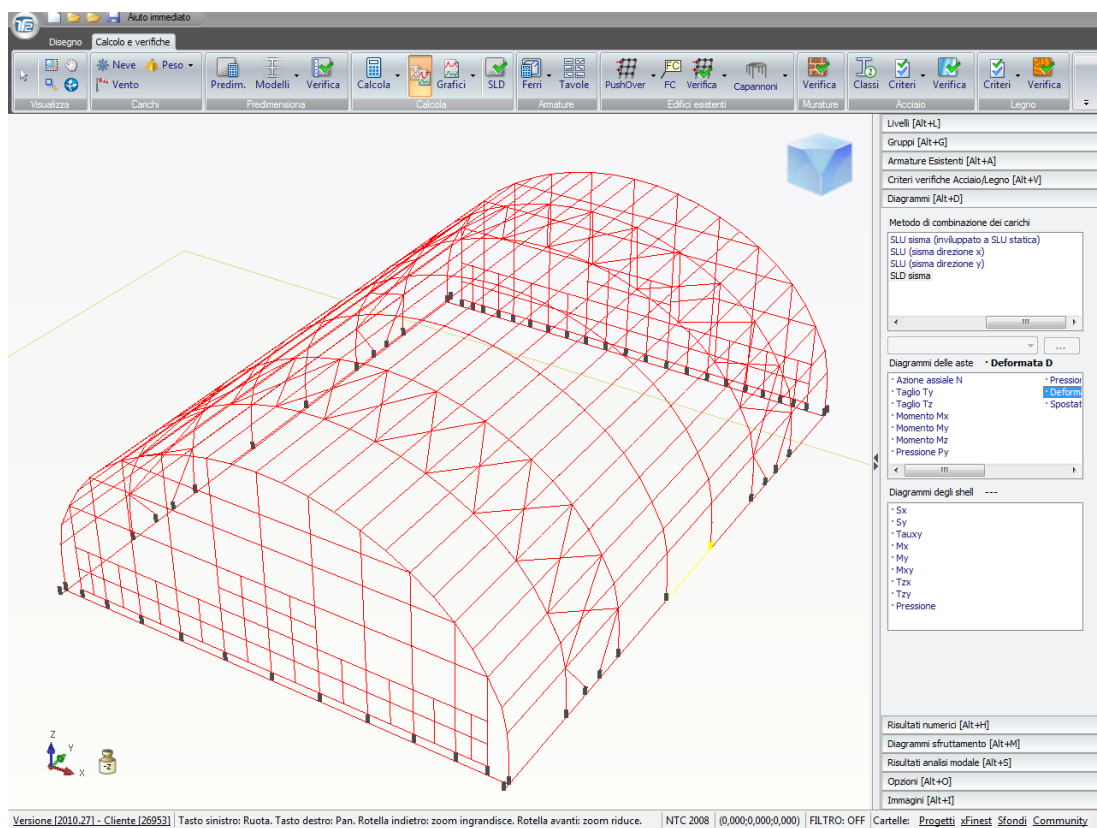
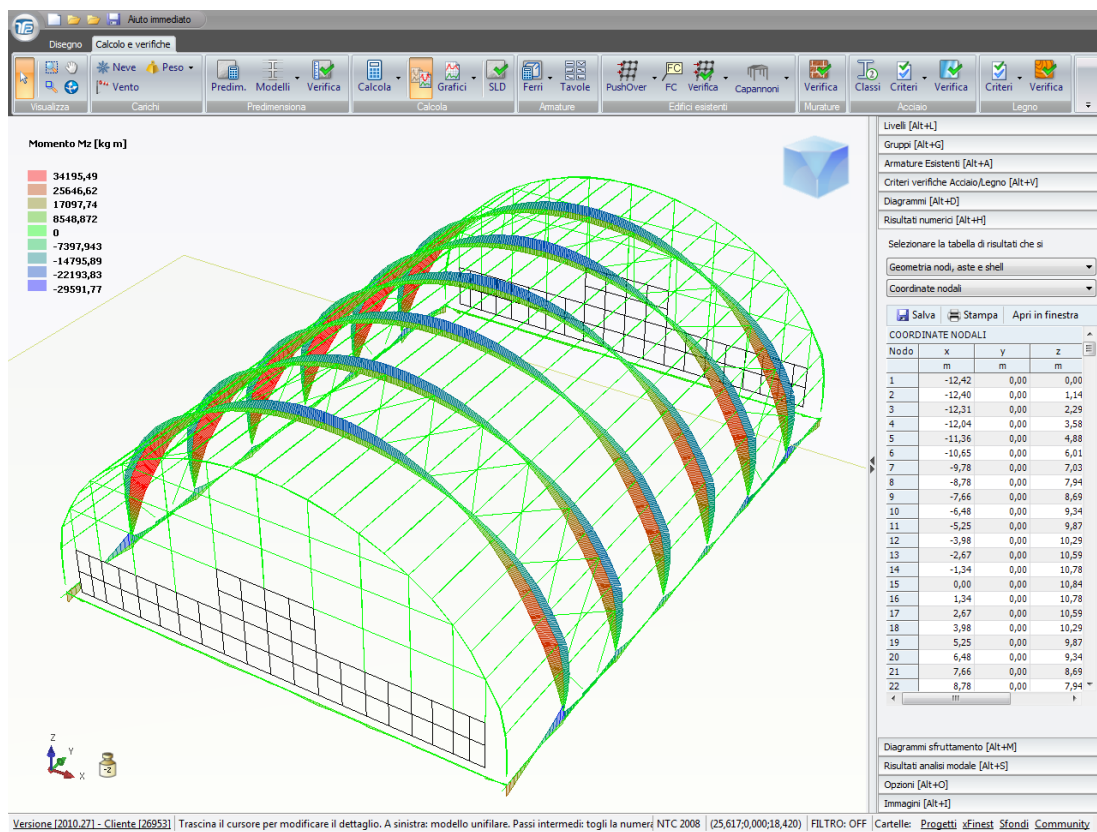
Il contributo stabilizzante dei pacchetti di copertura e testata (effetto di piano rigido) viene prudenzialmente ipotizzato nullo.

Il collegamento a terra, pur garantendo costruttivamente la mobilitazione di momento lungo l'asse "Y" (ossia lungo l'asse longitudinale maggiore) viene schematizzato in questa direzione come cerniera, onde limitare i fenomeni di rifollamento del piede in legno (che necessita di rastrematura per esigenze costruttive) e di torsione indotta nel cordolo di fondazione; il relativo aggravio di momento viene naturalmente ridistribuito sull'intera campata arcuata e dimensionato di conseguenza.

A seguire alcune visualizzazioni grafiche del modello tridimensionale.







4.3.4.8 Verifica di resistenza al fuoco della struttura (sala sportiva)

Di seguito si darà conto dei calcoli eseguiti in conformità alle vigenti Nuove Norme Tecniche emanate dal Ministero delle Infrastrutture con D.M. del 17.01.2018, nonché alle istruzioni per la progettazione, l'esecuzione ed il controllo delle strutture in legno emanate dal CNR con il documento CNR-DT 206/2007, tenendo presenti le caratteristiche, le qualità dei materiali e le tecnologie da impiegarsi nelle opere da costruire.

È utile distinguere preliminarmente tra i concetti di "resistenza al fuoco" e "reazione al fuoco": per reazione si intende la capacità di un materiale di contribuire ad un incendio ed eventualmente di propagarlo, mentre per resistenza si intende la capacità di un manufatto di svolgere la propria funzione (nello specifico di natura statica) dal momento in cui viene investito da un incendio.

La reazione al fuoco di un manufatto viene espressa da un codice che corrisponde ad una classificazione (normata dalla UNI-EN 13501/1) che nel caso del legno è 5555.

La resistenza è invece espressa in termini di tempo in cui il manufatto mantiene le proprie caratteristiche meccaniche ed è definita in minuti.

Scopo del calcolo è quello di stabilire quanti minuti resiste sotto carico d'incendio la struttura in oggetto, attribuendogli di conseguenza una delle classi prestabilite (R15 / R20 / R30 / R45 / R60 / R90 / R120 / R180).

Nel caso in oggetto, la relazione del progetto antincendio stabilisce una resistenza delle strutture portanti R30.

La struttura di copertura in lamellare è stata verificata con apposito modello tridimensionale per il quale si rimanda all'apposita relazione; in questa fase si procederà a verifica sotto carico d'incendio dell'arco, utilizzando le azioni sollecitanti (M, N e T) derivanti dal suddetto calcolo e le caratteristiche meccaniche ricavate come da punto 14.1.2.

Come previsto dal documento CNR-DT 206/2007, capitolo 12, paragrafo 1, la verifica viene condotta nella sezione più sollecitata dell'intera struttura.

Per la verifica delle strutture sottoposte a carico d'incendio, si assume che le proprietà meccaniche della sezione lignea residua, ad una certa distanza dallo strato carbonizzato, non risultino ridotte rispetto alle condizioni standard.

Per quanto riguarda gli effetti prodotti dalle azioni dirette applicate alla struttura, si adotta una combinazione di tipo "eccezionale", effettuando quindi una verifica allo stato limite ultimo utilizzando i relativi coefficienti di sicurezza.

I metodi di valutazione prevedono differenti livelli di semplificazione e si riducono sostanzialmente a 2:

1. analisi strutturale globale con verifica della disequazione:

$$A_{d,fi}(t) \leq R_{d,fi}(t)$$

Nella quale:

- $A_{d,fi}$ è il valore delle azioni di progetto in situazione di incendio, per la quale si ritiene accettabile ipotizzare $A_{d,fi} =$

$$0,7A_d$$

- $R_{d,fi}$ è la corrispondente resistenza della sezione al tempo t

- t è la durata di esposizione al fuoco che determina la classe della struttura

2. analisi statica dei singoli elementi, considerando come condizioni al contorno quelle corrispondenti alle normali condizioni di servizio;

in questo caso, per la resistenza ed i moduli elastici della sezione "efficace" –nella verifica di capacità portante- si adottano i seguenti valori:

$$f_{d,fi} = k_{mod,fi} k_{fi} (f_k / \gamma_{M,fi})$$

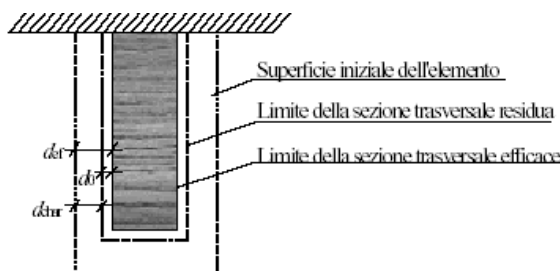
$$S_{d,fi} = k_{mod,fi} k_{fi} (S_{0,5} / \gamma_{M,fi})$$

dove:

- f_k e $S_{0,5}$ sono i valori di una generica proprietà a temperatura ambiente
- $f_{d,fi}$ e $S_{d,fi}$ sono i valori di progetto delle proprietà meccaniche in condizioni di incendio
- k_{fi} un coefficiente che sintetizza il comportamento del legno in condizioni di incendio e vale 1,25 per il legno massiccio ed 1,15 per il legno lamellare e prodotti derivati
- $\gamma_{M,fi}$ è il coefficiente di sicurezza in condizioni di incendio ed è pari ad 1,00
- $k_{mod,fi}$ sostituisce il k_{mod} utilizzato a temperatura ambiente ed è pari ad 1,00

Il metodo generalmente più utilizzato –e quello che in questa relazione sarà impiegato– è il secondo e prevede la preventiva valutazione della velocità di demolizione della sezione lignea causata dalla carbonizzazione e di conseguenza la determinazione di una sezione efficace (ridotta rispetto a quella originaria) che verrà utilizzata per il calcolo a rottura allo stato limite ultimo di collasso.

Con riferimento allo schema sotto riportato:



si identificano:

- una linea di carbonizzazione che rappresenta il confine tra lo strato carbonizzato e la sezione trasversale residua e ricomprende la porzione d_{char} ;
- una sezione trasversale residua pari a $d - d_{char}$;
- una sezione trasversale efficace ottenuta sottraendo alla sezione residua una ulteriore porzione di materiale in cui, per sicurezza, si considerano nulli i valori di resistenza e rigidezza, che vale $d - (d_{char} + d_0)$;

in sintesi, nel calcolo si diminuisce la sezione iniziale di una quantità

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$$

dove:

- d_{ef} è la profondità di carbonizzazione
- $d_{char} = b_0 t$ con b_0 velocità di carbonizzazione ideale e t è il tempo di esposizione
- k_0 è un coefficiente che dipende dal tempo e varia linearmente tra 0 ($t = 0$) ed 1 ($t = 20\text{min}$); si assume costante e pari a 1 per $t > 20\text{min}$.
- d_0 è fisso e vale 7mm

Per quanto riguarda la velocità di carbonizzazione β_0 si può fare riferimento alla seguente tabella elaborata dal CNR:

Materiale	β_0 (mm/min.)
a) Conifere	
Legno massiccio con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ ed una dimensione minima di 35 mm	0.8
Legno lamellare incollato con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0.7
Pannelli di legno con massa volumica caratteristica di 450 ed una dimensione minima di 20 mm	0.9
b) Latifoglie (legno massiccio o legno lamellare incollato) con massa volumica caratteristica $\geq 450 \text{ kg/m}^3$ e quercia	0.5
c) Latifoglie (legno massiccio o legno lamellare incollato) con massa volumica caratteristica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$ e quercia	0.7

Dai calcoli condotti, si rileva come la struttura lignea sia in grado di garantire, in condizioni di collasso allo SLU_{fire} , il parametro R30 richiesto dalla normativa.

Al fine di valutare la resistenza al fuoco di una struttura lignea nella sua totalità, è necessario poter valutare la resistenza al fuoco offerta dagli eventuali collegamenti presenti in quanto –se realizzati con elementi metallici- essi rappresentano il vero punto di debolezza nei confronti dell'incendio.

Le parti metalliche costituiscono infatti, oltre che elemento di trasmissione del calore all'interno della massa lignea, zone di deformazione incompatibili con la statica globale della struttura, in special modo nei casi dei controventi.

Le unioni non protette (cioè realizzate con elementi metallici esposti, in tutto o in parte) possono essere generalmente considerate appartenenti alla classe R15 o R20 se progettate per un comportamento simmetrico e rispondenti ai requisiti minimi della seguente tabella:

elementi di collegamento	Td,fi (min)	Condizione imposta
Chiodi	15	$d \geq 2,8\text{mm}$
Viti	15	$d \geq 3,5\text{mm}$
Bulloni	15	$t_1 \geq 45\text{mm}$
Perni o spine	20	$t_1 \geq 45\text{mm}$
Altri connettori secondo EN 912	15	$t_1 \geq 45\text{mm}$
t_1 spessore dell'elemento di legno laterale d diametro dell'elemento di collegamento		

Una più elevata resistenza al fuoco può essere ottenuta con una adeguata progettazione statica e tecnologica dello stesso o con particolari protezioni da realizzarsi in opera, secondo quanto prescritto dalla EN 1995-1-2 del 2004.

Poiché i collegamenti principali della struttura avvengono con un sistema misto (spine calibrate + bulloni), si assume il valore base R15 e, applicando "al contrario" la formula

$$d_{ef} = d_{char} + k_0 d_0$$

per garantire il requisito R30 da tabella 3.5.IV del DM 14.01.2008 del livello di protezione II:

$$d_{suppl} = d_{char} + k_0 d_0 = 15 \times 0,7 + 7 = 17,5\text{mm} \sim 20\text{mm}$$

ossia, le spine dovrebbero essere protette con tappi in legno dello spessore di $20/2 = 10\text{mm}$ su ogni lato.

Dalla verifica condotta analiticamente sulla base del metodo grafico definito sulla base della EN 1993/2005, risulta tuttavia che si possono accettare sistemi cilindrici di giunzione (spine e bulloni) non protetti sino alla classe R30, in quanto la resistenza residua è in grado di sostenere le azioni di progetto per la specifica combinazione di carico.

4.4 relazione archeologica

Visti i rilievi preliminari condotti nel paragrafo 2.1.8 e le indicazioni fornite dall'ufficio tecnico comunale., non risultano necessari ulteriori approfondimenti.

4.5 relazione sugli impianti

La nuova palestra sarà dotata dei consueti impianti:

1. Impianto di illuminazione standard, in grado di garantire 500lux sul piano di gioco
2. Impianto di illuminazione di emergenza in grado di garantire 5lux lungo le vie d'esodo
3. Impianto di allarme antincendio luminoso e sonoro
4. Impianto di forza motrice per le manutenzioni e gli apparecchi mobili
5. Impianto di forza motrice per le installazioni fisse
6. Impianto di riscaldamento mediante aerotermini asserviti a generatore di calore a condensazione
7. Impianto di ricircolo di aria in grado di assicurare una integrazione meccanica alla ventilazione naturale
8. Impianto idrico interno di spegnimento incendi con naspi tipo ND20/25
9. Generatore fotovoltaico in copertura

Il blocco servizi verrà dotato di impianti progettati ad hoc e realizzati in opera, comprendenti:

10. Impianto di illuminazione standard
11. Impianto di illuminazione di emergenza in grado di garantire 5lux lungo le vie d'esodo
12. Impianto di allarme antincendio luminoso e sonoro
13. Impianto di forza motrice per le manutenzioni e gli apparecchi mobili
14. Impianto di forza motrice per le installazioni fisse
15. Impianto solare fotovoltaico per integrazioni delle utenze elettriche
16. Impianto di riscaldamento a pavimento radiante (ventilconvettori per i servizi del pubblico) servito da generatore di calore a condensazione
17. Impianto di produzione di acqua calda sanitaria servito da generatore di calore a condensazione
18. Impianto solare termico di preriscaldamento degli accumulatori per ACS e R
19. Impianto di ventilazione meccanica con recupero di calore per l'estrazione dei funi e del vapore nelle zone umide degli spogliatoi
20. Impianto idrosanitario completo di adduzioni, utenze e scarichi

L'intera struttura sarà poi dotata di linea di messa a terra e di linee esterne per adduzione utenze (energia elettrica, acqua e gas) e smaltimento acque chiare e reflui.

Tutti i dettagli sulle modellazioni adottate, normative, criteri e strumenti di calcolo sono riportati nelle apposite relazioni specialistiche.

4.5.1 impianti meccanici

4.5.1.1 Sistemi per la somministrazione dell'acqua

Gli impianti idrico-sanitari, alimentati dall'acquedotto locale, devono essere previsti con il sistema di somministrazione a contatore.

Qualora le caratteristiche idrauliche dell'acquedotto, cui si allaccia l'impianto in oggetto, siano tali da non poter assicurare il fabbisogno corrispondente alla portata massima di contemporaneità, deve essere prevista una adeguata riserva, per usi non potabili.

Quando la pressione della rete cittadina è soggetta a variazioni in taluni periodi dell'anno e del giorno che rendono insufficiente l'alimentazione dell'impianto, occorre provvedere ad una soluzione diretta a mantenere nella rete il valore della portata utile assunta a base dei calcoli.

Sulla condotta principale di derivazione del contatore (o dei contatori), immediatamente a valle dello stesso, deve essere installata una saracinesca di intercettazione. Ove la pressione di alimentazione, misurata a valle del contatore, sia superiore a 5 atm., sulla derivazione suddetta dovrà prevedersi un riduttore di pressione con annesso manometro, saracinesche di intercettazione e by-pass.

I contatori per acqua, di tipo normalizzato secondo le norme UNI 1064-1077, dovranno essere dimensionati in modo che sia la portata minima di esercizio sia la portata massima di punta siano comprese nel campo di misura; dovrà inoltre verificarsi che la perdita di carico del contatore, alla portata massima, non superi il valore previsto nella progettazione dell'impianto.

I contatori, montati su tubazioni convoglianti acqua calda, dovranno avere i ruotismi e le apparecchiature di misura costruiti con materiale indeformabile sotto l'effetto della temperatura.

4.5.1.2 Rete di distribuzione acqua fredda

Generalità

Per rete di distribuzione acqua fredda si intende l'insieme delle tubazioni (collettori, colonne montanti e diramazioni) a partire dall'organo erogatore (contatore, serbatoio, autoclave) sino alle utilizzazioni.

Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete acqua fredda, sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- acciaio zincato a caldo, (tubi UNI 3834 o UNI 4148 o UNI 4149 - zincati a caldo secondo UNI 5745) con giunti filettati e pezzi speciali di raccordo in ghisa malleabile secondo UNI 5192 e UNI 5212, bordati, filettati e zincati a caldo, secondo UNI 4721. Sono tassativamente vietate saldature di qualsiasi genere, per il collegamento delle tubazioni di acciaio zincato;
- resina sintetica (tubi PVC 312 - UNI 5443, tubi in polietilene alta densità - UNI 7611/7612/7613/7614/7615/7616, tubi in polipropilene - UNI 8318), con giunzioni filettate e pezzi speciali di raccordo.

Dimensionamento

Il dimensionamento dei diametri delle tubazioni costituenti la rete sarà determinato tenendo conto del coefficiente di contemporaneità, dei diametri minimi delle utilizzazioni, delle velocità, delle portate e delle pressioni residue alle utilizzazioni.

Contemporaneità

Il valore del coefficiente di contemporaneità di funzionamento (contemporaneità: portata delle utilizzazioni funzionanti contemporaneamente divisa per la portata totale delle utilizzazioni) è determinato in relazione alle tipologie di utilizzo (abitazioni permanenti, uffici, centri sportivi, scuole, ecc.)

Diametri minimi alle utilizzazioni

I diametri interni delle diramazioni alle utilizzazioni non potranno avere valori inferiori ai minimi indicati nella seguente tabella:

- cassette WC, fontanelle, orinatoi con lavaggio continuo 14 mm - 1/2"
- lavabi, bidets, vasche, docce, lavelli, orinatoi comandati, rubinetti attingimento, idranti per pavimenti, lavastoviglie, lavabiancheria 14 mm - 1/2"
- vasche da bagno per alberghi, idranti per autorimesse 20 mm - 3/4"
- flussometri e passi rapidi per WC 24 mm - 1"

Velocità dell'acqua

La velocità dell'acqua non dovrà superare 1,1 m/s nelle tubazioni sino a 1/2 pollice (14 mm), 1,5 m/s nelle tubazioni di 3/4 di pollice (20 mm), e 2,0 m/s nelle tubazioni di diametro di 1" e superiore (24 mm ed oltre).

La velocità dell'acqua dovrà essere compresa tra 0,5 e 1,5 m/s con valore massimo di 1,1 per diametro di 1/2 pollice per le tubazioni installate all'interno degli appartamenti.

Potrà raggiungere i 2 m/s nelle tubazioni di diametro non inferiore a 1 pollice interrate nelle cantine, nelle officine, nei locali, in genere, lontani da quelli di abitazione, di degenza e di studio.

Portata delle utilizzazioni

Le portate alle singole utilizzazioni nelle condizioni più sfavorevoli non potranno avere valori inferiori ai minimi indicati nella seguente tabella:

- orinatoio a lavaggio continuo, fontanella 0,05 l/s
- cassetta WC, lavabo, bidet, lavapiedi 0,10 l/s
- doccia, lavello cucina e vuotatoio 0,15 l/s
- vasca da bagno 0,20 l/s
- idranti lavaggio pavimento 0,30 l/s
- WC con flussometro o passo rapido 1,50 l/s

Pressioni residue

La pressione residua all'utilizzazione non potrà essere inferiore a 5 m H₂O.

4.5.1.3 Rete di distribuzione acqua potabile

Generalità

Per rete di distribuzione acqua da bere si intende l'insieme delle tubazioni, in circuito indipendente, in diretta derivazione dall'acquedotto (o dalla bocca tarata) il quale garantisca acqua sempre in movimento e la più fresca possibile.

La distribuzione avverrà con acqua a temperatura naturale; nella quale, la circolazione deve essere continua. Tutta la rete dovrà essere protetta contro le condensazioni e perciò sarà opportunamente coibentata.

Materiali ammessi

- acciaio zincato a caldo, (tubi UNI 3834 o UNI 4148 o UNI 4149 - zincati a caldo secondo UNI 5745) con giunti filettati e pezzi speciali di raccordo in ghisa malleabile secondo UNI 5192 e UNI 5212, bordati, filettati e zincati a caldo, secondo UNI 4721. Sono tassativamente vietate saldature di qualsiasi genere, per il collegamento delle tubazioni di acciaio zincato;

- resina sintetica (tubi PVC 312 - UNI 5443, tubi in polietilene alta densità - UNI 7611/7612/7613/7614/7615/7616, tubi in polipropilene - UNI 8318), con giunzioni filettate e pezzi speciali di raccordo;
- scambiatore in controcorrente con fascio tubiero in acciaio inossidabile del tipo estraibile flangiato con corpo in acciaio.
- elettropompe, in bronzo o acciaio inossidabile.
- valvole ad asse inclinato, a flusso libero, in bronzo con guarnizioni Jenkins.

Dimensionamento

Il valore del coefficiente di contemporaneità verrà determinato in base al tipo di utenza; La velocità dell'acqua non dovrà superare 1,00 m/s.

La portata delle singole utilizzazioni non deve essere inferiore a 5 lt/min.

La pressione residua alle utilizzazioni non potrà essere inferiore a 5 m H₂O.

4.5.1.4 Rete di distribuzione acqua calda

Generalità

Per la rete di distribuzione acqua calda si intende l'insieme delle tubazioni a partire dal generatore sino alle utilizzazioni.

Materiali ammessi

Nella realizzazione della rete acqua calda, sono ammesse tubazioni dei seguenti materiali:

- acciaio zincato a caldo (tubi UNI 3824 o UNI 4148 o UNI 4149, zincati a caldo secondo UNI 5745), con giunzioni filettate e pezzi speciali di raccordo in ghisa malleabile secondo UNI 5192 e UNI 5212, bordati, filettati o zincati a caldo secondo UNI 4721.

Sono tassativamente vietate saldature di qualsiasi genere per il collegamento delle tubazioni di acciaio zincato.

Qualora siano necessarie tubazioni di diametro superiore a 4", è ammesso l'uso di tubazioni di acciaio nero, con giunti a flangia, il tutto zincato a caldo per immersione dopo l'esecuzione delle necessarie saldature.

Dimensionamento

Il valore del coefficiente di contemporaneità di funzionamento (contemporaneità: rapporto tra la portata di utilizzazioni funzionanti contemporaneamente e la portata totale delle utilizzazioni) è determinato in base alla tipologia di utilizzo.

I diametri delle tubazioni rete acqua calda saranno determinati in modo da soddisfare le condizioni di cui ai punti seguenti.

I diametri interni delle diramazioni alle utilizzazioni non potranno avere valori inferiori ai minimi indicati nella seguente tabella:

- | | |
|--|---------------|
| – lavabi, bidets, vasche, docce, lavelli, rubinetti, lavastoviglie, lavabiancheria | 14 m/m - 1/2" |
| – vasche da bagno per alberghi | 20 m/m - 3/4" |

La velocità dell'acqua non dovrà superare 1,10 m/s nelle tubazioni fino a 1/2", 1,5 m/s fino ad 1" e 2 m/s nelle tubazioni di diametro superiore.

Le portate alle singole utilizzazioni non potranno avere valori inferiori ai minimi indicati nella seguente tabella:

- lavabo, bidet, lava piedi 0,10 l/s
- doccia, lavello cucina o vuotatoi 0,15 l/s
- vasca da bagno 0,20 l/s

La pressione residua alle utilizzazioni non potrà essere inferiore a 5 metri di colonna d'acqua. Le condizioni indicate ai punti precedenti, dovranno essere assicurate quando funzioni un numero di utilizzazioni pari a quello ricavato dalla contemporaneità, secondo la dislocazione delle utilizzazioni medesime stabilita dalle modalità di collaudo.

4.5.1.5 Dimensionamento generale per le utenze

Il dimensionamento di una distribuzione d'acqua, sia essa fredda o calda, deve necessariamente partire dalla conoscenza della portata massima contemporanea, cioè del valore massimo della portata contemporaneamente disponibile per tutte le utenze servite da una distribuzione durante tutta la durata del periodo di punta.

Il calcolo della portata massima contemporanea può essere fatto in vari modi, ad esempio partendo dai dati sull'approvvigionamento d'acqua e sulle portate minime dei rubinetti di erogazione.

Il metodo oggi più usato è quello proposto dalle norme UNI e basato sul concetto di unità di carico (UC).

L'unità di carico è un valore convenzionale che rappresenta la portata di un rubinetto erogatore e che tiene conto di diversi fattori caratterizzanti il punto di erogazione tra cui:

- portata reale;
- caratteristiche dimensionali;
- caratteristiche funzionali
- frequenza d'uso.

La Tab. 1 riporta i valori di unità di carico da assegnare ai più comuni apparecchi sanitari riscontrabili :

Apparecchio	Unità di carico acqua fredda	Unità di carico acqua calda	Unità di carico acqua fredda + calda
Lavabo	0,75	0,75	1
Bidet	0,75	0,75	1
Doccia	1,5	1,5	2
Vaso con cassetta	3	-	3
Vaso con Flussometro	6	-	6
Lavello cucina	1,5	1,5	2
Lavabiancheria(solo acqua fredda)	2	-	2
Lavastoviglie(solo acqua fredda)	2	-	2
Pilozzo	1,5	1,5	2
Vasca	1,5	1,5	2

Nel caso di più apparecchi installati in uno stesso locale, combinazione di apparecchi, come ad esempio, bagni, cucine, è necessario tenere conto della non contemporaneità di utilizzo. In pratica, si ipotizza che solo due degli apparecchi presenti in un singolo locale siano utilizzati contemporaneamente.

La norma UNI riporta i valori delle unità di carico per le combinazioni di apparecchi più comuni cosicché non è necessario fare il conto dei singoli apparecchi sanitari ogni volta. I valori più comunemente utilizzati sono riportati nella Tab.2 :

Apparecchio	Unità di carico acqua fredda	Unità di carico acqua calda	Unità di carico acqua fredda + calda
lavabo+bidet+vasca+vaso con cassetta	4,5	2,25	5
lavabo+bidet+vasca+vaso con flussometro	7,5	2,25	8
lavabo+bidet+vasca+vaso con cassetta+lavabiancheria	5,5	2,25	6
Lavabo+bidet+vasca+vasocon flussometro	8,5	2,25	9
Lavabo+vaso con cassetta	3	0,75	3
Lavabo+vaso con flussometro	6	0,75	6
Lavabo+vaso con cassetta+lavabiancheria	4	0,75	4,5
Lavabo+vaso con flussometro+lavabiancheri a	7	0,75	7
Bagno completo(vaso con cassetta) e cucina	6	3,5	7
Bagno completo(vaso con flussometro) e cucina	8,5	3,5	10

Poiché, come sopra evidenziato, l'unità di carico tiene conto di fattori quali la frequenza d'uso e le caratteristiche funzionali, i valori riportati nelle Tab. 1 e 2 non rappresentano la portata massima degli apparecchi sanitari elencati. I valori assunti per le unità di carico sono valori convenzionali che servono per il calcolo della portata massima contemporanea.

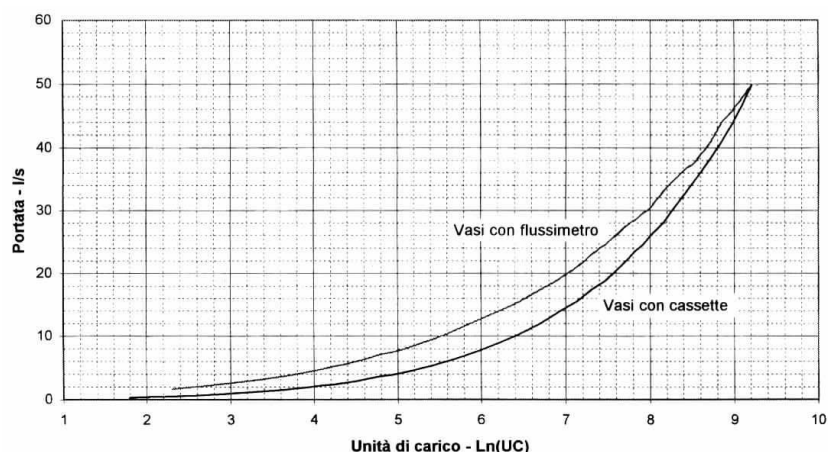
Per il calcolo della reale portata massima di un apparecchio è possibile fare riferimento alla Tab. 3 dove sono riportate le massime portate, espresse in litri al secondo, di un rubinetto in funzione del suo diametro nominale e della pressione di esercizio.

Pressione di esercizio	Portata massima in l/s per rubinetto DN10	Portata massima in l/s per rubinetto DN15	Portata massima in l/s per rubinetto DN20
0,5	0,2	0,4	0,6
1	0,3	0,50	0,85
2	0,4	0,65	1,2
3	0,5	0,8	2,1
4	0,6	1	2,4
5	0,7	1,1	2,7

Calcolo della portata d'acqua massima contemporanea

Assegnate le unità di carico a tutti gli apparecchi, o alle combinazioni, presenti sulla rete di distribuzione è possibile calcolare la portata massima conoscendo la relazione tra la portata massima conoscendo la relazione tra la portata ed unità di carico.

Sperimentalmente sono state ricavate alcune funzioni $q = f(UC)$ che regolano il rapporto tra la portata d'acqua (q) e unità di carico (UC). La successiva Fig. 1 mostra, tale funzione per una distribuzione caratterizzata da vasi a cassetta e per una con flussometri in un edificio. Sull'asse delle ascisse è riportato il logaritmo naturale delle unità di carico, su quello delle ordinate la portata espressa in l/s.



Calcolo dei diametri da adottare per le tubazioni

Il diametro da assegnare ad ogni tubazione è funzione dei seguenti parametri :

- portata massima contemporanea Q_{max} assegnata alla tubazione;
- velocità massima ammissibile V_{am} dell'acqua in tubazione.

Noti Q_{max} e V_{am} è possibile assegnare in prima approssimazione un diametro alle tubazioni utilizzando la seguente formula:

$$D_{int} = 2 \cdot (Q_{max} / V_{am}) \quad (1)$$

La (1) è valida se si utilizza il Sistema Internazionale di unità di misura.

Se si esprime la portata in litri al secondo, le velocità in metri al secondo e il diametro in pollici, la (1) diventa:

$$D_{int} = 1,404822 \cdot (Q_{max} / V_{am}) \quad (2)$$

Il valore che si ottiene utilizzando la (1) o la (2) è il diametro interno della tubazione e va arrotondato per eccesso alla categoria merceologica dei tubi.

Se non si vuole far riferimento a formule come la (1) è possibile utilizzare tabelle come la Tab. 4 che riporta la portata dei tubi in acciaio in funzione del loro diametro nominale e della velocità dell'acqua, o la Tab 5 che riporta la velocità dell'acqua in una tubazione in funzione del diametro e delle unità di carico.

Velocità H ₂ O	DN10	DN16	DN20	DN25	DN35	DN40	DN50	DN60	DN65	DN70	DN80	DN100
0,5	0,05	0,1	0,15	0,28	0,5	0,65	1,1	1,5	1,8	2,6	3,5	4,5
1	0,1	0,18	0,32	0,55	1	1,4	2,2	3	3,75	5	7	9
1,5	0,15	0,28	0,47	0,83	1,5	2,05	3,3	4,5	5,55	7,6	10,5	13,5
2	0,2	0,36	0,64	1,1	2	2,8	4,4	6	7,5	10	14	18

Tab. 4 Portata [l/s] di tubazioni in acciaio in funzione del diametro nominale e della velocità dell'acqua

Unità di carico	Diametro	Velocità [m/s]	Unità di carico	Diametro	Velocità [m/s]	Unità di carico	Diametro	Velocità [m/s]
6	½"	1,45	120	2"	1,65	1500	4"	2
8	¾"	1,23	140	2"	1,85	1750	4"	2,1
10	1"	1,6	160	2" 1/4	1,4	2000	4"	2,4
12	1"	1,13	180	2" 1/4	1,55	2250	4"	2,54
14	1"	1,3	200	2" 1/4	1,65	2500	4"	2,62
16	1"	1,5	225	2" 1/4	1,8	2750	5"	2
18	1"	1,6	250	2" 1/2	1,5	3000	5"	2,12
20	1" 1/4	1,04	275	2" 1/2	1,65	3500	5"	2,28
25	1" 1/4	1,15	300	2" 1/2	1,8	4000	6"	1,72
30	1" 1/4	1,35	400	2" 1/2	2,1	4500	6"	1,85
35	1" 1/4	1,14	500	3"	1,8	5000	6"	1,8
40	1" 1/2	1,25	600	3"	1,99	6000	6"	2,15
50	1" 1/2	1,44	700	3"	2,18	7000	6"	2,3
60	1" 1/2	1,67	800	3"	2,28	8000	6"	2,5
70	1" 1/2	1,75	900	3" 1/2	2,5	9000	7"	1,95
80	2"	1,28	1000	3" 1/2	2,7	10000	8"	1,59
90	2"	1,35	1250	3" 1/2	3,05			
100	2"	1,48						

Tab. 5 Velocità dell'acqua in funzione del diametro della tubazione e delle unità di carico (vasi a cassetta)

Per il dimensionamento delle diramazioni interne dei bagni non è necessario utilizzare formule o tabelle.

La buona pratica suggerisce di utilizzare tubi di diametro ½" per tutti gli apparecchi sanitari ad eccezione di passi rapidi o flussometri per cui si utilizzano normalmente tubi da ¾" o 1".

E' buona norma collegare gli apparecchi dotati di flussometro direttamente alla colonna.

4.5.1.6 Calcolo dell'energia necessaria alla produzione di ACS

Il calcolo dell'energia necessaria alla produzione di ACS è funzione del consumo di acqua stimato, della temperatura di impiego desiderata e della temperatura di stoccaggio della medesima.

In media, in Italia si consumano circa 50 litri al giorno di acqua calda sanitaria pro capite, alla temperatura di 45°C.

Ipotizzando una temperatura dell'acqua proveniente dall'acquedotto pari a 15°C si può calcolare il quantitativo pro capite Q, di energia termica necessaria:

$$Q = G \cdot cs \cdot (T_u - T_a) = 50l \cdot 1 \text{ kcal/l}^\circ\text{C} \cdot 30^\circ\text{C} = 1500 \text{ kcal}$$

Avendo indicato con:

G, massa d'acqua da scaldare (l)

cs, calore specifico dell'acqua (kcal/l)

Tu, temperatura di utilizzo, pari a 45°C

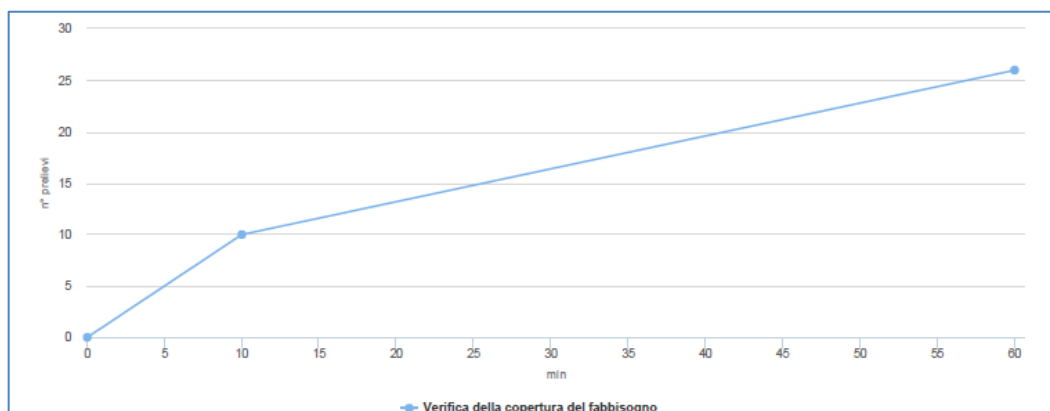
Ta, temperatura acqua dell'acquedotto (°C).

Ponendo poi:

Persone nell'ora di punta	48 n°
Persone primi 10 minuti	14 n°
Docce	10 n°
Portata per doccia	8 lt/min
Durata doccia media	7 min
Rubinetti a tempo	Sì
Temperatura acqua fredda	12 °C

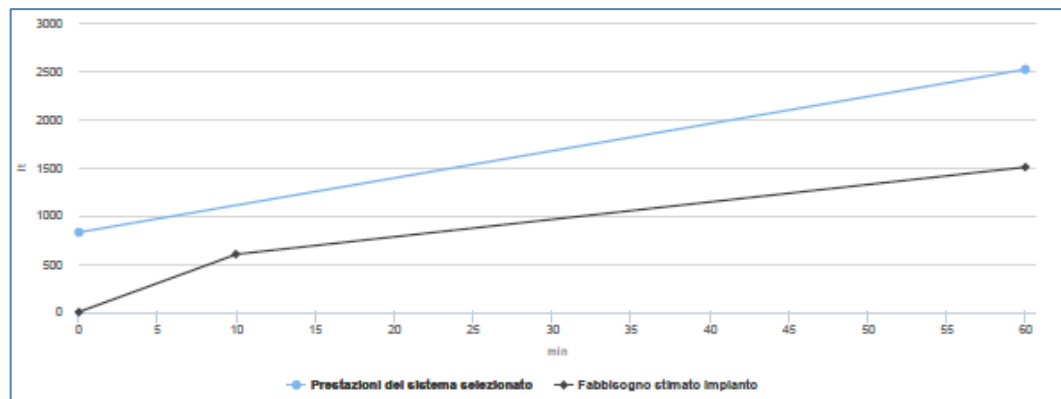
Temperatura acqua calda	40 ° C
Temperatura accumulo	70 ° C
Durata del prelievo	2 ore
Fabbisogno nei primi 10 min	600 lt
Fabbisogno nella prima ora	1505 lt
Fabbisogno nel periodo di punta	3168 lt
Consumo per persona (doccia)	56 lt
Docce nei primi 10 minuti	10 n°
Docce nella prima ora	26 n°
Docce nel periodo di punta	56 n°

Si ottiene il grafico del fabbisogno che il generatore deve coprire:



Gruppo Termico 1 Aguadens 37 + 1 Aguastore 1.000

Potenza KW (Aguadens)	58 KW
Potenza KW Sistema	58 KW
Attacchi idraulici (Aguastore)	2 "
Produzione acqua in continuo (lt/min) 2	9,7 lt/min
Litri acqua accumulata totale	1.000 lt
Quantità A.C.S. 10' (litri)	1.036 lt
Quantità A.C.S. 20' (litri)	1.333 lt
Quantità A.C.S. 30' (litri)	1.630 lt
Quantità A.C.S. 40' (litri)	1.927 lt
Quantità A.C.S. 50' (litri)	2.224 lt
Quantità A.C.S. 60' (litri)	2.521 lt
Temperatura accumulo	70 ° C
Tempo di ripristino bollitore (min)	34,9 min
Percentuale di sovradim. nei primi 10' (%)	72,7 %
Percentuale di sovradim. sul periodo di punta (%)	67,5 %



4.5.1.7 Sistemi di integrazione solare termica

Generalità

La tecnologia per l'utilizzo termico dell'energia solare ha raggiunto maturità ed affidabilità tali da farla rientrare tra i modi più razionali e puliti per scaldare l'acqua o l'aria nell'utilizzo domestico e produttivo.

La radiazione solare, nonostante la sua scarsa densità (che raggiunge 1 kW/m^2 solo nelle giornate di cielo sereno), resta la fonte energetica più abbondante e pulita sulla superficie terrestre; il rendimento dei pannelli solari poi è aumentato di un buon 30 % nell'ultimo decennio, rendendo varie applicazioni nell'edilizia, nel terziario e nell'agricoltura commercialmente competitive.

L'applicazione più comune è il **collettore solare termico utilizzato per scaldare acqua sanitaria**: 1 metro quadrato di collettore solare può scaldare a $45\div 60\text{ }^\circ\text{C}$ tra i 40 ed i 300 litri d'acqua in un giorno a secondo dell'efficienza che varia con le condizioni climatiche e con la tipologia di collettore tra 30 % e 80%.

Le tipologie di collettori solari termici variano molto in termini di costo e di prestazioni ed, essendo l'energia solare una fonte aleatoria sulla superficie terrestre, i collettori solari termici vanno realisticamente considerati integrativi rispetto alle tecnologie tradizionali; essi vanno quindi considerati capaci di fornire direttamente solo parte dell'energia necessaria all'utenza, energia che altrimenti dovrebbe essere prodotta dalla caldaia tradizionale.

La percentuale di energia termica prodotta annualmente da un collettore solare termico prende il nome di fattore di copertura del fabbisogno termico annuo.

A Roma, per un sistema che ottimizzi il rapporto costi/energia prodotta, questo fattore non supera il 65%.

Questo limite è comune a moltissime tecnologie basate su fonti rinnovabili, il più delle volte caratterizzate da disponibilità aleatoria o periodica; a causa di ciò, con il crescere delle dimensioni dell'impianto, cresce il fattore di copertura del carico termico, ma la relazione tra il costo dell'energia e l'energia prodotta resta lineare fino al 55%÷60%. Superato questo valore, il costo continua ad aumentare linearmente con le dimensioni dell'impianto, mentre l'energia prodotta aumenta meno rapidamente, il che si traduce in un maggiore costo dell'unità di superficie di collettore.

Caratteristiche degli impianti

Esistono diverse tecnologie per la trasformazione dell'energia solare in energia termica a bassa temperatura, ma la suddivisione principale è fatta fra:

- Circolazione Naturale
- Circolazione Forzata

La differenza principale fra le due tecniche di conversione sta principalmente nel fatto che nella prima (circolazione naturale) non ci sono elementi impiantistici di tipo elettromeccanico: il motore della circolazione naturale è direttamente l'energia solare.

Nella seconda (circolazione forzata) il fluido viene fatto circolare da una pompa di circolazione.

Per quanto concerne invece il collettore solare, esso altro non è che una piastra captante che, grazie alla sua geometria e alle proprietà della sua superficie, assorbe energia solare e la converte in calore (conversione fototermica).

Tale energia viene poi inviata ad un fluido termovettore che circola all'interno del collettore stesso o tubo di calore.

La caratteristica principale che identifica la qualità di un collettore solare è l'efficienza intesa come capacità di conversione dell'energia solare incidente in energia termica.

Esistono tre principali tipologie di collettori solari:

- Piani [piani vetrati e piani scoperti]
- Sottovuoto
- a concentrazione.

COLLETTORI SOLARI PIANI

I collettori solari piani sono la tipologia attualmente più diffusa.

Quelli vetrati sono essenzialmente costituiti da una copertura in vetro, una piastra captante isolata termicamente nella parte inferiore e lateralmente contenuti all'interno di una cassa metallica o plastica.

Quelli scoperti sono normalmente in materiale plastico direttamente esposti alla radiazione solare; l'utilizzo di quest'ultimi è di norma limitato al riscaldamento dell'acqua di piscine.

COLLETTORI SOLARI SOTTOVUOTO

Sono progettati con lo scopo di ridurre le dispersioni di calore verso l'esterno; infatti il calore raccolto da ciascun elemento (tubo sottovuoto) viene trasferito alla piastra -generalmente in rame- presente all'interno del tubo.

In tal modo il fluido termovettore si riscalda e, proprio grazie al vuoto, si minimizza la dispersione di calore verso l'esterno.

Al loro interno la pressione dell'aria è ridottissima, così da impedire la cessione del calore per conduzione da parte dell'assorbitore.

In fase di assemblaggio l'aria tra l'assorbitore ed il vetro di copertura viene aspirata, e deve essere assicurata una tenuta perfetta e che rimanga tale nel tempo.

COLLETTORI SOLARI A CONCENTRAZIONE

I collettori solari a concentrazione sono collettori concavi progettati per ottimizzare la concentrazione dell'energia solare in un punto ben determinato (fuoco).

Sono efficaci solo con luce solare diretta poiché devono seguire il movimento del sole.

Questo tipo di collettore, potendo raggiungere alte temperature (400-600 ° C), è una scelta logica per generatori solari o centrali elettro-solari.

impianti a circolazione naturale

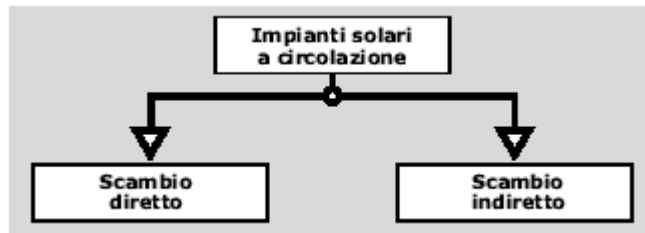
I sistemi a circolazione naturale sono molto semplici, richiedono scarsa manutenzione e possono essere realizzati impiegando dei pannelli solari con basse perdite di carico.

Tutti i sistemi a circolazione naturale si basano sul principio che il fluido del circuito primario, riscaldato dal sole diminuisce la propria densità, diventa più leggero e sale verso l'alto, provocando un movimento naturale del fluido medesimo.

Nei sistemi a circolazione naturale il serbatoio di accumulo dell'acqua deve essere sempre posizionato più in alto del pannello ed a breve distanza dal medesimo.

Anche le tubazioni di raccordo tra pannello e serbatoio devono mantenere la stessa inclinazione.

Tra gli impianti a circolazione naturale si può fare una ulteriore distinzione fra:



Il principio di funzionamento in entrambi i casi è piuttosto semplice e si basa sul principio fisico del termosifone: quando l'acqua o il fluido vettore si riscalda nel collettore solare, diminuisce la sua densità, di conseguenza diminuisce il suo peso, quindi tende a portarsi in alto, mentre l'acqua fredda scende per occupare il posto lasciato libero dall'acqua calda.

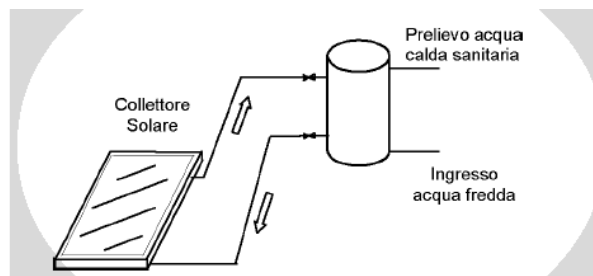
In questo modo non sono possibili circolazioni inverse poiché il calore rimane sempre più alto.

Gli elementi costitutivi di un impianto solare a circolazione naturale sono:

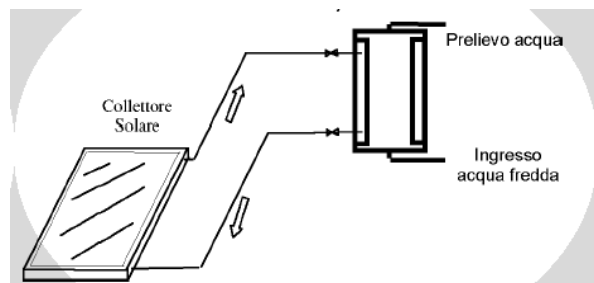
- collettore/i solare/i
- serbatoio di accumulo/scambiatore

Il collettore piano è connesso in un circuito chiuso con un serbatoio termicamente isolato destinato all'accumulo dell'acqua calda.

Negli impianti a scambio diretto l'acqua scambiata è la stessa che viene riscaldata nei collettori per poi risalire per termosifone nell'accumulatore da cui verrà prelevata per l'utilizzo:



In quelli a scambio indiretto, un fluido (glicole ed acqua demineralizzata) si riscalda nei pannelli solari e sempre "per termosifone" circola in uno scambiatore posto all'interno del serbatoio in cui è accumulata l'acqua calda:



I vantaggi di un sistema a circolazione naturale sono:

1. Velocità di scambio termico commisurata alla differenza di temperatura fra boiler di accumulo e pannelli
2. Nessuna circolazione inversa durante la notte
3. Autoregolazione della circolazione

4. Assenza di pompe di circolazione, centraline e sonde
5. Installazione rapida ed economica
6. Manutenzione ridotta al minimo

L'applicazione tipica della circolazione naturale è la produzione di acqua calda per uso sanitario, uso per il quale questo sistema è più competitivo rispetto ad altre tipologie di impianti in quanto risulta essere più affidabile (visto che nell'impianto non ci sono elementi elettromeccanici) e meno costoso (per piccole utenze), anche se più difficile da praticare per i forti vincoli "geometrici" che impone.

Per il dimensionamento di un impianto solare è necessario disporre innanzitutto di alcune informazioni di base, che permettono di individuare il sistema solare più adatto per l'applicazione.

Tali informazioni di base, comuni per il corretto dimensionamento di un qualunque sistema solare, riguardano i dati relativi a:

le necessità dell'utente e le condizioni di montaggio

- l'orientamento e l'inclinazione delle superfici disponibili per l'installazione
- le condizioni climatiche del luogo
- la globalità del progetto

La conoscenza di questi dati con l'ausilio eventuale di adeguati programmi di simulazione, permettono di determinare il corretto dimensionamento di un impianto solare.

Per quanto riguarda poi il dimensionamento effettivo dell'impianto solare a circolazione naturale, questa operazione si semplifica con l'utilizzo di tabelle come quelle seguenti:

Tabella 1

ABITAZIONI CIVILI			
USO ANNUALE ORIENTAMENTO SUD			
Persone	Italia		
ni	Capacità boiler	Metri quadrati pannelli	
1÷3	130÷150	1,8÷2,6	
3÷5	200÷300	3,6÷5,2	
5÷8	300÷450	5,4÷7,8	

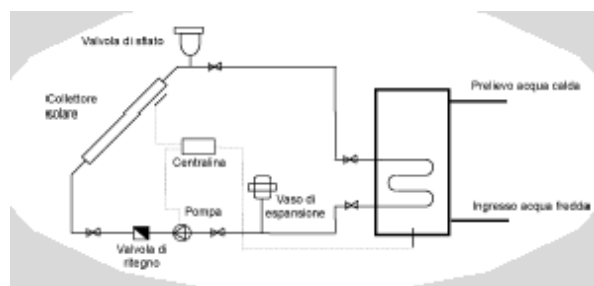
Tabella 2

GRANDI IMPIANTI TABELLA DI SCELTA INDICATIVA (CENTRO ITALIA)			
USO ANNUALE IN INTEGRAZIONE ORIENTAMENTO SUD			
Destinazione	Utilizzazione	Capacità accumulo litri	Metri quadrati pannelli
Alberghi	ogni 7 camere	300	6
Cliniche	ogni 20 degenti	300	6
Campeggi	ogni 35 persone	300	6
Comunità	ogni 20 persone	300	6
Ristoranti	ogni 150 coperti	300	6

o programmi di calcolo estremamente semplici.

impianti a circolazione forzata

Il principio di funzionamento di un impianto a circolazione forzata differisce da quello a circolazione naturale per il fatto che il fluido, contenuto nel collettore solare, scorre nel circuito chiuso per effetto della spinta fornita da una pompa comandata da una centralina o termostato attivata, a sua volta, da sonde poste sul collettore e nel serbatoio:



Gli elementi costitutivi di un impianto di questo tipo sono:

- collettore/i solare/i
- serbatoio di accumulo/scambiatori
- termostato differenziale o centralina
- sonde di temperatura
- pompa di circolazione
- vaso di espansione
- scambiatore di calore
- valvole

E' evidente che in un impianto a circolazione forzata la progettazione non è limitata al calcolo della sola superficie di collettori solari, ma è necessario dimensionare anche tutti i rimanenti componenti dell'impianto.

L'applicazione tipica della circolazione forzata è, oltre alla produzione di acqua calda per uso sanitario nei casi in cui la circolazione naturale non è applicabile, il riscaldamento ambiente, il mantenimento in temperatura dell'acqua di piscina, i condomini e il settore industriale.

La progettazione di un impianto a circolazione forzata richiede la suddivisione dell'analisi del problema dimensionamento attraverso diverse fasi.

Così come per la circolazione naturale, preliminarmente è necessario individuare tutte quelle informazioni di base che permettono un dimensionamento accurato dell'impianto ovvero:

- le necessità dell'utente e le condizioni di montaggio
- l'orientamento e l'inclinazione delle superfici disponibili per l'installazione
- le condizioni climatiche del luogo
- la globalità del progetto

Successivamente è necessario scegliere il tipo di collettore solare da utilizzare ed in base alle caratteristiche del tipo di collettore scelto, è necessario determinare la superficie dei pannelli solari (e di conseguenza il numero) necessaria per soddisfare i dati iniziali del progetto.

Per avere un'indicazione di massima sulla superficie captante necessaria si può fare riferimento alle tabelle 1 e 2 solitamente impiegate negli impianti a circolazione naturale.

Solo dopo questa fase preliminare è possibile passare all'individuazione ed alla scelta di tutti i rimanenti componenti dell'impianto quali:

- la pompa di circolazione in funzione della quota a cui i collettori solari verranno posizionati ed in funzione del numero massimo di collettori raggruppati in serie.
- il tipo e la capacità del serbatoio di accumulo
- il tipo e la superficie dello scambiatore di calore
- la centralina elettronica di controllo
- la capacità del vaso di espansione

Uno dei maggiori problemi della circolazione forzata, se non risolto in fase progettuale, è la possibilità di surriscaldamento del fluido termovettore.

Infatti, nel caso in cui il calore generato dal sistema solare non fosse utilizzato per un periodo di tempo piuttosto lungo, si ha come conseguenza un surriscaldamento del fluido antigelo.

In tutte le condizioni di stagnazione del fluido, lo stesso può raggiungere temperature estremamente alte; nel caso in cui si raggiungano temperature tra i 160/170 ° C si ha una trasformazione chimica del fluido antigelo, il quale da elemento tipicamente basico assume caratteristiche acide.

La conseguenza fondamentale di ciò è che il fluido cessa definitivamente di avere un comportamento antigelo, mettendo così a rischio il corretto funzionamento dell'impianto nel periodo invernale.

Tale problema viene affrontato e risolto con gli impianti in circolazione forzata a svuotamento.

Negli impianti forzati a svuotamento il surriscaldamento ed il cambio di proprietà chimico-fisiche del fluido vettore non accade in quanto sono in grado di far defluire, ad impianto fermo, il fluido stesso dai collettori all'interno di un serbatoio di drenaggio.

Generalmente questi impianti vengono commercializzati in KIT, in modo da avere vantaggi simili a quelli della circolazione naturale (progettazione semplificata, unica garanzia su tutti i componenti, etc.).

Il principio di drenaggio del fluido si basa sul fatto che, quando il sistema non sta trasferendo energia, le pompe di circolazione si fermano così da permettere al fluido nel circuito di tornare al serbatoio di drenaggio posto nel sistema.

Ciò protegge il fluido da temperature critiche nella schiera di collettori quando il sistema non è operativo.

Il sistema a svuotamento è progettato per trasferire automaticamente l'energia solare termica raccolta dai collettori ad un separato sistema di accumulo dell'acqua potabile, usando due circuiti indipendenti di trasferimento.

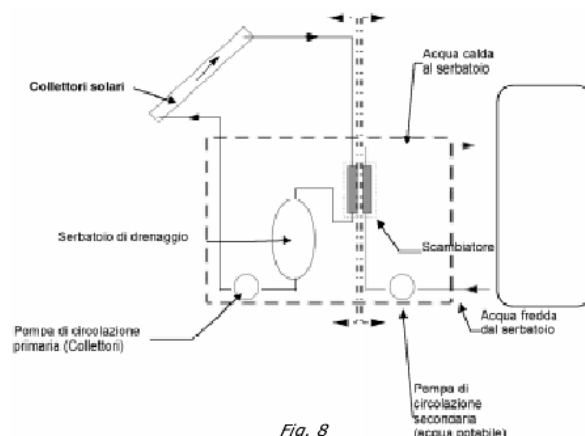
Il circuito primario o dei collettori, consiste in una schiera di collettori solari, su tetto o supporto, collegati al sistema di trasferimento dell'energia montato a terra, e comunque più in basso rispetto ai collettori solari.

Il fluido del circuito primario di trasferimento per captare energia, che consiste di una miscela di acqua potabile e glicole, è pompato dal serbatoio di drenaggio del sistema, attraverso i collettori solari, verso lo scambiatore dove l'energia raccolta viene trasferita al circuito secondario di acqua potabile.

Il circuito secondario è connesso direttamente al serbatoio esistente di acqua potabile usando tubi in rame isolati.

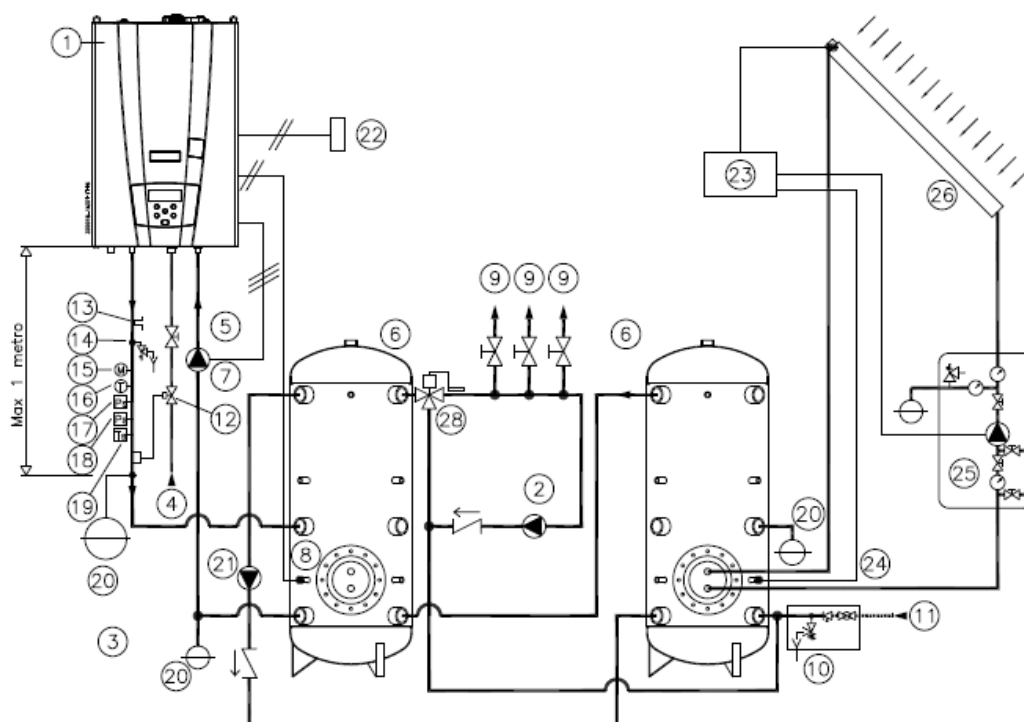
Grazie alla pompa di circolazione secondaria del sistema, l'acqua potabile è pompata dal serbatoio esistente verso lo scambiatore, dove preleva l'energia dal circuito primario, prima di ritornare verso il serbatoio stesso.

Uno schema indicativo che mostra il principio di funzionamento di un impianto a svuotamento è riportato di seguito:



Gli impianti a circolazione forzata del tipo a svuotamento rappresentano, nella pratica, la maggioranza dei sistemi di integrazione dell'ACS per le utenze che superino –anche minimamente– le esigenze e le caratteristiche di una singola unità domestica.

4.5.1.8 schema di principio dell'impianto termico progettato



4.5.1.9 Rete di ventilazione

Generalità

Si intende per rete di ventilazione di un impianto di scarico per acque di rifiuto, il complesso delle colonne e delle diramazioni che assicurano la ventilazione naturale delle tubazioni di scarico, collegando le basi delle colonne di scarico ed i sifoni dei singoli apparecchi, con l'ambiente esterno.

Ogni colonna di scarico dovrà essere collegata ad un tubo esalatore che si prolunghi fino oltre la copertura dell'edificio, per assicurare l'esalazione dei gas della colonna stessa. Le colonne di ventilazione dovranno collegare le basi delle colonne di scarico e le diramazioni di ventilazione con le esalazioni delle colonne di scarico o direttamente con l'aria libera. Le diramazioni di ventilazione dovranno collegare i sifoni dei singoli apparecchi con le colonne di ventilazione.

L'attacco della diramazione alla tubazione di scarico dovrà essere il più vicino possibile al sifone senza peraltro nuocere al buon funzionamento sia dell'apparecchio servito che del sifone.

Le tubazioni di ventilazione non dovranno mai essere utilizzate come tubazioni di scarico dell'acqua di qualsiasi natura, né essere destinate ad altro genere di ventilazione, aspirazione di fumo, esalazioni di odori da ambienti, e simili.

Le tubazioni di ventilazione saranno montate senza contropendenze. Le parti che fuoriescono dall'edificio saranno sormontate da un cappello di protezione.

Sistemi di aerazione delle reti di ventilazione

La ventilazione può essere realizzata nelle seguenti maniere:

- ventilando ogni sifone di apparecchio sanitario;

- ventilando almeno le estremità dei collettori di scarico di più apparecchi sanitari in batteria (purché non lavabi o altri apparecchi sospesi).

Materiali ammessi

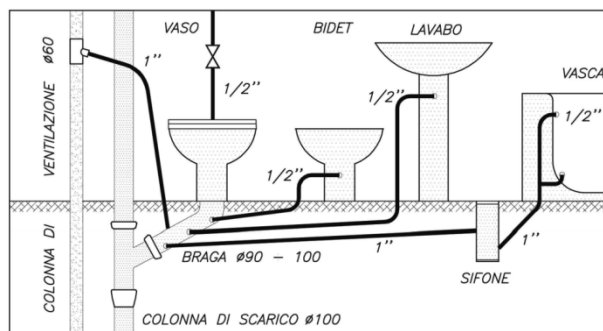
Nella realizzazione della rete di ventilazione sono ammesse tubazioni realizzate con i seguenti materiali:

- ghisa catramata centrifugata, con giunti a bicchiere sigillati a caldo con corda e piombo fuso, od a freddo con opportuno materiale (sono tassativamente vietate le sigillature con materiale cementizio);
- acciaio, trafilato o liscio, con giunti a vite e manicotto o saldati con saldatura autogena od elettrica;
- acciaio leggero catramato internamente, con giunti saldati;
- piombo di prima fusione con giunti saldati a stagno;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- polietilene PEAD con giunti saldati;
- fibro-cemento ecologico, non contenente amianto, con giunti a bicchiere sigillati con materiale plastico.

Dimensionamento delle tubazioni di ventilazione

Il diametro del tubo di ventilazione di ogni singolo apparecchio dovrà essere almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente tubo di scarico, senza superare i 50 mm. Quando una diramazione di ventilazione raccoglie la ventilazione singola di più apparecchi, il suo diametro sarà almeno pari ai tre quarti del diametro del corrispondente collettore di scarico, senza superare i 70 mm.

Il diametro della colonna di ventilazione sarà costante e sarà determinato in base al diametro della colonna di scarico alla quale è abbinato, alla quantità di acqua di scarico ed alla lunghezza della colonna di ventilazione stessa. Tale diametro non potrà essere inferiore a quello della diramazione di ventilazione di massimo diametro che in essa si innesta.



4.5.1.10 Rete di scarico acque di rifiuto e piovane

Generalità

Con il nome generico di scarichi, si indicano le tubazioni in cui scorrono tutte le acque di rifiuto e le acque piovane. Le tubazioni destinate alla raccolta delle acque di rifiuto e quelle destinate alla raccolta delle acque piovane, dovranno essere separate, fino al recapito esterno.

La rete di scarico dovrà corrispondere ai seguenti requisiti:

- allontanare rapidamente le acque di rifiuto per le vie più brevi, senza che si formino sedimentazioni di materie putrescibili od incrostazioni;

- garantire la perfetta tenuta con materiale di giunzione dotato di proprietà plastiche allo scopo di consentire un conveniente grado di scorrevolezza del giunto in caso di variazioni termiche e di possibili assestamenti del fabbricato;
- impedire il passaggio di esalazioni dalle tubazioni agli ambienti.

Le tubazioni di scarico per acque piovane non dovranno essere usate come reti di esalazione naturale delle fogne cittadine e delle reti di scarico delle acque di rifiuto.

Materiali ammessi per la rete delle acque di rifiuto

Nella realizzazione della rete di scarico acque di rifiuto, sono ammesse tubazioni dei seguenti materiali:

- ghisa centrifugata e catramata, giunti a bicchiere sigillati con corda e piombo fuso, o a freddo con idoneo materiale (è tassativamente vietato l'uso di materiale cementizio per i giunti);
- piombo di prima fusione, con giunti saldati a stagno;
- rame, con giunti saldati e raccorderia in rame;
- grès ceramico, con pezzi speciali parimenti di grès ceramico;
- PVC con pezzi speciali di raccordo con giunto filettato o ad anello dello stesso materiale;
- polietilene PEAD con giunti saldati;

Dimensionamento delle tubazioni di scarico delle acque di rifiuto

Il dimensionamento delle tubazioni dovrà effettuarsi in base alla portata di acqua di scarico che compete ad ogni apparecchio sanitario, secondo il prescritto coefficiente di contemporaneità.

Il diametro delle diramazioni sarà stabilito in rapporto alla portata di acqua di scarico ed alla pendenza delle tubazioni.

Il diametro delle colonne di scarico, da mantenersi costante per l'intera altezza, sarà stabilito tenendo conto del massimo numero di apparecchi sanitari che insistono su tutta la colonna e per ogni piano, e dell'altezza massima della colonna, compreso il tratto esalatore provvisto di torrino.

Il diametro dei collettori di scarico dovrà essere determinato in rapporto alla massima quantità di acqua che verrà in essi convogliata ed alla pendenza costruttiva tenuto conto del tipo di materiale impiegato.

Scarichi degli apparecchi sanitari e delle reti

Ogni apparecchio sanitario dovrà essere corredato di un dispositivo a chiusura idraulica, inserito sullo scarico, ispezionabile e collegabile alla diramazione di ventilazione. I collettori di scarico dovranno essere dotati, prima del loro collegamento con il recapito esterno, di un idoneo dispositivo ispezionabile a chiusura idraulica provvisto di attacco per la ventilazione

Materiali ammessi per le tubazioni di scarico delle acque piovane

Per i canali di gronda è ammesso l'uso della lamiera zincata o smaltata, del rame, del piombo, fibro-cemento ecologico, non contenente amianto, con giunti a bicchiere sigillati con materiale plastico.

Per i pluviali è ammesso l'uso della ghisa; se esterni è ammesso anche l'uso della lamiera zincata o smaltata. La parte terminale dei pluviali dovrà essere in ghisa od in acciaio catramato per un tratto di altezza non inferiore a 2 metri dal suolo.

Dimensionamento delle tubazioni di scarico delle acque piovane

Il dimensionamento dei canali di gronda e dei pluviali dovrà effettuarsi in base alla superficie del tetto, in proiezione orizzontale, servita dal tronco di grondaia e dal pluviale che si vuole dimensionare, in rapporto al locale regime pluviometrico.

I pluviali avranno il diametro minimo di 80 mm. Per i pluviali esposti al gelo si dovrà adottare il diametro almeno immediatamente superiore a quello valevole per i climi temperati.

Il dimensionamento dei collettori di scarico delle acque piovane dovrà effettuarsi in relazione alla massima superficie di raccolta ed alle pendenze costruttive in rapporto al materiale impiegato ed al locale regime pluviometrico.

4.5.1.11 Dimensionamento del riscaldamento invernale

Generalità

Il calcolo dei carichi termici in regime invernale avviene secondo la metodologia della norma UNI TS 11300, i dettagli nell'allegato tecnico comprensivo di allegato B alla legge 10.

Potenza utile minima

$$P_g = P \cdot s$$

P_g = potenza totale minima (kW);

P = fabbisogno termico totale (kW);

s = sovradimensionamento 1,1

sala sportiva

Locale	θ_i [°C]	P_t [W]	P_v [W]	P_{RH} [W]	P [W]
piano di gioco	18,00	99.595,13	35.352,61	15.643,98	150.591,72
Totale zona		99.595,13	35.352,61	15.643,98	150.591,72

blocco servizi, zona utenti

Locale	θ_i [°C]	P_t [W]	P_v [W]	P_{RH} [W]	P [W]
spogliatoi e servizi	20,00	2.931,12	1.044,85	4.045,70	8.021,66
Totale zona		2.931,12	1.044,85	4.045,70	8.021,66

Blocco servizi, zona per il pubblico

Locale	θ_i [°C]	P_t [W]	P_v [W]	P_{RH} [W]	P [W]
WC pubblico	20,00	686,38	86,72	335,80	1.108,90
Totale zona		686,38	86,72	335,80	1.108,90

elettropompe principali

PORTATA

$$G = P \cdot k / c \cdot (t_u - t_i)$$

G = portata dell'elettropompa (1/s);

P = potenza utile da fornire (kW);

k = maggiorazione per errori di bilanciamento (1,05);

c = calore specifico dell'acqua (4,187 kJ/ kg°C);

t_u = temperature uscita (°C);

t_i = temperatura ingresso (°C)

PREVALENZA

$H_{tot} = k_1 * k_2 * (P_{distr} + P_{acc})$ H_{tot} = prevalenza totale (kPa);

k_1 = maggiorazione per errori di bilanciamento (=1,10);

k_2 = maggiorazione per possibili varianti future (=1,05);

P_{distr} = perdite di carico distribuite (kPa);

P_{acc} = perdite di carico accidentali (kPa).

coibentazione

Spessore dell'isolante secondo Legge 192 -2005

verifiche di sicurezza pressione nominale della rete

Maggiore o uguale alla pressione d'esercizio

vaso di espansione volume utile

Per i circuiti $V = C * e / (1 - p_c / p_f)$ vaso con diaframma

V =volume utile

C = contenuto d'acqua

e = differenza tra i volumi specifici dell'acqua misurati alla temperatura massima e minima di esercizio

p_c = pressione assoluta a cui è precaricato il gas (kPa) cioè pressione idrostatica aumentata della pressione di precarica (circa 30 kPa) aumentata di 103,3 kPa

p_f = pressione massima assoluta di esercizio (kPa) pari alla pressione massima di taratura della valvola di sicurezza aumentata di 103,3 kPa diminuita di una quantità corrispondente al dislivello di quota esistente tra vaso di espansione e valvola di sicurezza se quest'ultima é posta più in basso del vaso di espansione ovvero aumentate se posta più in alto.

dispositivi di sicurezza protezione e controllo

Secondo raccolta R dell'INAIL.

4.5.1.12 dimensionamento componenti rete aeraulica

Diffusori e griglie di ripresa: Secondo tabelle in modo da garantire i livelli di pressione sonora e i valori di velocità dell'aria previsti nella zona occupata per le condizioni ambiente.

Griglie di transito:

$$A > G / v$$

A = area frontale (m²)

G = portata aria (m³/s)

v = velocità frontale (1,5 m/s)

4.5.1.13 Provvedimenti generali per l'insonorizzazione degli impianti

contenimento del rumore da impianto IS

L'eccessiva rumorosità degli impianti idrici e di scarico può essere controllata sia mediante la progettazione del tracciato che con i materiali impiegati.

Le tubazioni di scarico saranno contenute nei cavedi tecnici appositi, del tipo silenziato e sostenute con bracciali a vite, con interposta una guarnizione insonorizzante in gomma, perfettamente adattati alla circonferenza dei tubi e ancorati alla parete portante per mezzo di tasselli, senza essere in contatto in nessun punto con le pareti di rivestimento del cavedio.

Allo scopo di ridurre il rumore dovuto agli urti del fluido nel canale, gli scarichi dovranno cambiare direzione in maniera dolce, senza bruschi cambiamenti di percorso e per questo si dovranno sostituire le curve a 90° con progressivi tratti a 45°.

Rubinetteria, miscelatori

Dovranno essere installati prodotti di caratteristiche della classe di rumore più bassa, ai sensi delle norme UNI EN 200:2005

Cassette di risciacquo incassate

Saranno alloggiare nelle contropareti in muratura e, per conseguire il necessario livello di attenuazione rumorosa, dovranno essere rivestite secondo quanto previsto dalle specifiche tecniche di riferimento.

Contenimento del rumore aeraulico

I condotti di uscita e di ingresso dal ventilatore devono consentire un flusso d'aria diritto ed uniforme. Se questa condizione viene trascurata si produce una forte turbolenza, nonché il distacco del flusso in corrispondenza delle palette della girante.

Entrambe queste condizioni possono aumentare in modo significativo il rumore prodotto.

Selezionare i silenziatori in modo che non aumentino significativamente la pressione statica totale del ventilatore, né rigenerino rumore inficiando le proprie prestazioni acustiche.

Posizionare gomiti o derivazioni di canali a distanza l'uno dall'altro di almeno 4 – 5 diametri del condotto (o della diagonale nel caso di canali rettangolari).

Applicare alette deflettrici all'interno di gomiti a 90° di ampia sezione e di derivazioni. Ciò consente un andamento più uniforme nel cambiamento di direzione del flusso, perciò con minor turbolenza.

Posizionare diffusori e bocchette alla maggior distanza possibile da gomiti e derivazioni.

In condizioni critiche ridurre al minimo la presenza di serrande di regolazione in prossimità di diffusori e bocchette. Isolare contro la trasmissione di vibrazioni le macchine dinamiche (gruppi frigoriferi, centrali di trattamento d'aria, condizionatori autonomi ecc.).

Utilizzare attacchi flessibili (giunti antivibranti) nel collegamento tra centrali di trattamento d'aria, unità ventilanti ecc. e condotti.

Sostenere condotti e tubazioni con elementi antivibranti a molla o in neoprene per i primi 15 metri dalla centrale o dalla macchina alla quale sono collegati.

Utilizzare tubi flessibili afonici per il collegamento di diffusori e plenum di alimentazione, di bocchette e anemostati.

Contenimento delle vibrazioni derivanti da macchine e impianti

Tra le possibili cause di generazione di rumore da parte degli impianti tecnologici all'interno di un edificio, quella imputabile alla propagazione strutturale di vibrazioni originate dai componenti degli impianti di climatizzazione, se non la più frequente è certamente la più subdola, non sempre facile da diagnosticare e correggere a posteriori. Vibrazioni che si propagano nella struttura dell'edificio possono manifestarsi con la generazione di percepibile rumorosità ambientale laddove esistono strutture con elevato rapporto di radiazione di energia sonora

(usualmente pannelli o tramezzi leggeri) e con modi propri di vibrazione accoppiati alle frequenze delle vibrazioni strutturali.

Risulta pertanto evidente d'opportunità di prevedere la messa in opera di tutti quei provvedimenti atti a ridurre a livelli influenti la trasmissione di vibrazioni alla struttura dell'edificio da parte di tutti quei componenti dell'impianto potenzialmente attivi sotto questo profilo (si tratta principalmente di macchine con organi in movimento). A tale scopo lo strumento passivo più comune ed efficace consiste nella messa in opera di supporti elastici tra i componenti d'impianto e la struttura che li deve sorreggere.

Tra i supporti elastici maggiormente impiegati nell'edilizia, escludendo applicazioni industriali e specialistiche, troviamo:

LASTRE E MATERASSINI

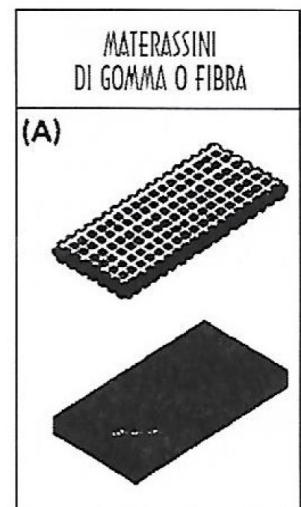
Sono in sughero, fibra minerale o elastomero, o composizione di questi materiali.

Le lastre in elastomero (neoprene sintetico, gomma butilica od anche gomma naturale) di varia conformazione, sono utilizzate (nell'impiantistica della climatizzazione) come attenuatori di vibrazione nel campo delle frequenze acustiche, sotto pilastri o sostegni di tubazioni, oppure apparecchiature elettriche. Devono essere caricate uniformemente sulla loro superficie.

Le lastre (o tamponi) in fibra minerale precompressa, con rivestimento protettivo in elastomero, vengono utilizzate in spessore tra 25 e 100 mm, con capacità di carico fino a 300 N/m². Per la non linearità delle caratteristiche elastiche, presentano frequenza naturale non molto dipendente dal carico, tipicamente tra 7 e 15 Hz nel campo d'impiego. L'impiego prevalente di questo materiale è nella realizzazione di pavimentazioni galleggianti, o nell'isolamento di fondazioni di edifici.

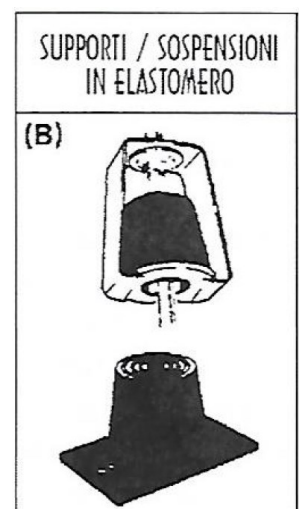
Le lastre in sughero vengono prevalentemente utilizzate sotto i basamenti di fondazione di macchinari pesanti con deformazioni relative tra il 10 ed il 20%. Il materiale possiede un fattore di smorzamento intrinseco simile a quello del neoprene di media durezza.

Questi tipi di supporti antivibranti possono essere efficaci solo per frequenze maggiori di 40 Hz.



SUPPORTI E SOSPENSIONI IN ELASTOMERO

Sono disponibili in un'ampia varietà di forme, con il materiale (neoprene sintetico, gomma butilica o naturale) che lavora in compressione o a taglio. Le caratteristiche elastiche del materiale dipendono fortemente dal grado di durezza (gradi da 30 a 70 in queste applicazioni), ed anche dalla forma; è impiegato con deformazioni relative fino al 15 - 25 %; possiede caratteristica viscoelastica che gli conferisce elevato smorzamento interno (fattore di smorzamento tra 0,01 e 0,08 a 20°C, secondo la durezza); è soggetto ad invecchiamento. Supporti e sospensioni in neoprene sono disponibili per impiego fino a deflessioni statiche dell'ordine di 12 mm.



4.5.2 impianti elettrici

4.5.2.1 classificazione elettrica della struttura

Destinazione d'uso

Destinazione d'uso :	STRUTTURA SPORTIVA POLIVALENTE
Attività rientrante Elenco delle attività Vigili del Fuoco ai sensi del D.P.R. 151/2011 :	Attività 65 : Locali di spettacolo e di trattenimento in genere, impianti e centri sportivi, palestre, sia a carattere pubblico che privato, con capienza superiore a 100 persone, ovvero di superficie lorda in pianta al chiuso superiore a 200 m ² . Sono escluse le manifestazioni temporanee, di qualsiasi genere, che si effettuano in locali o luoghi aperti al pubblico.

Classificazioni

Per la progettazione dell'impianto elettrico del capannone si fa esplicito riferimento alla norma CEI 64-8/7 sezione 751 "AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO PER LA PRESENZA DI MATERIALE INFIAMMABILE O COMBUSTIBILE IN LAVORAZIONE, CONVOGLIAMENTO, MANIPOLAZIONE O DEPOSITO".

LOCALI DI TIPO C.

Le prescrizioni sotto elencate si applicano a tutte le parti degli impianti elettrici fissi delle strutture classificate come luoghi M.A.R.C.I., delimitate dalla loro compartimentazione antincendio..

- I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.
- Nel sistema vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili.
- I dispositivi di manovra, nei locali dove è consentito l'accesso a personale non addestrato, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.
- Tutti i componenti elettrici installati devono essere in materiale resistente alle prove previste dalla norma CEI 64-8 alla sezione 422, assumendo per la prova al filo incandescente 650°C anziché 550°C.
- Le plafoniere fluorescenti con potenza maggiore di 100W devono essere poste ad una distanza dal materiale combustibile non inferiore a 0,8 m. Per i riflettori ai vapori di alogenuri da 400W tale distanza deve essere di 1 m.
- Non vi sono cavi unipolari posati in tubazioni e/o condutture metalliche al fine di evitare un pericoloso riscaldamento per effetto induttivo delle parti metalliche stesse.
- Le condutture presenti nella struttura sono del tipo incassato entro strutture non combustibili e di tipo con cavi posati entro tubazioni PVC e canale metallico con grado di protezione IP4X.
- I circuiti elettrici principali e derivati che interessano i locali a maggior rischio in caso d'incendio sono protetti contro i sovraccarichi e i cortocircuiti con dispositivi posti a monte dei circuiti stessi.
- I componenti dell'impianto elettrico che nel funzionamento ordinario possono produrre archi e/o scintille, sono racchiusi in custodie aventi grado di protezione non inferiore a IP4X.

4.5.2.2 prescrizioni impiantistiche

- I dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli utilizzati per facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.
- I conduttori dei circuiti in corrente alternata devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi unipolari.
- CEI 64-50 art. 3.2.1.9 : Le condutture elettriche e quelle tecnologiche (telefonia- video-citofonia) devono essere separate dagli altri impianti tecnici (idrici-riscaldamento, etc.).
- CEI 64-50 art. 3.2.2 : Per le tubazioni, canalizzazioni, è consigliabile non superare il 50% del volume della conduttura con i cavi posati.
- CEI 64-50 art. 3.2.2.9 : Si realizzino collegamenti equipotenziali per tutte le tubazioni metalliche (acqua, gas, antincendio) presenti nella struttura.
- Nel canale metallico utilizzato per la distribuzione delle condutture elettriche principali non posare cavi unipolari con tensioni d'isolamento 450/750V o inferiori.
- Si utilizzino conduttori non propaganti la fiamma e non propaganti l'incendio.(CEI 20-22 ; CEI 20-35).
- Nei locali bagno assicurarsi di rispettare le distanze minime stabilite dalla norma CEI 64-8 / 7 sez. 701 per l'installazione di apparecchiature elettriche e per il transito delle rispettive linee elettriche di alimentazione.
- Assicurarsi di effettuare i fissaggi degli impianti con raccorderia efficiente e, soprattutto, dimensionata in grado di sopportare il peso delle apparecchiature.
- Per le tratte in tubazione rigida PVC a vista fissate a parete/soffitto non si utilizzi guaina spiralata per gli spostamenti dovuti a dislivelli della struttura, ma si pieghi la tubazione stessa al fine di garantire un solido isolamento.
- Nei cavidotti interrati mantenere separate le conduttore elettriche di forza motrice e luce con quelle di segnale. Per la posa interrata si utilizzino esclusivamente conduttori con tensione d'isolamento 0,6/1kV.
- Nei luoghi di lavoro sia presente illuminazione di emergenza .
- Siano rispettate le distanze minime di sicurezza degli impianti elettrici da tutti i centri di pericolo individuati e valutati nei luoghi pericolosi per la presenza di sostanze o nubi in grado di innescare atmosfere esplosive.
- Rispettare le sezioni dei conduttori indicate in sede progettuale.
- Rispettare le apparecchiature di protezione indicate in sede progettuale.
- Rispettare i valori di illuminamento medi indicati in sede progettuale

4.5.2.3 fornitura elettrica in bassa tensione

Fornitura	Potenza	Corto	Corrente di Corto Circuito	Cosφ di corto circuito
MONOFASE	6 kW ed eccezionalmente 10 kW impegnati	FN	6 kA	0,7
TRIFASE	Fino a 33 kW disponibili	FN	6 kA	0,7
		3F	10 kA	0,5
TRIFASE	Oltre a 33 kW disponibili	FN	6 kA	0,7
		3F	15 kA	0,3

Per potenze disponibili superiori a 33 kW l'utente può richiedere la corrente minima di corto circuito al PdC al fine, evidentemente, di una corretta taratura delle protezioni da sovracorrente.

Il Distributore non ha l'obbligo di protezione contro i contatti indiretti dell'impianto d'utenza, ma, in ogni caso deve garantire l'assenza di masse sino al contatore e che la resistenza di atterramento del neutro non sia superiore a 180 Ω. Tale valore si ottiene ipotizzando una tensione nominale verso terra di 220V, una tensione limite di sicurezza non superiore a 50V ed una corrente di intervento del dispositivo differenziale non superiore ad 1 A. L'utente, nel caso di mancato intervento delle sue protezioni differenziali causate da un eccessivo valore della resistenza di neutro, può richiedere una verifica al Distributore con un rapporto tecnico firmato da un tecnico competente (libero professionista, direttore tecnico ai sensi del DM 37/08, Organismo notificato, o ASL, ARPA, INAIL).

4.5.2.4 Punto di consegna

Fornitura:	In Bassa Tensione
Allocazione gruppo misure:	Vedi progetto generale
Potenza contrattuale :	da definire
Sistema impianto :	L'impianto elettrico in esame ha un sistema di distribuzione di tipo TT.

4.5.2.4 Sganci di emergenza

Sono previsti 4 sganci di emergenza:

1. circuito generatore aria calda, posizionato sul muro tagliafuoco
2. circuito generale blocco servizi (1) posizionato sull'ingresso verso la scuola
3. circuito generale blocco servizi (2) posizionato all'ingresso della CT
4. circuito impianto FV

costituiti da centralino esterno IP55 con pulsante sotto vetro e spia di segnalazione circuito funzionante.

cavo FG16(O)R16 2x1,5 mmq posato in tubazione corrugata pesante interrata bobina a lancio di corrente 230v per interruttori modulari.

Il pulsante emergenza agisce sulla bobina a lancio di corrente dell'interruttore circuito generatore di calore posto nel quadro di zona della sala sportiva.

4.5.2.5 protezione da sovraccarico e cortocircuito

Secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8 / 4 sezioni 413 e 434 l'impianto è stato dimensionato coordinando le apparecchiature di protezione con le rispettive condutture elettriche secondo le indicazioni normative appena citate.

Protezione contro le sovracorrenti

Le persone ed i beni saranno protetti contro le conseguenze dannose di temperature troppo elevate o di sollecitazioni meccaniche dovute a sovracorrenti che si possono produrre nei conduttori attivi.

Questa protezione sarà ottenuta mediante uno dei seguenti metodi:

- interruzione automatica della sovracorrente prima che essa permanga per una durata pericolosa;
- limitazione della sovracorrente massima ad un valore pericoloso tenuto conto della sua durata.

Come da schemi allegati al progetto, tutti i singoli circuiti saranno protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti a mezzo d'interruttori automatici magnetotermici, in altre parole dove specificato da valvole fusibili con cartuccia a fusione protetta chiusa.

Protezione contro le correnti di sovraccarico

Sono stati previsti dispositivo di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture. Il dispositivo che protegge una conduttura contro i sovraccarichi, potrà essere posto lungo il percorso di questa conduttura a condizione che tra il punto in cui è posto tale dispositivo ed il punto in cui si possa presentare una variazione della conduttura stessa (tipo sezione, natura, modo di posa o costituzione) non vi siano derivazioni o prese a spina. La protezione contro i sovraccarichi è stata eseguita in ottemperanza alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8. Norme CEI 648/4 sez. 433, 473. In particolare i conduttori saranno scelti in modo che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente d'impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente). Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione avranno una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente d'impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z) ed una corrente di funzionamento (I_f minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z)).

In tutti i casi saranno soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove: I_b è il valore della corrente d'impiego del circuito

I_n è il valore della corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z è il valore della portata della conduttura in regime permanente

$$I_f \leq (1,45 \cdot I_z)$$

dove :

I_f è il valore della corrente che assicura il funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale.

La seconda delle due disuguaglianze sopraindicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle Norme CEI 23-3.

La protezione contro i sovraccarichi potrà essere omessa per:

- le conduttore poste a valle di variazioni di sezione, natura di modo di posa e di costituzione già protette contro i sovraccarichi da dispositivi di protezione posti a monte;
- le conduttore che alimentano apparecchi utilizzatori che non possono dar luogo a correnti di sovraccarico, a condizione che queste conduttore siano protette contro i cortocircuiti e che non abbiano né derivazioni né prese a spina;
- gli impianti di telecomunicazione, comando, segnalazione e simili.

Protezioni contro le correnti di cortocircuito

Sono previsti dispositivo di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni. La protezione contro i cortocircuiti è effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8/4 sez. 434, 473. I dispositivo di protezione avranno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivo saranno coordinate in modo che l'energia passante I^2t lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle conduttore protette da questi dispositivo. Le informazioni necessarie per l'utilizzo di due dispositivi coordinati saranno ottenute dai costruttori dei dispositivo. La corrente di corto circuito da prendere in considerazione sarà la più elevata che si può produrre in relazione alle configurazioni dell'impianto. Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito saranno interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 S, il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibili in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

$$I^2t \leq k^2 s^2$$

Dove :

I^2t è il valore in ampere quadrato del dispositivo di protezione per il tempo di durata del cortocircuito .

s^2 è la sezione al quadrato del cavo e k è una costante che ha valore specifico per il tipo di isolante usato per il cavo, e più specificatamente :

115 per cavi in pvc

143 per cavi in epr

La formula sarà verificata per un cortocircuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta.

I valori della costante **K** sono stati determinati sulla base dei seguenti valori delle temperature massime ammesse durante il servizio ordinario e durante il cortocircuito per l'isolamento dei cavi:

MATERIALE ISOLANTE	SERVIZIO ORDINARIO	CORTOCIRCUITO
Pvc	70°C	160°C
Gomma ordinaria	60°C	200°C
Gomma butilica	85°C	220°C
Gomma etilenpropilenica (Epr) - polietilene reticolato (XLPE)	90°C	250°C

Le temperature di 70°C e 160°C, rispettivamente per il servizio ordinario e per il cortocircuito, si applicano alle giunzioni o terminazioni saldate a stagno dei cavi in rame, qualunque sia il tipo di isolante impiegato.

Il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti sarà sempre installato nei punti di riduzione della sezione dei conduttori od un'altra variazione di luogo a una riduzione del coefficiente **k**.

Sarà possibile installare il dispositivo di protezione in un punto diverso quando per il tratto a monte del dispositivo siano soddisfatte contemporaneamente le tre condizioni seguenti :

- lunghezza non superiore a tre metri (3m)
- riduzione al minimo del pericolo di cortocircuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne
- non è posto vicino a materiale combustibile
- esistenza di un dispositivo di protezione atto ad effettuare la protezione e posizionato a monte della riduzione di sezione.

La protezione contro i cortocircuiti potrà essere omessa per :

- condutture che collegano generatori, trasformatori, raddrizzatori, batterie di accumulatori ai rispettivi quadri di comando e protezione quando i dispositivi di protezione siano posti su questi quadri; i circuiti la cui apertura potrebbe comportare pericoli per il funzionamento degli impianti interessati (circuiti di eccitazione di macchine rotanti, circuiti di alimentazione degli elettromagneti di sollevamento, circuiti che alimentano i dispositivi di estinzione dell'incendio), alcuni circuiti di misura, a condizione che siano soddisfatte contemporaneamente le due condizioni seguenti :
- la condotta sia realizzata in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito
- la condotta non sia posta in vicinanza di materiali combustibili.

Detti dispositivi saranno dimensionati secondo le disposizioni del paragrafo precedente e saranno in grado di interrompere la massima corrente di cortocircuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati.

La Norma CEI 64-8 ammette l'utilizzo di un dispositivo unico di protezione contro i cortocircuiti e contro i sovraccarichi se il dispositivo adottato soddisfa contemporaneamente le seguenti condizioni :

per il sovraccarico:	$I_b \leq I_n \leq I_z$ $I_f \leq 1,45 \cdot I_z$
ed il cortocircuito	Il potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. L'installazione sia conforme alle prescrizioni valide per il cortocircuito.

Metodo di calcolo

Per i calcoli delle reti elettriche sono state applicate le seguenti formule :

Potenza attiva (P) :	$P = k \cdot V \cdot I_b \cdot \cos \phi$ Dove K vale : $\sqrt{3}$ per circuiti trifase 1 per circuiti monofase
Potenza reattiva (Q) :	$Q = k \cdot V \cdot I_b \cdot \sin \phi$ Dove K vale : 1,732 per circuiti trifase 1 per circuiti monofase

Potenza apparente (A) :	$A = \sqrt{P^2 + Q^2}$
Corrente di corto circuito trifase (Icc max) :	$I_{cc \max} = V / (\sqrt{3} * \sqrt{(\sum R \text{ fase}^2 + \sum X \text{ fase}^2)})$
Corrente di corto circuito fase-fase (Icc F-F) :	$I_{cc \text{ F-F}} = V / (1 * \sqrt{(\sum R \text{ fase}^2 + \sum X \text{ fase}^2)})$
Corrente di corto circuito fase-neutro (Icc F-N) :	$I_{cc \text{ F-N}} = V / (\sqrt{3} * \sqrt{(\sum R \text{ fase}^2 + \sum R \text{ neutro}^2) + (X \text{ fase}^2 + \sum X \text{ neutro}^2)})$
Corrente di corto circuito fase-prot. (Icc F-PE) :	$I_{cc \text{ F-PE}} = V / (\sqrt{3} * \sqrt{(\sum R \text{ fase}^2 + \sum R \text{ PE}^2) + (X \text{ fase}^2 + \sum X \text{ PE}^2)})$
Caduta di tensione (ΔV) :	$\Delta V = k * L * I_b * (R * \cos \phi + X * \sin \phi)$ Dove : K = 1,732 per circuiti trifase e 2 per circuiti monofase L = Lunghezza della linea in metri I_b = Corrente di impiego (A) R e X = resistenza (80°) e reattanza della linea (Ω) Cos φ = fattore di potenza

4.5.2.6 protezioni contro i contatti indiretti**Impianto di terra**

	Impianto di terra nuovo
	Impianto di terra esistente
X	Impianto di terra esistente. Previsto ampliamento.

Composizione dell'impianto disperdente

Dispersori naturali	*****
Dispersori artificiali	Picchetto in FeZn 50x5mm a croce di altezza 1,5 m
Conduttore principale di terra	Corda nuda in rame 1x35 mm ² + Cavo FS17 g/verde 1x35 mm ²
Collettore principale	All'interno del quadro QE2
Collettori secondari	*****
Conduttori di protezione	Di colore giallo-verde di sezione uguale ai rispettivi conduttori di fase.
Conduttori equipotenziali	Rete elettrosaldata e corda nuda in rame 1x35 mm ² .

Dimensioni minime ammesse dalla Norma

DESCRIZIONE	Acciaio Zincato				Rame			
	mm ²	Ø	Ø est.	Area	mm ²	Ø	Ø est.	Area
Nastro	3			100	3			50
Tondino massiccio		0		50		0		35
Conduttore cordato		1,8		50		1,8		35
Picchetto a tubo	2,5		40		3		30	
Picchetto massiccio		20				15		
Picchetto in profilato	5			50	5			50

Dimensionamento impianto disperdente

Metodo di calcolo dell'impianto disperdente

Descrizione	MIN.	MAX.	Lungh. (m)	N° dispers.		Raggio	Resistenza (Ω)	
Resistività del terreno (ρ) (Ω*m)	30	150					NIN.	MAX.
Resistenza del dispersore verticale:	R= ρ / L		1,5	3			6,67	33,33
Resistenza del dispersore orizzontale :	R= (2*ρ) / L		40	1			1,50	7,50
Resistenza del dispersore magliato :	R= ρ / (4*r)					1	7,50	37,50
Resistenza di terra totale calcolata (Ω)							1,05	5,26

Coordinamento impianto disperdente - protezioni

	SISTEMA TT (ambienti ordinari)	Rt ≤ 50V / Ia
X	SISTEMA TT (ambienti particolari)	Rt ≤ 25V / Ia
	SISTEMA TN-S	Zs ≤ U0 / Ia
	SISTEMA TN-C	Zs ≤ U0 / Ia
	SISTEMA IT (con neutro NON distribuito)	Zs ≤ U / 2*Ia

SISTEMA IT (con neutro distribuito)	$Z_s \leq U_0 / 2 \cdot I_a$
Tensione di contatto limite (V)	25
Corrente di intervento apparecchiatura (A)	0,5
Resistenza di terra massima stabilita dalla Norma (Ω)	50,00
Resistenza di terra massima calcolata (Ω)	5,26
Resistenza di terra misurata (Ω)	1,03
Verifica (resistenza massima calcolata)	PROTEZIONE ASSICURATA
Verifica (Resistenza misurata)	PROTEZIONE ASSICURATA

Il valore preso come corrente di intervento I_a è 0,5A.

Questa risulta essere la corrente di intervento differenziale più alta dell'impianto elettrico in esame.

4.5.2.7 protezioni contro i contatti diretti

Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente

La protezione deve essere assicurata mediante l'uso di :

- Componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato.
- Quadri prefabbricati aventi un isolamento completo.

Questi componenti sono identificati dal segno grafico del doppio quadrato (uno inscritto nell'altro).

Nello specifico caso :

	Non sono state installate apparecchiature / componenti di classe II.
X	Saranno installate apparecchiature / componenti di classe II.
	Plafoniere con gruppo autonomo di emergenza

Protezione contro gli incendi

Le apparecchiature elettriche da installare dovranno avere la caratteristica tecnica di resistenza al fuoco secondo la seguente tabella :

APPARECCHIATURE ELETTRICHE	PROVA AL FILO INCANDESCENTE
Componenti da incasso sotto intonaco	550°C
Componenti da incasso per pareti vuote (pareti in truciolo-vuote)	850°C
Componenti applicati a parete	550 °C
Passerelle e canali esterni	550 °C
Torrette sporgenti dal pavimento o scatole affioranti, anche per uso telefonico	650 °C
Parti dei componenti di cui sopra che tengono in posizione parti sotto tensione (escluse le parti relative al conduttore di protezione).	850°C

Protezione contro le ustioni

PARTI ACCESSIBILI	Materiale delle parti accessibili	Temperatura massima (°C)
Organi di comando da impugnare	Metallico	55
	Non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugunate.	Metallico	70
	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario.	Metallico	80

Protezione mediante Bassissima tensione (CEI 64-8/4 art. 411.1)

Le parti attive dei circuiti SELV non devono essere collegate a terra e neppure a parti attive o a conduttori di protezione che facciano parte di altri circuiti.

Le masse non devono essere intenzionalmente collegate :

- a terra
- a conduttori di protezione o a masse di altri circuiti elettrici
- a masse estranee, tranne quando la natura dei componenti dell'impianto lo richieda e purché tali masse estranee non possano assumere tensioni superiori ai limiti della tensione nominale 50V in c.a. e 120V in c.c. non ondulata.

Protezione mediante involucri o barriere (CEI 64-8/4 art. 412.2)

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB; le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD.

I gradi di protezione IPXXB e IPXXD significano che, rispettivamente, il dito di prova oppure il filo di prova del diametro di 1 mm non possono toccare parti in tensione. Quando sia necessario togliere barriere, aprire involucri o togliere parti di involucri, questo deve essere possibile solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Se, dopo l'interruzione dell'alimentazione delle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi; quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o di un attrezzo.

Tutte le apparecchiature elettriche saranno protette dai rispettivi involucri e non hanno parti attive accessibili.

Protezione mediante ostacoli (CEI 64-8/4 art. 412.3)

Gli ostacoli devono impedire l'avvicinamento non intenzionale del corpo a parti attive, oppure il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione nel funzionamento ordinario. Gli ostacoli possono essere rimossi senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, ma devono essere fissati in modo da impedire la rimozione accidentale.

Non sono necessarie.

Protezione mediante l'utilizzo di interruttori differenziali

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

L'uso di tali dispositivi NON E' RICONOSCIUTO quale UNICO MEZZO DI PROTEZIONE contro i contatti DIRETTI.

Tutti i circuiti elettrici terminali sono protetti da interruttori differenziali con corrente di intervento (Idn) fissa a 30mA.

Protezione mediante l'isolamento delle parti attive (CEI 64-8/4 art. 412.1)

Apparecchiature elettriche	Grado di protezione			Note
Quadri elettrici	IP	5	5	
Passerelle / canali	IP	2	0	
Tubazioni esterne	IP	5	5	
Condotti a sbarre	IP	5	5	
Prese incasso	IP	2	0	Solo nei locali uffici
Prese esterne in locali chiusi	IP	2	0	Solo nei locali uffici
Prese esterne in ambienti aperti	IP	5	5	
Prese esterne in aree pericolose	IP			Non installate nelle aree pericolose
Prese blocco esterne locali chiusi	IP	5	5	
Prese blocco in ambienti aperti	IP	5	5	
Prese blocco in aree pericolose	IP			Non installate nelle aree pericolose
Cassette di derivazione incasso	IP	4	0	
C.d.d. esterne in locali chiusi	IP	5	6	
C.d.d. esterne in ambienti esterni	IP	5	6	
C.d.d. esterne in aree pericolose	IP			Non installate nelle aree pericolose
Organi di comando incasso	IP	2	0	
Organi di comando esterni al chiuso	IP	5	5	
Organi di comando esterni all'aperto	IP	5	5	
Organi di comando in aree pericolose	IP			Non installati nelle aree pericolose
Apparecchiature di illuminazione	IP	6	5	

4.5.2.8 protezioni contro le sovratensioni**Valutazione del rischio da fulminazione**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta. La struttura che si vuole proteggere è una parte orizzontale di un edificio. Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4.5.2.9 valutazione dei rischi elettrici**Valutazione del rischio esplosione per la presenza di gas**

Parametro K (grado continuo e primo): 0,25

Parametro K (grado secondo): 0,5

Parametro Kdz (grado continuo e primo): 0,25

Parametro Kdz (grado secondo): 0,5

Parametro K0: 2

Fattore di sicurezza Ka: 1,2

Ambiente Codice A001 - Descrizione: Generatore di calore

Tipo di ambiente: chiuso

Volume libero dell'ambiente (m^3): 1000

Pressione atmosferica (Pa): 100127

Temperatura ambiente ($^{\circ}C$): 20

Fattore di efficacia della ventilazione f: 1

Velocità minima dell'aria w all'interno dell'ambiente (m/s): 0,1

Disponibilità della ventilazione: Buona

Tipo di ventilazione: Naturale

Portata d'aria per la ventilazione Q_a (m^3/s): 0,0062

Numero ricambi d'aria per la ventilazione primaria Ca (1/s): 0,0000062

Portata d'aria per effetto della spinta del vento Q_{aw} (m^3/s): 0,0062

Portata d'aria per effetto camino Q_{at} (m^3/s): 0

Sostanza infiammabile

Nome: Metano industriale

Numero: 227

Composizione: CH₄

LEL % volume: 4,40

LEL (kg/m^3): 0,029359616

UEL % volume: 17,00

Densità relativa all'aria: 0,554

Massa molare ($kg/kmol$): 16,04

Coefficiente gamma (rapporto calori specifici): 1,31

Massa volumica del liquido (kg/m^3): 415

Calore specifico a temperatura ambiente c_{sl} ($J/(kg/K)$): 3454

Coefficiente di diffusione del gas cd (m^2/h): 0,074

Calore latente di vaporizzazione clv (J/kg): 5,10E5

Temperatura di ebollizione T_b ($^{\circ}C$): -161,4

Temperatura di accensione ($^{\circ}C$): 537

Temperatura di infiammabilità ($^{\circ}C$): 0

Gruppo delle costruzioni elettriche: IIA

Classe di temperatura: T1

Sorgente di emissione Codice: SE001 Descrizione: Valvola intercettazione

Sostanza pericolosa: Metano industriale

Fattore di efficacia della ventilazione per la sorgente di emissione: 1

Grado di emissione: secondo

Modalità di emissione: gas/vapore

Coefficiente di efflusso: 0,8

Temperatura della sostanza (°C): 20

Portata di emissione Q_g (kg/s): 0,0000102533Distanza dal soffitto h_s (m): 2**Sorgente di emissione** Codice: SE002 Descrizione: Manicotto

Sostanza pericolosa: Metano industriale

Fattore di efficacia della ventilazione per la sorgente di emissione: 1

Grado di emissione: secondo

Modalità di emissione: gas/vapore

Pressione all'interno del sistema di contenimento: Relativa (bar): 0,02 Assoluta (Pa): 102127

Area del foro di emissione (mm²): 0,25

Coefficiente di efflusso: 0,8

Temperatura della sostanza (°C): 20

Portata di emissione Q_g (kg/s): 0,0000102533Distanza dal soffitto h_s (m): 3,5**Controllo dell'ambiente**Sorveglianza del personale

Luogo: sorvegliato ogni otto ore

Zone pericolose (generata dalla SE: SE001 - Valvola intercettazione)Emissione di grado secondoNumero di ricambi d'aria Co (1/s): 0,3324468Portata minima di aria Q_{amin} (m³/s): 0,0007071817Tempo di persistenza t (s): 9,4Volume V_{ex} (m³): 0,001063601Volume V_z (m³): 0,002127202 (non trascurabile)

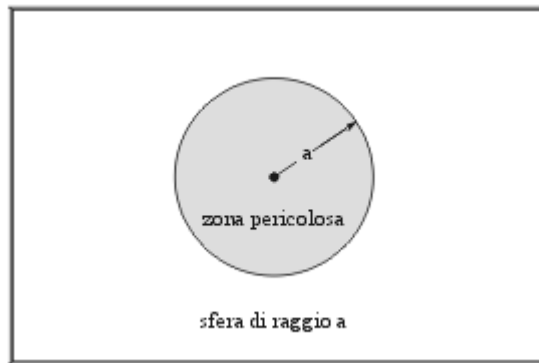
Grado della ventilazione: Medio

Direzione dell'emissione: non nota

Tipo di zona: Zona 2

Distanza pericolosa d_z (m): 0,12533Quota a (m): 0,15Volume zona pericolosa (m³): 0,01424943

Forma della zona pericolosa: vedasi la figura sottostante



Zone pericolose (generata dalla SE: SE002 - Manicotto)

Emissione di grado secondo

Numero di ricambi d'aria Co (1/s): 0,3324468

Portata minima di aria Q_{amin} (m^3/s): 0,0007071817

Tempo di persistenza t (s): 9,4

Volume V_{ex} (m^3): 0,001063601

Volume V_z (m^3): 0,002127202 (non trascurabile)

Grado della ventilazione: Medio

Direzione dell'emissione: non nota

Tipo di zona: Zona 2

Distanza pericolosa d_z (m): 0,12533

Quota a (m): 0,15

Volume zona pericolosa (m^3): 0,01424943

Forma della zona pericolosa: vedasi la figura sottostante



Nota - Nel caso in cui l'esperienza pratica mettesse in evidenza che, per una determinata zona, identificata nella presente classificazione come zona 1 o zona 2, la durata complessiva di atmosfera esplosiva effettivamente presente nell'arco dell'anno risulta superiore a quella prevista dalla guida CEI 31-35 per il tipo di zona individuato, è opportuno modificare conseguentemente il tipo di tale zona (in zona 0 o zona 1).

Valutazione del rischio esplosione per la presenza di polveri

Non necessaria. Non siamo in presenza di aree pericolose per la presenza di polveri.

4.5.2.10 sistemi di distribuzione - tratte

Canalizzazioni

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente. Dette protezioni possono essere: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile ecc. Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8. Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti. I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20. Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale ed al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

Tubi protettivi e cassette di derivazione

Nell'impianto previsto per la realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi devono essere in materiale termoplastico serie leggera per i percorsi sotto intonaco, in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento; il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfilare i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. Comunque il diametro interno non deve essere inferiore a 10 mm;

il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere effettuate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi; ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione della linea principale a secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione; le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsettiere. Dette cassette devono essere costruite in modo che nelle condizioni ordinarie di installazione non sia possibile introdurre corpi estranei, deve inoltre risultare agevole la dispersione di calore in esse prodotta. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo; i tubi protettivi dei montanti di impianti utilizzatori alimentati attraverso organi di misura centralizzati e le relative cassette di derivazione devono essere distinti per ogni montante. E' ammesso utilizzare lo stesso tubo e le stesse cassette purché i montanti alimentino lo stesso complesso di locali e ne siano contrassegnati per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità; qualora si preveda l'esistenza, nello stesso locale, di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non

amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

4.5.2.11 condutture elettriche

Cavi elettrici

Il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) è una legge europea direttamente applicabile che impone immediatamente doveri e diritti ai cittadini dell'Unione e/o agli Stati membri.

Il Regolamento CPR stabilisce i requisiti base e le caratteristiche essenziali armonizzate che tutti i prodotti progettati per essere installati in modo permanente nelle opere di ingegneria civile (es: abitazioni, edifici

industriali e commerciali, uffici, ospedali, scuole, metropolitane, cc.) devono garantire per l'ambito di applicazione. È necessario che l'incorporazione avvenga in maniera stabile e duratura durante la vita di servizio dell'opera stessa.

La Commissione Europea, all'interno delle caratteristiche considerate rilevanti ai fini della sicurezza delle costruzioni, ha deciso di considerare per i cavi il requisito n. 2 "Sicurezza in caso di incendio" e il requisito n. 3 "Igiene, salute e ambiente". Tutti i cavi installati permanentemente nelle costruzioni, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati, di qualsiasi livello di tensione e con conduttori metallici o fibra ottica, dovranno essere classificati in base alle classi del relativo ambiente di installazione.

Il Regolamento CPR coinvolge tutti gli operatori economici della filiera: i fabbricanti, i mandatarî, i distributori, gli importatori e gli altri attori della filiera quali installatori, progettisti, ordini professionali e Autorità degli Stati membri dell'UE. Ciascuno di esso condivide responsabilità verso l'attuazione della stessa in termini di controllo e attenzione al rispetto degli obblighi di propria competenza.

Dal testo originale del Regolamento CPR si intende per:

- “fabbricante”, qualsiasi persona fisica o giuridica che fabbrichi un prodotto da costruzione o che faccia progettare o fabbricare tale prodotto e lo commercializza con il suo nome o con il suo marchio (Art.11)
- “mandatario”, qualsiasi persona fisica o giuridica stabilita nell'Unione Europea che abbia ricevuto da un fabbricante un mandato scritto che la autorizza ad agire per suo conto in relazione a determinati compiti (Art.12)
- “distributore”, qualsiasi persona fisica o giuridica nella catena di fornitura, diversa dal fabbricante o dall'importatore, che metta un prodotto da costruzione a disposizione sul mercato (Art.13)
- “importatore”, qualsiasi persona fisica o giuridica, stabilita nell'Unione Europea, che immetta sul mercato dell'Unione Europea un prodotto da costruzione proveniente da un paese terzo (Art.14).

La marcatura CE è la dichiarazione obbligatoria, rilasciata dal fabbricante di un prodotto regolamentato nell'Unione europea, che dimostra come il prodotto sia conforme ai requisiti di sicurezza previsti dalle direttive applicabili. Non è comparabile ad un marchio di qualità e quindi non assicura la sicurezza del prodotto in senso stretto, ma ne comunica le prestazioni al fine di poterlo impiegare in sicurezza in un'opera stabile e garantita. Il documento principale, attorno al quale ruota tutto il processo di Marcatura CE dei prodotti da costruzione in base alle disposizioni del Reg. (UE) 305/2011 è la Dichiarazione di Prestazione (DoP).

Al rilascio da parte dell'Organismo Notificato del certificato di Costanza delle Prestazioni (AVCP) - o il rapporto di prova per le classi inferiori - il fabbricante è in grado di redigere la propria "Dichiarazione di Prestazione" (DoP) ed è in possesso dei requisiti per poter porre la marcatura CE al prodotto da costruzione assumendosi la responsabilità della conformità a quanto dichiarato. La DoP dovrà contenere le informazioni richieste dall'allegato III al Regolamento. Sono coinvolti dal Regolamento CPR tutti i cavi elettrici per energia e per comunicazione di qualsiasi tensione e tipo di conduttore soggetti ai seguenti requisiti di comportamento al fuoco:

- cavi destinati ad essere utilizzati per la fornitura di energia elettrica, dati e segnali in edifici e opere di ingegneria civile soggetti a requisiti prestazionali di reazione al fuoco
- in futuro cavi soggetti ai requisiti prestazionali di resistenza al fuoco (capacità del cavo di continuare a funzionare anche se sottoposto all'azione del fuoco) destinati ad essere utilizzati per la fornitura di energia elettrica, dati e segnali e rivelazione/allarme incendio in edifici e opere di ingegneria civile dove è essenziale assicurare la continuità di servizio.
- non sono considerati dal regolamento i cavi per ascensori in quanto non sono trattati dal mandato M/443 EU

EN 50399

Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma - Apparecchiatura di prova, procedure e risultati

La Norma specifica, per tutti i cavi elettrici soggetti al Regolamento CPR, l'apparecchiatura e le procedure di prova per la valutazione della reazione al fuoco.

Scopo della prova è di verificare l'attitudine del cavo a non propagare fiamma/incendio e misurare il rilascio termico, la produzione di fumo e delle gocce/particelle incandescenti.

Elenco parametri misurati:

- a) propagazione dell'incendio - FS;
- b) tasso di rilascio termico - HRR;
- c) rilascio termico totale - THR;
- d) indice di crescita del fuoco - FIGRA;
- e) tasso di produzione di fumo – SPR
- f) produzione di fumo totale – TSP (Parametri CPR : s1 /s2 /s3)
- g) produzione di gocce/particelle infiammate (Parametri CPR : d0 /d1 /d2)

EN 60332-1-2

Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio – Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato - Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata.

Scopo della prova è di verificare l'attitudine del cavo installato singolarmente nella disposizione più sfavorevole (cioè in verticale) a non propagare la fiamma eventualmente trasmessagli da una sorgente esterna allo

stesso. L'isolante brucia ma la fiamma non deve propagarsi oltre un determinato limite dal punto in cui è applicata al singolo cavo.

EN 60754-2

Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi - Parte 2:

Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività.

La Norma specifica l'apparecchiatura e la procedura per la determinazione della corrosività potenziale dei gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati da campioni di cavo elettrico o fibra ottica misurando l'acidità (pH) e la conduttività di una soluzione acquosa risultante dai gas emessi durante la combustione.

(Parametri CPR : a1 /a2 /a3).

EN 61034-2

Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2:

Procedura di prova e prescrizioni.

La Norma fornisce i dettagli della procedura di prova da utilizzare per la misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite. (Parametri CPR : s1a /s1b).

I cavi sono stati classificati in 7 classi di Reazione al Fuoco A B1 B2 C D E F identificate dal pedice "ca" (cable) in funzione delle loro prestazioni decrescenti.



PRESTAZIONI ELEVATE

PRESTAZIONI BASSE



Rimangono esclusi al momento dalla classificazione di comportamento al fuoco i cavi Resistenti al Fuoco in quanto le norme per questa gamma di prodotti sono ancora in fase di elaborazione. Ogni classe prevede soglie minime per il rilascio di calore e la propagazione della fiamma. Oltre a questa classificazione principale, le Autorità europee hanno regolamentato anche l'uso dei seguenti parametri aggiuntivi:

- s = opacità dei fumi.
Varia da s1 a s3 con prestazioni decrescenti
- d = gocciolamento di particelle incandescenti che possono propagare l'incendio.
Varia da d0 a d2 con prestazioni decrescenti
- a = acidità che definisce la pericolosità dei fumi per le persone e la corrosività per le cose.
Varia da a1 a a3 con prestazioni decrescenti.

Rimangono esclusi al momento dalla classificazione di comportamento al fuoco i cavi Resistenti al Fuoco in quanto le norme per questa gamma di prodotti sono ancora in fase di elaborazione.

Tutti i cavi, così come previsto dalla norma armonizzata EN 50575, devono essere marcati con:

- una identificazione di origine composta dal nome del produttore o del suo marchio di fabbrica o (se protetto legalmente) dal numero distintivo;

- la descrizione del prodotto o la sigla di designazione;
- la classe di reazione al fuoco.

Inoltre i cavi possono anche essere marcati con i seguenti elementi:

- informazione richiesta da altre norme relative al prodotto;
- anno di produzione;
- marchi di certificazione volontaria;
- informazioni aggiuntive a discrezione del produttore, sempre che non siano in conflitto né confondano le altre marcature obbligatorie.

La scelta condivisa dai fabbricanti italiani è di marcare direttamente sul cavo la classe di reazione al fuoco corrispondente al fine di facilitare il più possibile l'utilizzo del cavo stesso.



Colori distintivi dei cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI – UNEL 00722-74 e 00712. **In particolare i conduttori di neutro e protezione devono essere contraddistinti rispettivamente ed esclusivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio, marrone.**

DISTRIBUZIONE DI POTENZA

FASE L1	GRIGIO	
FASE L2	MARRONE	
FASE L3	NERO	
NEUTRO	BLU CHIARO	
COND. PROTEZIONE PE	GIALLO/VERDE	

CIRCUITI AUSILIARI 230V

FASE	NERO	
NEUTRO	BLU CHIARO	
COND. PROTEZIONE PE	GIALLO/VERDE	

CIRCUITI AUSILIARI 12-24V AC

12-24V	ROSSO	
0V	ROSSO	
COND. PROTEZIONE PE	non richiesto	

CIRCUITI AUSILIARI 12-24V DC

+ 12 - +24V	BLU	
0V	BLU	
COND. PROTEZIONE PE	non richiesto	

CIRCUITI AUSILIARI INTERCONNESSIONE SEGNALI TRA PIU' QUADRI

CONDUTTORE 1	ARANCIO	
--------------	---------	--

CONDUTTORE 2	ARANCIO	
COND. PROTEZIONE PE	non richiesto	

CABLAGGIO INTERNO QUADRI CIRCUITI DI POTENZA

FASE L1	NERO	L1
FASE L2	NERO	L2
FASE L3	NERO	L3
NEUTRO	BLU CHIARO	
COND. PROTEZIONE PE	GIALLO/VERDE	

CABLAGGIO INTERNO QUADRI CIRCUITI DI POTENZA (ALTERNATIVA)

FASE L1	GRIGIO	
FASE L2	MARRONE	
FASE L3	NERO	
NEUTRO	BLU CHIARO	
COND. PROTEZIONE PE	GIALLO/VERDE	

Sezione dei cavi

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL. Indipendentemente dai valori ricavati, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- **1 mm² per i circuiti di segnalazione e comando.**
- **1,5 mm² per circuiti luce e forza motrice.**

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo di 16 mm² per conduttori in rame e 25 mm² per conduttori in alluminio, purché siano soddisfatte le condizioni degli art. li 524.1, 524.2, 524.3 543.1.4 delle norme CEI 64-8. I cavi in aria installati individualmente, cioè distanziati tra loro almeno di 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35. Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

Le linee elettriche installate sono risultate conformi per sezione, tipo di cavo utilizzato, tipo di posa adottata.

Caratteristiche elettriche (tipiche) dei cavi in relazione alla loro sezione

SEZIONE (mm ²)	SEZIONE (AWG)	Rc (mΩ/m) 20°C	Xc (mΩ/m) 20°C	C.D.T. 1V / 1m	C.D.T. % 400V / m	C.D.T. % 230V / m
1	AWG18	15,9	0,1	0,0248	0,0062	0,0027
1,5	AWG16	12,34	0,1	0,0192	0,0048	0,0021
2,5	AWG14	7,404	0,095	0,0116	0,0029	0,0013
4	AWG12	4,6265	0,09	0,0072	0,0018	0,0008
6	AWG10	3,085	0,085	0,0048	0,0012	0,0005

10	AWG8	1,851	0,079	0,0029	0,0007	0,0003
16	AWG6	1,15688	0,076	0,0018	0,0005	0,0002
25	AWG4	0,7404	0,076	0,0012	0,0003	0,0001
35	AWG2	0,528	0,074	0,0008	0,0002	0,0001
50	AWG1/0	0,37	0,073	0,0006	0,0002	0,0001
70	AWG2/0	0,264	0,072	0,0004	0,0001	0,0000
95	AWG4/0	0,194	0,07	0,0003	0,0001	0,0000
120	AWG250	0,154	0,07	0,0003	0,0001	0,0000
150	*****	0,123	0,07	0,0002	0,0001	0,0000
185	*****	0,1	0,07	0,0002	0,0000	0,0000
240	AWG500	0,077	0,07	0,0001	0,0000	0,0000
300	*****	0,061	0,068	0,0001	0,0000	0,0000
400	*****	0,0462	0,068	0,0001	0,0000	0,0000

Tipi di posa previsti dalla norma CEI 64-8

RIF.	DESCRIZIONE
1	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari entro muri termicamente isolanti
2	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari entro muri termicamente isolanti
3	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
4	Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti
5	Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura
11	Cavi multipolari ad isolamento minerale posati su pareti
12	Cavi multipolari su passerelle non perforate
13	Cavi multipolari su passerelle perforate
14	Cavi multipolari su mensole
15	Cavi multipolari fissati da collari
16	Cavi multipolari su passerelle a traversini
17	Cavi unipolari con guaina o multipolari sospesi con fili o corde
18	Conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori
21	Cavi unipolari con guaina o multipolari in cavità di strutture
22	Cavi senza guaina in tubi protetti di forma circolare entro cavità di strutture
23	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in cavità di strutture
24	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
25	Cavi unipolari con guaina o multipolari posati in controsoffitti o pavimenti sopraelevati
31	Cavi senza o con guaina e cavi multipolari in canali posati su parete con percorso orizzontale
32	Cavi senza o con guaina e cavi multipolari in canali posati su parete con percorso verticale
33	Cavi senza guaina posati in canali incassati nel pavimento
34	Cavi senza guaina in canali sospesi
41	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli chiusi

42	Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati entro cunicoli ventilati in pavimento
43	Cavi unipolari con guaina o multipolari posati in cunicoli aperti o ventilati
51	Cavi unipolari con guaina o multipolari posati entro pareti termicamente isolanti
52	Cavi unipolari con guaina o multipolari posati direttamente nella muratura senza protezione meccanica
53	Cavi unipolari con guaina o multipolari posati direttamente nella muratura con protezione meccanica
61	Cavi unipolari con guaina o multipolari posati in tubi protettivi interrati o cunicoli interrati
62	Cavi unipolari con guaina o multipolari interrati senza protezione meccanica addizionale
63	Cavi unipolari con guaina o multipolari interrati con protezione meccanica addizionale
71	Cavi senza guaina posati in elementi scanalati
72	Cavi senza guaina posati in canali provvisti di elementi di separazione
73	Cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) in stipiti di porte
74	Cavi senza guaina in tubi protettivi o cavi unipolari con guaina (o multipolari) in stipiti di finestre
81	Cavi multipolari immersi in acqua
11A	Cavi multipolari ad isolamento minerale fissati su soffitti
11B	Cavi multipolari ad isolamento minerale distanziati da soffitti
22A	Cavi unipolari con guaina o multipolari in tubi protettivi posati in cavità di strutture
24A	Cavi unipolari con guaina o multipolari in tubi protettivi non circolari annegati nella muratura
33A	Cavi multipolari posati in canali incassati nel pavimento
34A	Cavi unipolari con guaina o multipolari in canali sospesi
3A	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
4A	Cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti
5A	Cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura

Esempio	Descrizione	Rif	Esempio	Descrizione	Rif	Esempio	Descrizione	Rif
	Cavi senza guaina in tubi protettivi posati entro muri termicamente isolanti	1		Cavi multipolari (o unipolari con guaina) con o senza armatura, e con o senza isolamento esterno. -- fissati su soffitti oppure -- distanziati da soffitti	11		Cavi unipolari con guaina (o multipolari) sospesi o ad incorporati in fili o corde di supporto	17
	Cavi multipolari in tubi protettivi posati entro muri termicamente isolanti	2		-- fissati su soffitti oppure -- distanziati da soffitti	11A		Conduttori nudi o con guaina su isolatori	18
	Cavi senza guaina in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3		-- su passerelle non perforate	12		Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in canali di strutture	21
	Cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su o distanziati da pareti	3A		-- su passerelle perforate	13		Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati in canali di strutture	22
	Cavi senza guaina in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4		-- su mensole	14		Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi circolari posati in canali di strutture	22A
	Cavi multipolari in tubi protettivi non circolari posati su pareti	4A		-- fissati da collari	15		Cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi non circolari posati in canali di strutture	23
	Cavi senza guaina in tubi protettivi annegati nella muratura	5		-- su passerelle o traversi	16		Cavi multipolari (o unipolari con guaina) in tubi protettivi non circolari posati in canali di strutture	23A
	Cavi multipolari in tubi protettivi annegati nella muratura	5A						

Esempio	Descrizione	Rif.	Esempio	Descrizione	Rif.	Esempio	Descrizione	Rif.
	Cod. unipolare senza guaina in tutti i protettivi non circolari alloggiati nella muratura	24		Cod. senza guaina posati in canali incassati nel pavimento	33		Cod. multipolari (e unipolari con guaina) posati direttamente entro pareti meccanicamente isolanti	51
	Cod. multipolari (e unipolari con guaina) in tutti i protettivi non circolari alloggiati nella muratura	24A		Cod. multipolari posati in canali incassati nel pavimento	33A		Cod. multipolari (e unipolari con guaina) posati direttamente nella muratura senza protezione meccanica addizionale	52
	Cod. multipolari (e unipolari con guaina) posati in: - canali sovrapposti - pannelli asportabili	25		Cod. senza guaina in canali sospesi	34		Cod. multipolari (e unipolari con guaina) posati nella muratura con protezione meccanica addizionale	53
	Cod. senza guaina e cod. multipolari (e unipolari con guaina) in canali posati su pareti: - con percorso orizzontale	31		Cod. multipolari (e unipolari con guaina) in canali sospesi	34A		Cod. unipolari e multipolari in tutti i protettivi interni ed in canali interni	61
	- con percorso verticale	32		Cod. senza guaina in tutti i protettivi circolari posati entro canali chiusi, con percorso orizzontale o verticale	41		Cod. multipolari (e unipolari con guaina) interni senza protezione meccanica addizionale	62
				Cod. unipolari con guaina e multipolari posati in canali aperti a ventagli con percorso orizzontale o verticale	43		Cod. multipolari (e unipolari con guaina) interni con protezione meccanica addizionale	63

4.5.2.12 quadri elettrici principali

Caratteristiche generali per i quadri elettrici

I quadri elettrici dovranno essere impiegati come indicato dagli schemi allegati e dovranno essere dimensionati con riserva di posti pari al 30% dell'ingombro dei dispositivi richiamati negli elaborati di progetto. I vari apparecchi all'interno del quadro saranno fissati su pannelli interni al quadro mediante viti o bulloni che facciano presa in fori filettati. Per il fissaggio sono da escludere dadi, controdadi. Nel caso in cui si faccia uso di apparecchi con montaggio a scatto su profilati normalizzati, si avrà cura di fissare saldamente e rigidamente i predetti profilati ai pannelli porta-apparecchi. Nel montaggio degli apparecchi bisogna tenere cura che il loro montaggio non avvenga l'uno a ridosso dell'altro, per agevolare, oltre l'eventuale ventilazione del componente, lo smontaggio in caso di guasto. Il dispositivo di protezione e manovra e i componenti devono essere installati e cablati nell'apparecchiatura in modo tale che il loro funzionamento non sia compromesso da mutue influenze come ad esempio il calore, archi elettrici, vibrazioni, campi di energia, che sono presenti nel servizio ordinario. L'accesso alle apparecchiature interne del quadro dovrà tenere conto della sicurezza delle persone e pertanto si dovrà evitare la possibilità di contatto accidentale con le parti in tensione. La protezione contro i contatti diretti sarà ottenuta con idonei provvedimenti addizionali ad adottare durante l'installazione e che saranno indicati dal costruttore. Come protezione potranno essere scelti uno o più dei seguenti provvedimenti di protezione :

- MEDIANTE ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE
- MEDIANTE BARRIERE O INVOLUCRI

Se è necessaria la rimozione delle barriere, l'apertura di involucri o l'asportazione di parti di involucro (porte, cassette, coperchi, ecc.) deve essere rispettata una delle prescrizioni seguenti:

- La rimozione, l'apertura o l'asportazione deve richiedere l'uso di una chiave o di un attrezzo.
- Tutte le parti attive, che possono essere toccate accidentalmente dopo l'apertura della porta, devono essere sezionate prima dell'apertura della porta stessa.

Se, per motivi di servizio, l'apparecchiatura è munita di un dispositivo che permette alle persone autorizzate di accedere alle parti attive anche con le apparecchiature in tensione, il blocco deve automaticamente quando si chiudono le porte. La protezione contro i contatti indiretti sarà garantita; il costruttore potrà assicurare la protezione appositi circuiti di protezione. Il circuito di protezione di un quadro sarà costituito o

da un conduttore di protezione separato o dalle parti conduttrici della struttura o da entrambi. La continuità dei circuiti di protezione sarà assicurata mediante interconnessioni efficaci che garantiscono comunque una buona conduzione, costante nel tempo, ed una portata sufficiente a resistere alle più elevate sollecitazioni termiche e dinamiche dovute alla corrente di guasto a terra che potranno interessare il quadro. I mezzi di connessione per assicurare la continuità delle masse con i conduttori di protezione avranno solo questa funzione. Se una parte di quadro viene rimossa, per esempio per manutenzione ordinaria, i circuiti di protezione del resto del quadro non saranno interrotti.

Se il quadro contiene apparecchi che possono mantenere cariche elettriche pericolose dopo che sono stati sezionati (condensatori, ecc.) è necessario un cartello di avviso di pericolo tenendo presente che non sono pericolosi contatti accidentali se la tensione delle cariche statiche scende sotto i 120 V c.c. in meno di 5 secondi dopo il sezionamento dell'alimentazione.

Cablaggio dei quadri

La scelta delle sezioni dei conduttori all'interno dell'apparecchiatura è lasciata alla responsabilità del Costruttore.

- Oltre che dall'entità della corrente, la scelta della sezione è condizionata dalle sollecitazioni meccaniche a cui l'apparecchiatura è sottoposta, dalla sistemazione dei conduttori, dal tipo di isolamento e, se del caso, dal tipo di componenti collegati.
- Per i conduttori nudi e per le connessioni le distanze in aria e superficiali saranno in accordo con quelle specificate per gli apparecchi ad essi direttamente collegati; in condizioni anormali di servizio (es. cortocircuito) non dovranno ridurre in modo permanente le distanze tra le sbarre e/o le connessioni al di sotto di quelle specificate per gli apparecchi ad esse direttamente collegati.
- I conduttori isolati non dovranno poggiare né su parti nude in tensione aventi potenziale diverso né su spigoli vivi e saranno adeguatamente sostenuti.
- Sbarre in rame, da utilizzare nei cablaggi interni per gli apparecchi di tipo scatolato (di manovra ed automatici, magnetotermici e con differenziali accoppiati) con corrente nominale superiore a 100 A, dovranno rispondere ai requisiti richiesti della norma CEI 7-4, per le dimensioni, alle relative tabelle UNI o CEI-UNEL);
- Sbarra in rame, di sezione adeguata posta in prossimità e parallela alla morsettiera, provvista di una serie di fori al quale collegare, mediante bulloni e dadi i conduttori di protezione di ciascuna linea, i conduttori di terra ed equipotenziali;
- I cavi per il cablaggio dei circuiti ausiliari, di comando, di segnalazione e di misura all'interno dei quadri, saranno realizzati con conduttori a corda flessibile di rame ricotto stagnato, isolamento elastomerico reticolato di qualità Gg, non propagante l'incendio e non propagante la fiamma e a ridottissima emissione di gas tossici, di fumi opachi e di gas corrosivi in caso d'incendio, sigla di designazione N07G9-K con tensione nominale 450/750 V;
- e i cavi dei circuiti saranno posti entro canaline in materiale plastico autoestinguente munite di coperchio e con fattore di riempimento pari a 1/2;

Costruttore del quadro

Il Costruttore del quadro dichiara il quadro stesso conforme alla norma.

Appone il proprio nome o marchio nella targa.

Si assume la responsabilità del quadro finito.

Chiunque modifichi il quadro, per inserimento apparecchiature o spostamento delle stesse, ne alteri la sua struttura meccanica ne diventa a pieno titolo il nuovo responsabile del quadro.

Classificazione dei quadri

Il quadro elettrico è da considerare un componente dell'impianto come un interruttore o una presa a spina. Ogni componente deve rispondere alle relative norme di prodotto ed essere certificato dal costruttore dello stesso. Il quadro elettrico, analogamente deve fare riferimento ed essere conforme a delle norme e il costruttore dello stesso deve dichiararne la conformità. Al fine di fare chiarezza a quali norme debbano rispondere i quadri in esame di seguito viene riportato un diagramma di flusso che ne facilita il compito.

Precisazioni :

I_{nq} = Corrente nominale del quadro (Valore compreso tra I_{ne} ed I_{nu})

I_{ne} = 85% del valore della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione generale del quadro

I_{nu} = Somma delle correnti nominali di tutti i dispositivi di protezione installati sul quadro destinati ad un utilizzo contemporaneo.

I_{cp} = Corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione quadro (valore efficace della componente simmetrica)

I_p = Corrente di cortocircuito limitata da un dispositivo a monte del punto di installazione quadro.

4.5.2.13 sezione illuminotecnica

L'impianto di illuminazione artificiale della struttura, diviso in relazione alle tipologie di lavoro che verrà svolto al proprio interno è stato progettato secondo le indicazioni della norma UNI EN 12464-1 considerando i seguenti parametri :

- Zona del compito visivo e zona immediatamente circostante
- Livello di illuminamento e uniformità dello stesso
- Abbagliamento e illuminazione direzionale
- Resa dei colori e temperatura di colore delle lampade
- Fattore di manutenzione
- Tipi di lampade scelte

Di seguito viene data una breve spiegazione per ogni singolo parametro.

La norma UNI EN 12464-1 introduce i seguenti tipi di zone:

- Zona del compito visivo (Parte del luogo di lavoro dove il compito visivo viene espletato).
- Zona immediatamente circostante (Fascia di 0,5 m di larghezza circostante la zona del compito visivo).

La norma UNI EN 12464-1 introduce il valore di illuminamento mantenuto (E_m) e nelle tabelle allegate ne indica il valore per ogni tipo di lavorazione che avviene nel locale. Nelle aree occupate continuamente E_m non può essere inferiore a 200 lx. L'uniformità di illuminamento è il rapporto tra l'illuminamento minimo e quello medio ottenuti (E_{min} / E_m). Tale rapporto **non deve essere inferiore a 0,8**.

La norma UNI EN 12464-1 introduce l'indice unificato dell'abbagliamento chiamato UGR.

L'indice UGR dipende dai seguenti fattori :

- Luminanza dell'apparecchio
- Sfondo dell'apparecchio
- Posizione dell'apparecchio rispetto all'osservatore
- L'indice UGR non deve superare il valore di UGRl riportato nelle tabelle della norma.

La resa del colore indica l'attitudine di una sorgente luminosa a rendere i colori degli oggetti illuminati senza alterazione si esprime con un numero variabile da 0 a 100, detto anche indice di resa cromatica Ra.

Quanto maggiore è l'indice di resa cromatica Ra di una lampada tanto più quella lampada permette di apprezzare i colori.

Il fattore di manutenzione è stabilito dal progettista, sulla base del tipo di apparecchi scelti, delle caratteristiche ambientali, e del programma di manutenzione dell'impianto di illuminazione.

Secondo le disposizioni UNI EN 12464 nelle locali aree di lavoro interessate dal presente documento, gli impianti d'illuminazione devono essere progettati e quindi realizzati prendendo come riferimento i valori di:

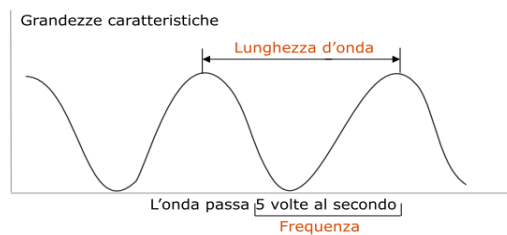
1. Illuminamento medio (**Em**)
2. Grado d'abbagliamento fastidioso (**UGRL**)
3. Indice di resa cromatica (**Ra**)

elencati, per tipologie d'ambiente, nella tabella della norma indicata.

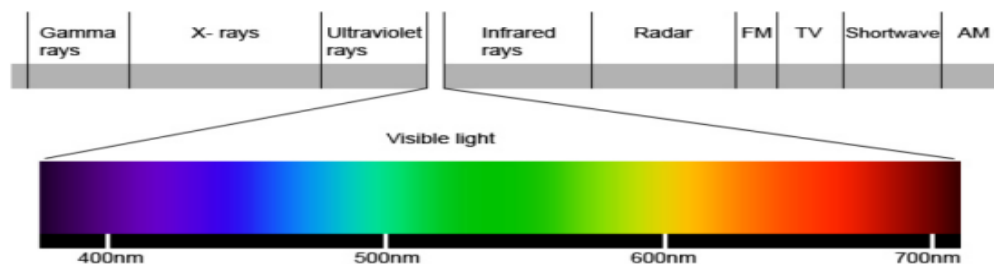
Glossario illuminotecnico

λ : Lunghezza d'onda : distanza tra due punti corrispondenti della forma d'onda solitamente espressa in nanometri (10^{-9} m)

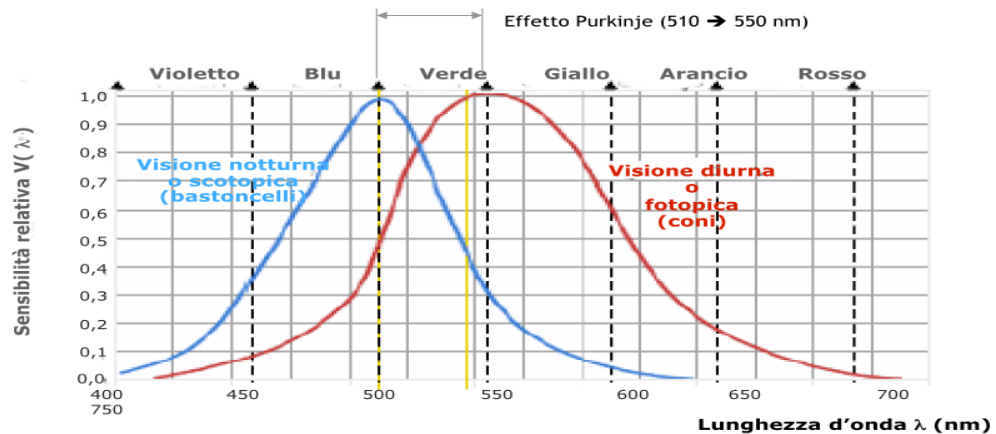
f : frequenza : numero di onde complete che passano in un certo punto dello spazio nell'unità di tempo. Viene misurata in Hertz (1/s).



Spettro delle radiazioni elettromagnetiche



Sensibilità dell'occhio

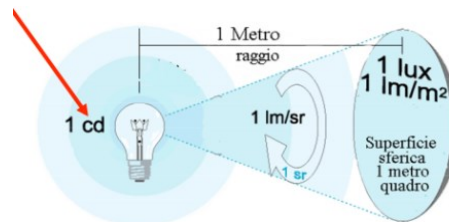


Effetto Purkinje : adattamento della pupilla dell'occhio alla luce.

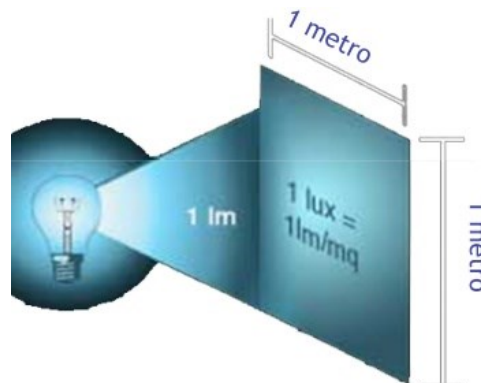
A parità di energia impiegata da una sorgente, l'occhio manifesta una sensibilità diversa rispetto ad una radiazione monocromatica. In condizione di visione DIURNA (FOTOPICA) la massima sensibilità dell'occhio si ha in corrispondenza di 555nm radiazione (giallo-verde). In condizione di visione NOTTURNA (STOTOPICA) la massima sensibilità dell'occhio si ha in corrispondenza di 510nm radiazione (blu-verde).

Φ Flusso luminoso : Quantità di energia luminosa emessa nell'unità di tempo. Unità di misura è il lumen.

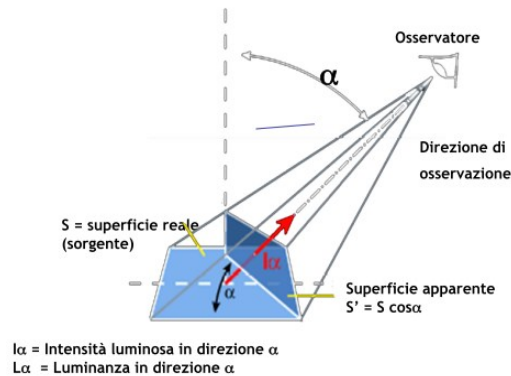
I Intensità luminosa : Flusso luminoso emesso da una sorgente puntiforme che si propaga in una determinata direzione. Densità del flusso all'interno di un cono ideale che ha il vertice nella sorgente e asse secondo la direzione di propagazione. L'intensità luminosa è il rapporto tra il flusso luminoso e l'angolo solido. L'unità di misura è la candela (cd).



E Illuminamento : L'illuminamento è il rapporto tra il flusso luminoso ricevuto da una superficie e l'area della superficie stessa. L'unità di misura è il lux e corrisponde ad un lumen su un metro quadro.



L Luminanza : Data una sorgente di luce o una superficie illuminata, ed assegnata una direzione, si definisce LUMINANZA il rapporto tra l'intensità luminosa e l'area apparente della superficie nella direzione assegnata. La sua unità di misura è cd/m^2 .



Abbagliamento : L'abbagliamento è la sensazione generata da valori eccessivi di luminanza presenti all'interno del campo visivo. Abbagliamento debilitante consiste in un peggioramento istantaneo, temporaneo delle funzioni visive. Abbagliamento fastidioso. Provoca un senso di disagio che non determina inabilità visiva.

UGR : Indice di abbagliamento molesto. Dipende dalla disposizione delle apparecchiature di illuminazione, dal tipo di ambiente (indici di riflessione, dimensioni). Valore mediamente compreso tra 10 e 30.

Illuminamenti medi richiesti dalle norme CONI

Secondo le tabelle della norma CONI per attività sportive saranno considerati i seguenti parametri illuminotecnici per la determinazione del numero di apparecchiature da installare in ciascun ambiente / locale della struttura :

BASKET + PALLAVOLO AL CHIUSO : 500 lux illuminamento medio. Uniformità 0,7

circuiti di illuminazione sicurezza

L'illuminazione di sicurezza ha il compito di garantire la sicurezza delle persone nel caso in cui venga a mancare l'illuminazione ordinaria in modo da poter:

- prevenire il pericolo derivante dalla mancanza di luce ordinaria nei luoghi di lavoro;
- evitare il panico;
- permettere l'esodo.

Gli apparecchi destinati all'illuminazione di sicurezza devono essere conformi alle proprie norme di prodotto (Norma CEI 34-21 e CEI 34-22).

L'impianto di illuminazione di sicurezza può essere:

- ad alimentazione centralizzata (alimentatore, UPS, batteria, gruppo elettrogeno);
- ad alimentazione autonoma;
- ad alimentazione centralizzata e ad alimentazione autonoma.

Illuminazione di sicurezza per l'esodo

Deve permettere l'evacuazione da un locale affollato rendendo visibile e quindi facilmente percorribile il

percorso di esodo fino alle uscite di sicurezza.

L'altezza di installazione degli apparecchi di sicurezza deve essere $> 2\text{m}$.

Si può illuminare la segnaletica di sicurezza uno dei seguenti modi:

- tramite fonte esterna, oppure;
- tramite cartello retroilluminato.

La norma UNI EN 1838 prescrive:

- i livelli minimi di illuminamento che deve essere garantito nelle vie d'esodo (a meno di norme specifiche per ambiente);
- il rapporto tra illuminamento massimo e minimo;
- i tempo minimo di autonomia dell'impianto.

Per illuminare le vie di esodo deve essere predisposto un apparecchio di emergenza in corrispondenza dei punti critici del percorso (incrocio di corridoi, cambio di direzione, ecc.).

Il tempo richiesto all'illuminazione di sicurezza per l'esodo per raggiungere:

- il 50% del livello minimo di illuminamento richiesto è $t \leq 5\text{ s}$;
- il livello di illuminamento prescritto è $t \leq 60\text{ s}$.

Illuminazione antipanico

L'impianto di illuminazione antipanico viene generalmente installato in aree di superficie $\geq 60\text{m}^2$ occupate da un elevato numero di persone.

Ha il compito di evitare l'insorgere di panico tra le persone in caso di mancanza dell'illuminazione ordinaria.

La norma UNI EN 1838 prescrive:

- i livelli minimi di illuminamento che deve essere garantito nelle vie d'esodo (a meno di norme specifiche per ambiente);
- il rapporto tra illuminamento massimo e minimo;
- i tempo minimo di autonomia dell'impianto.

L'altezza di installazione degli apparecchi di sicurezza deve essere $> 2\text{m}$.

Il tempo richiesto all'illuminazione antipanico per raggiungere:

- il 50% del livello minimo di illuminamento richiesto è $t \leq 5\text{ s}$;
- il livello di illuminamento prescritto è $t \leq 60\text{ s}$.

Illuminazione di sicurezza nelle attività ad alto rischio

L'impianto di illuminazione di sicurezza deve essere installato negli ambienti di lavoro in cui la mancanza di illuminazione ordinaria possa essere causa di pericolo per il personale dell'attività (DPR 547/55, DLgs 81/08).

La norma UNI EN 1838 prescrive:

- i livelli minimi di illuminamento che deve essere garantito nelle vie d'esodo (a meno di norme specifiche per ambiente);
- il rapporto tra illuminamento massimo e minimo;
- i tempo minimo di autonomia dell'impianto.

Nello specifico sono installate plafoniere a led in risoluzione, complete di gruppo batteria autonomo con scheda elettronica per controllo carica batteria e test efficienza. La batteria è in grado di fornire efficienza luminosa massima per un ora.

Le apparecchiature con grado di protezione IP65 saranno installate:

- a soffitto per garantire l'illuminamento medio di 2 lux lungo il percorso di esodo.
- sopra le porte delle USCITE DI SICUREZZA, in grado di garantire un illuminamento medio di 5 lux in prossimità delle porte stesse.

4.5.2.14 impianto solare fotovoltaico

Considerazioni generali

L'irraggiamento sulla superficie captante sarà calcolato sulla base dei dati radiometrici esistenti, utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Il sistema sarà progettato in modo tale che la potenza in corrente continua fornita dal generatore fotovoltaico sia superiore all'85% della potenza nominale, riferita alle particolari condizioni di irraggiamento.

Gli impianti fotovoltaici dovranno essere realizzati rispettando le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

Descrizione del sistema solare fotovoltaico

I componenti di un impianto fotovoltaico connesso in rete sono:

- Campo fotovoltaico;
- Gruppo di conversione;
- Struttura di sostegno;
- Quadri elettrici;

- Cavi di cablaggio;
- Sistema di controllo e monitoraggio (SCM);
- Impianto di terra.

Capo fotovoltaico

Il captatore solare è formato da un set di 16 pannelli in silicio policristallino da 352Wp ciascuno per complessivi 5.200 Wp. posizionati sopra la copertura sopra del blocco servizi, con orientamento sud ovest e inclinazione 30°.

Gruppo di conversione

Il generatore fotovoltaico fornisce energia elettrica in corrente continua; allo scopo di far funzionare le utenze elettriche in corrente alternata sinusoidale è previsto l'uso del gruppo di conversione composto dal convertitore statico (Inverter).

Il convertitore d.c./c.a. scelto è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete dell'utente, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di tale apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete dell'utente alla quale viene connesso l'impianto.

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione del sistema di produzione sono:

- Corrente alternata sinusoidale, stabile in tensione e frequenza;
- Ottima efficienza di conversione anche con carichi parziali;
- Elevata tolleranza ai sovraccarichi;
- Tolleranza nei confronti di fluttuazioni della tensione di accumulo;
- Stato di standby economico con rilevazione automatica del carico;
- Elevata compatibilità elettromagnetica;
- Protezione da sovratensioni improvvise;
- Basso contenuto armonico
- Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Strutture di sostegno dei moduli

I moduli dovranno essere montati su dei supporti in alluminio tipo intersol o similari. Gli ancoraggi della struttura dovranno essere in grado di resistere ad eventuali azioni ribaltanti dovute alla spinta del vento, considerando una forza orizzontale esercitata sul piano dei moduli pari a non meno di 120 kg/m².

Quadri elettrici

Si prevede di installare un quadro sul lato DC per il sezionamento e la protezione delle stringhe.

Si prevede di installare un quadro sul lato AC, all'interno di una cassetta posta a valle del convertitore statico per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dall'inverter.

Cavi elettrici e di cablaggio

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi a doppio isolamento o ad isolamento rinforzato con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione minima dei cavi in rame: 4 mm²
- Cavo solare, se in esterno ed esposto ai raggi diretti del sole
- Tipo FG7, se in esterno ed al riparo dai raggi diretti del sole o in cavidotti su percorsi interrati
- tipo N07V-K, se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento adeguato.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- | | |
|------------------------------------|--|
| – Conduttori di protezione: | giallo-verde (obbligatorio) |
| – Conduttore di neutro: | blu chiaro (obbligatorio) |
| – Conduttore di fase: | grigio / marrone |
| – Conduttore per circuiti in D.C.: | chiaramente siglato con indicazione del positivo con “+”
e del negativo con “-” |

La perdita di potenza ammissibile sarà contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al punto di connessione con la rete.

Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)

Il convertitore dovrà essere posto in opera con un sistema di monitoraggio e di controllo remoto.

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema dovrà permettere di analizzare l'impianto da remoto, in ogni istante, al fine di verificare la funzionalità dell'inverter installato con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc.).

Dovrà inoltre essere possibile leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Impianto di Messa a Terra (MAT)

Per la protezione dai contatti diretti e indiretti e per il regolare funzionamento, l'inverter dovrà essere collegato al nodo principale dell'impianto di terra.

La protezione da eventuali componenti continue iniettate in rete, in conformità alla norma CEI 11-20, V1, è demandata al dispositivo differenziale di tipo A, così come prescritto dal costruttore del convertitore.

Le stringhe, costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici, saranno sezionabili e provviste di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno dei moduli non dovrà essere "intenzionalmente" collegata all'impianto di terra in quanto si utilizzano moduli in classe II e cavo a doppio isolamento o ad isolamento rinforzato.

Calcolo della risorsa solare disponibile

Verrà di seguito identificata la risorsa solare disponibile incidente nel Comune di Fucecchio, elaborata mediante software di simulazione.

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento i dati contenuti nell'archivio UNI 10349 per i Comuni di FIRENZE e PISTOIA

Irraggiamento solare incidente su generatori comunque inclinati

L'irraggiamento solare, calcolato sulla base dei dati climatici contenuti nell'archivio UNI 10349, su moduli esposti a -15° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 30° con un fattore di albedo scelto corrispondente a 0,6 è pari a 1347 kWh/m²

Analisi di producibilità dell'impianto fotovoltaico

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) risulta essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} \times N^{\circ} MODULI$$

Considerando l'efficienza del B.O.S. (Balance of system), che tiene conto delle perdite dovute a diversi fattori quali: maggiori temperature, superfici dei moduli polverose, differenze di rendimento tra i moduli, perdite dovute al sistema di conversione la potenza sul lato c.a. sarà uguale a:

$$P_{CA} = P_{STC} \times B.O.S.$$

L'energia producibile su base annua dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E \text{ [kWh/anno]} = (I \times A \times K_{ombre} \times R_{MODULI} \times R_{BOS})$$

In cui:

I = irraggiamento medio annuo

A = superficie totale dei moduli

K_{ombre} = Fattore di riduzione delle ombre

R_{MODULI} = rendimento di conversione dei moduli

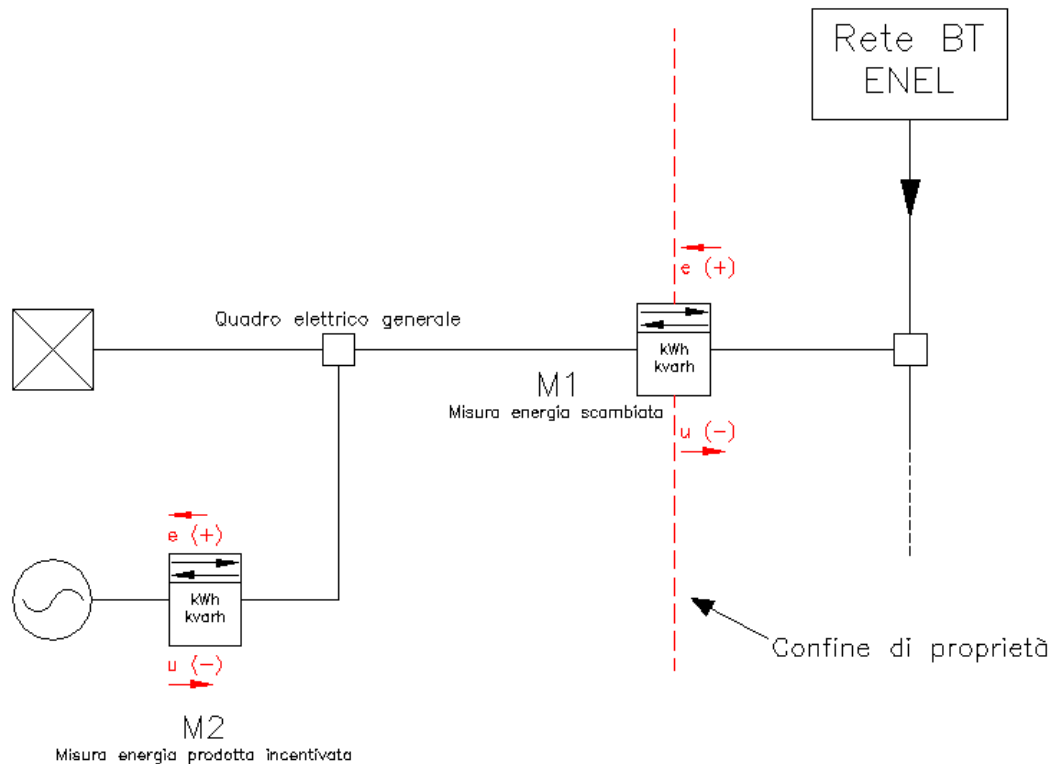
R_{BOS} = rendimento del B.O.S.

Misura dell'energia prodotta e scambiata con la rete

I misuratori di energia prodotta saranno due:

- un contatore idoneo alla misura bidirezionale dell'energia scambiata con la rete (M1), installato presso il punto di consegna a cura del Distributore di Energia Elettrica.
- un contatore idoneo alla misura bidirezionale dell'energia (M2) con visualizzazione della quantità di energia elettrica prodotta dal sistema fotovoltaico, installato in uscita del gruppo di conversione a cura del Distributore di Energia Elettrica.

Le predisposizioni murarie saranno a cura dell'installatore dell'impianto FV.



Schema di collegamento dei sistemi di misura ENEL presso un cliente produttore con servizio di scambio sul posto o con affidamento ad ENEL del servizio di misura dell'energia immessa e/o prelevata

verifica tecnico-funzionale

Al termine dei lavori la ditta installatrice dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse.

L'impianto deve essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- I_{STC} , pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

b) condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$

in cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2% .

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a 600 W/m^2 .

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a 40°C , è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') \quad P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{STC}$$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel} , possono essere determinate da:

$$\square \quad P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

$$\square \quad P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- γ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a $0,4 \div 0,5 \text{ } \%/^\circ\text{C}$).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a $40 \div 50^\circ\text{C}$, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb} : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare sarà la media tra le due temperature.
- T_{cel} : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

4.5.2.15 verifiche e collaudi

Le verifiche che devono essere effettuate sull'impianto si distinguono in:

- Norma CEI 64-8 Parte 6, seguendo le indicazioni della Guida CEI 64-14;
- verifiche iniziali: devono essere eseguite, prima della messa in servizio, le verifiche riportate nel Capitolo 61 della **verifiche periodiche**: devono essere eseguite le verifiche periodiche riportate nel Capitolo 62 della Norma CEI 64-8 Parte 6.

L'installatore deve garantire che l'impianto elettrico realizzato sia eseguito a regola d'arte.

A questo proposito deve preparare un rapporto di verifica che deve riguardare la parte di impianto realizzato.

Eventuali difformità, controversie o considerazioni devono essere indicate nello spazio "note" del rapporto di verifica.

L'installatore deve verificare gli impianti elettrici secondo la Norma CEI 64-8 e secondo eventuali altre Norme specifiche in relazione alle peculiarità di alcune parti dell'impianto, tenendo presenti anche le informazioni fornite dalla Guida CEI 64-14, prima della messa in servizio degli stessi e può rilasciare al Committente un rapporto di verifica.

Il Committente ha ovviamente la facoltà di fare collaudare da tecnici di sua fiducia gli impianti eseguiti. Tale collaudo non esonera comunque l'impresa installatrice dal dovere eseguire le verifiche in conformità alle prescrizioni della Parte 6 della Norma CEI 64-8.

4.6 relazione sulla gestione delle materie

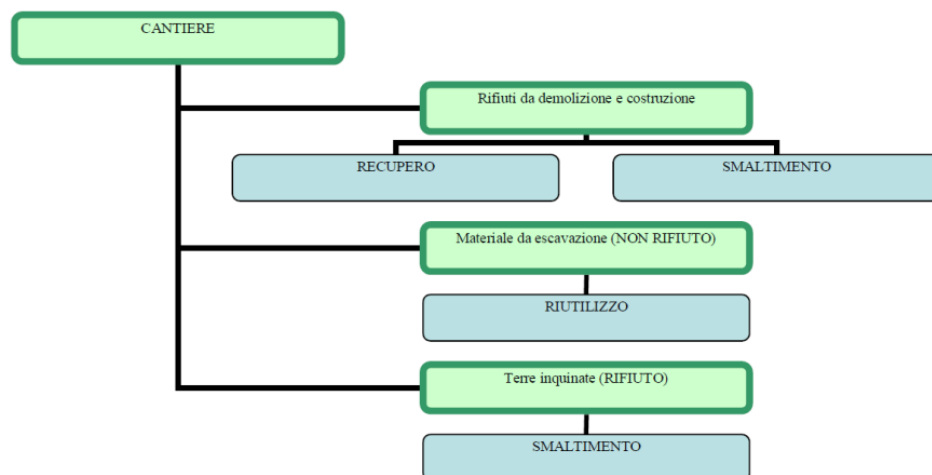
4.6.1 approvvigionamento materie prime e manufatti

Le tecnologie costruttive che saranno impiegate sono già state ampiamente sperimentate ed applicate, i materiali necessari (calcestruzzi, legno lamellare, infissi, coibenti, manti di copertura e sportivi, apparecchi per gli impianti elettrici e meccanici, prefabbricati, attrezzature ed arredi) sono facilmente reperibili in un agevole raggio dal cantiere (alcuni addirittura in loco) e la viabilità afferente il cantiere idonea al transito di mezzi pesanti, pertanto non si ravvisano particolari problematiche nell'approvvigionamento delle materie prime e dei manufatti occorrenti.

Le demolizioni sono già state eseguite, i materiali di risulta (inerti e non) già allontanati e pertanto non si ravvisano particolari problemi nella gestione dei proventi da scavo, legata unicamente agli scavi in sezione necessari per la posa dei cordoli di fondazione e delle condotte interrate ed ai successivi rimodellamenti del terreno a verde, al fine di raccordare le quote del fabbricato con quelle del giardino.

4.6.2 generalità sui prodotti di risulta del cantiere

La norma identifica i prodotti di risulta della generica attività di cantiere secondo lo schema generale:



4.6.3 gestione proventi da scavo, assetto normativo

La disciplina di riferimento per la gestione delle terre e rocce da scavo è il decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152/1 “Norme in materia ambientale” che, all’articolo 186, fornisce una dettagliata trattazione delle modalità di utilizzo qualora classificate come sottoprodotti, riservando alle medesime l’assoggettamento alla disciplina dei rifiuti qualora il loro utilizzo non rispetti le condizioni stabilite dal predetto articolo.

Le norme relative alla gestione delle terre e rocce da scavo hanno subito negli ultimi anni numerosi interventi legislativi resi necessari anche a seguito dell’apertura di più di una procedura di infrazione comunitaria nei confronti della Repubblica Italiana per una trasposizione non corretta della disciplina comunitaria in tema di rifiuti.

La disciplina prevista in via semplificata dall’articolo 186 (e s.m.i.) costituisce, nell’ambito della normativa sui rifiuti, una previsione eccezionale, dettata dal legislatore in relazione alla particolarità del materiale trattato, non suscettibile

¹ Si ricorda che il d.lgs. 152/2006 è stato parzialmente corretto dal d. lgs. 04/2008 e che il regolamento di attuazione riportato nel d. P.R. 120/2017 fornisce indicazioni specifiche su terre e rocce da scavo qualificate come sottoprodotti ai sensi dell’articolo 184-bis.

di interpretazione analogica. Essa va applicata solamente agli ambiti dalla stessa previsti e non può essere estesa ad altre tipologie di materiali.

La normativa italiana ha già contemplato su tale argomento quanto previsto dalla neo-emanata direttiva comunitaria. Detto articolo ha, conseguentemente modificato anche l'articolo 186 premettendo al comma 1 che introduce la disciplina alle terre e rocce da scavo la dicitura "fatto salvo quanto previsto all'articolo 185".

Per completezza occorre ancora precisare che l'articolo 266, comma 7, d.lgs. 152/2006 prevede che con successivo decreto del Ministro dell'Ambiente sia dettata la disciplina per la semplificazione amministrativa delle procedure relative ai materiali, ivi incluse le terre e rocce da scavo, provenienti da cantieri di piccole dimensioni la cui produzione non superi i seimila metri cubi di materiale nel rispetto delle disposizioni comunitarie in materia.

4.6.4 gestione proventi da scavo, procedure semplificate

È sufficiente una dichiarazione di assenza di contaminazione sottoscritta dal proponente e da consegnarsi alle Autorità competenti, per i siti ubicati in aree residenziali e/o agricole o siti che non siano mai stati sottoposti ad utilizzi diversi, o per i quali gli strumenti urbanistici abbiano definito un cambio di destinazione d'uso da aree residenziali e/o agricole a commerciali e/o industriali in cui l'attività commerciale e/o industriale non sia mai stata svolta, per i quali non si sia verificato un evento potenzialmente in grado di contaminare il sito e per i quali la produzione di terre e rocce da scavo non superi i 2.500 metri cubi di materiale.

In ogni caso, al verificarsi, durante le operazioni di produzione delle terre e rocce, di un evento potenzialmente in grado di contaminare il sito, devono essere immediatamente avviate le procedure previste dal Titolo V della Parte IV del d.lgs. 152/2006.

Restano salve tutte le altre procedure.

4.6.5 gestione proventi da demolizione

L'articolo 184, comma 3, lettera b), del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale", come modificata e integrata dai riferimenti della nota a pagina precedente, classifica i rifiuti da demolizione e costruzione quali "rifiuti speciali", come identificati al capitolo 17 del C.E.R. (Codice Europeo dei Rifiuti).

Chiaramente, le operazioni di demolizione e rimozione tipiche delle ristrutturazioni importanti di fabbricati preesistenti, avvengono in modo tale da determinarne la completa frantumazione. Qui si possono rinvenire oltre ai tipici "inerti" (calcestruzzi, mattoni, calcinacci, ecc.), anche altre tipologie di rifiuti, idonei, questi ultimi, a cedere al suolo sostanze pericolose (quali fibre di amianto-cemento, sottoprodotti delle impermeabilizzazioni a base bituminosa, materiali plastici di varia natura...).

RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)		
CODICE CER	SOTTOCATEGORIA	DENOMINAZIONE
17 01 01	cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche	cemento
17 01 02		mattoni
17 01 03		mattonelle e ceramiche
17 01 06*		miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, contenenti sostanze pericolose
17 01 07		miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 17 01 06
17 02 01	legno, vetro e plastica	legno
17 02 02		vetro
17 02 03		plastica
17 02 04*		vetro, plastica e legno contenenti sostanze pericolose o da essi contaminati
17 03 01*	miscele bituminose, catrame di carbone e prodotti contenenti catrame	miscele bituminose contenenti catrame di carbone
17 03 02		miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 17 03 01
17 03 03*		catrame di carbone e prodotti contenenti catrame
17 04 01	metalli (incluse le loro leghe)	rame, bronzo, ottone
17 04 02		alluminio
17 04 03		piombo
17 04 04		zinco
17 04 05		ferro e acciaio
17 04 06		stagno
17 04 07		metalli misti
17 04 09*		rifiuti metallici contaminati da sostanze pericolose
17 04 10*		cavi, impregnati di olio, di catrame di carbone o di altre sostanze pericolose
17 04 11		cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17 04 10
17 05 03*	terra (compreso il terreno proveniente da siti contaminati), rocce e fanghi di dragaggio	terra e rocce contenenti sostanze pericolose
17 05 04		terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03
17 05 05*		fanghi di dragaggio contenenti sostanze pericolose
17 05 06		fanghi di dragaggio, diversa da quella di cui alla voce 17 05 05
17 05 07*		pietrisco per massicciate ferroviarie contenente sostanze pericolose
17 05 08	materiali isolanti e materiali da costruzione contenenti amianto	pietrisco per massicciate ferroviarie, diverso da quello di cui alla voce 17 05 07
17 06 01*		materiali isolanti contenenti amianto
17 06 03*		altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose
17 06 04		materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 17 06 01 e 17 06 03
17 06 05*		materiali da costruzione contenenti amianto
17 08 01*	materiali da costruzione a base di gesso	materiali da costruzione a base di gesso contaminati da sostanze pericolose
17 08 02		materiali da costruzione a base di gesso diversi da quelli di cui alla voce 17 08 01
17 09 01*	altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione contenenti mercurio
17 09 02*		rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione contenenti PCB (ad esempio sigillanti PCB, pavimentazione a base di resina contenenti PCB, elementi stagni in vetro contenenti PCB, condensatori contenenti PCB)
17 09 03*		altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi i rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose
17 09 04		rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03

* rifiuti speciali pericolosi

In ogni caso il prodotto della demolizione tal quale non può essere recuperato in sito, al più, potrà essere ammessa l'immediata cernita di prodotti da riutilizzare sul posto, senza contaminazione del suolo, risultando che il prodotto di scarto – dunque quello di cui il detentore ha l'obbligo di disfarsi – sarà da considerare il prodotto della demolizione e quindi rifiuto speciale.

Per evitare irrazionali spese di conduzione e di gestione del cantiere (con riferimento al rifiuto speciale che ivi viene prodotto, sia durante la demolizione, sia durante la costruzione della nuova opera) i rifiuti speciali possono essere raggruppati, prima della raccolta, nel luogo in cui gli stessi sono prodotti, nella forma del cosiddetto "deposito temporaneo" (art. 183, comma 1, lett.bb) del C.D.A. come modificata dall'art. 28, comma 2, legge n. 35 del 2012, poi dall'art. 52, comma 2-ter, legge n. 134 del 2012).

Ai fini della corretta gestione del rifiuto, il produttore è tenuto ad avviare i rifiuti a recupero/smaltimento, quindi:

- 1) attribuisce il CER corretto e la relativa gestione;
- 2) organizza correttamente il deposito temporaneo dei rifiuti prodotti;
- 3) stabilisce le modalità di trasporto e verifica l'iscrizione all'Albo del trasportatore (Albo Nazionale Gestori Ambientali);
- 4) definisce le modalità di Recupero/Smaltimento e decide l'impianto di destinazione finale, verificando l'autorizzazione del gestore dell'impianto presso cui il rifiuto verrà conferito;
- 5) tiene, ove necessario, il registro di Carico/Scarico, emette il FIR (Formulario di Identificazione dei Rifiuti) verificando il ritorno della quarta copia, presenta il MUD quando richiesto.

La fase terminale dello smaltimento/recupero dei rifiuti da demolizione, si attua mediante il trasporto degli stessi, dal luogo di produzione al luogo di smaltimento o di recupero.

Infatti, nei termini stabiliti all'art. all'art. 188 C.D.A. (come sostituito dall'art. 16, comma 1, lettera a), d.lgs. n. 205 del 2010), il produttore o detentore dei rifiuti speciali, assolve i propri obblighi, tra l'altro, con le seguenti priorità:

- a) autosmaltimento dei rifiuti;
- b) conferimento dei rifiuti a terzi autorizzati ai sensi delle disposizioni vigenti.

Pertanto, la responsabilità del detentore per il corretto recupero o smaltimento dei rifiuti è esclusa in caso di conferimento dei rifiuti a soggetti autorizzati alle attività di recupero o di smaltimento, a condizione che il detentore abbia ricevuto il formulario di cui all'articolo 193 controfirmato e datato in arrivo dal destinatario, entro tre mesi dalla data di conferimento dei rifiuti al trasportatore, ovvero alla scadenza del predetto termine abbia provveduto a dare comunicazione alla Provincia della mancata ricezione del formulario.

A condizione che siano rispettati contemporaneamente i requisiti di seguito specificati, è consentito il riutilizzo presso lo stesso sito di produzione di materiali inerti da demolizione e costruzione per la realizzazione di piazzali, sottofondi, rilevati, piste, fondi stradali, livellamenti, terrazzamenti a fini edili, macinati granulari e quant'altro -senza che questo costituisca attività di recupero rifiuti. Tali requisiti sono:

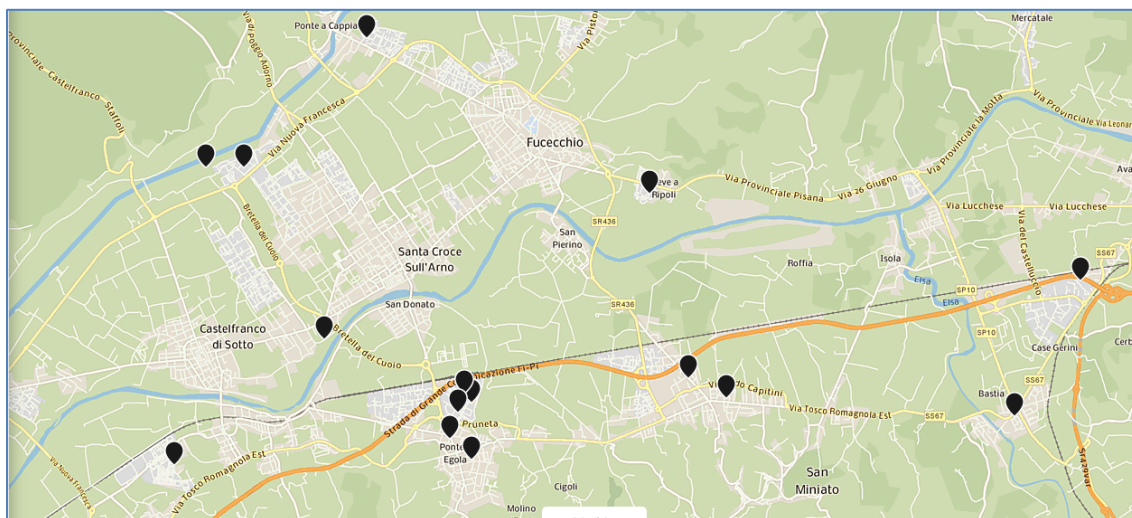
- a) la certezza del riutilizzo per opere e interventi preventivamente individuati;
- b) il rispetto dei requisiti minimi di idoneità del materiale stabiliti nell'Allegato C della Circolare del Ministero dell'Ambiente e della tutela del Territorio e del Mare n. 5205 del 2005 "Indicazioni per l'operatività nel settore edile, stradale e ambientale, ai sensi del decreto ministeriale 8 maggio 2003, n. 203", a seguito di operazioni di selezione, vagliatura e riduzione volumetrica;
- c) la mancanza di pregiudizio per l'ambiente derivante dalle attività di riutilizzo, verificata tramite esecuzione di test di cessione su ogni lotto utilizzando gli stessi criteri stabiliti nell'Allegato 3 del DM n. 186 del 05/04/2006 "Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22".

4.6.6 identificazione preliminare dei siti di conferimento

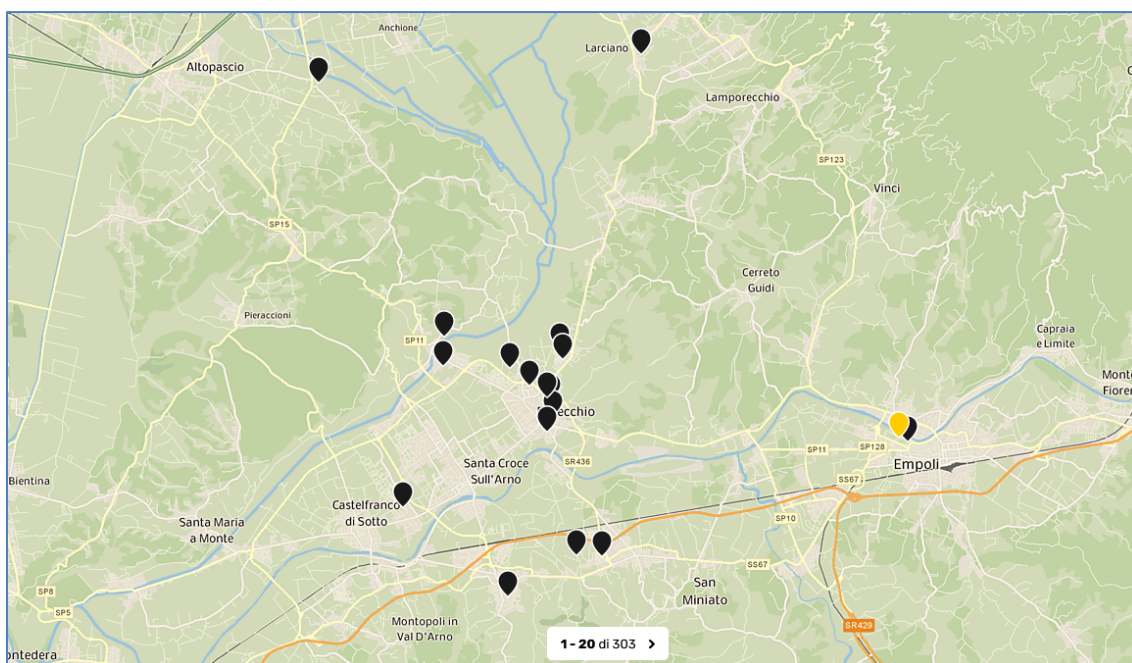
Nel caso in esame, i prodotti da demolizione proverranno in larga parte dalla rimozione della recinzione esistente, quelli da scavo per gli sbancamenti e la formazione delle trincee dei cordoli e delle linee interrato, mentre i rifiuti speciali (plastica) saranno costituiti dagli imballi contenenti i prodotti ed i materiali di consumo necessari ed il rifiuto RAEE sarà legato alla formazione dell'impianto elettrico.

Sulla scorta di tali osservazioni, non si prevede alcun tipo di reimpiego in cantiere dei proventi, se non per una minima quantità destinata ai rinterri finali.

Per il conferimento si rileva –tramite il servizio di georeferenziazione di Paginegialle.it®, la presenza di più un sito idoneo a ragionevole (circa 15 km) distanza dal cantiere:



Ricerca con key word "rifiuti"



Ricerca con key word "inert"

Le caratterizzazioni di legge saranno a carico dell'affidataria in qualità di produttore del rifiuto.

4.7 censimento delle interferenze

4.7.1 interferenze all'interno dell'area di cantiere

All'interno del giardino, durante i sopralluoghi, sono stati rinvenuti alcuni pozzetti che sottintendono altrettante linee:



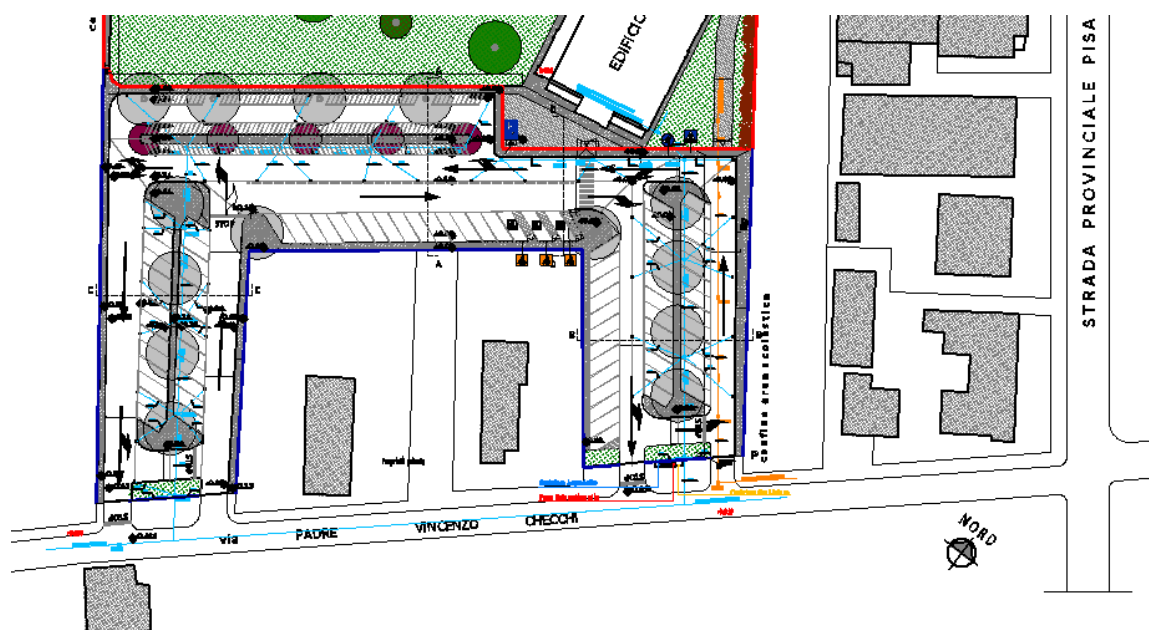
il materiale cartografico fornito da Città Metropolitana è piuttosto recente e completo ma non attendibile al 100% (si sono rilevate incongruenze tra il disegnato ed il realizzato) pertanto massima cautela nelle fasi di demolizione iniziali e escavo per i sotto servizi.

4.7.2 interferenze all'esterno dell'area di cantiere

All'esterno della recinzione esistente, il piazzale che comprende parcheggio pubblico e strada interna di accesso al plesso scolastico, è costellato di pozzetti per la distribuzioni delle utenze (luce acqua, gas, fogna):



e pertanto durante i lavori di allaccio del nuovo edificio dovrà essere posta massima cura per non intercettare qualche tubazione; il riferimento è la Tavola fornita dalla Stazione Appaltante.



4.8 valutazione dell'impatto ambientale

Al fine di individuare e caratterizzare le diverse tipologie di impatto dell'intervento ipotizzato, in fase di realizzazione e di esercizio, sono stati presi in esame i differenti comparti ambientali e le componenti su cui più significativamente potrebbe influire la realizzazione delle opere descritte.

Le componenti, riferite ad ogni comparto, sono le seguenti:

1. LITOSISTEMA E ASSETTO DEL TERRITORIO:
morfologia, permeabilità del suolo e vulnerabilità degli acquiferi, strutture idrauliche;
2. IDROBIOSISTEMA E BIOSISTEMA:
ecosistema d'alveo, ecosistema ripariale e qualità dell'acqua, ittiofauna, fauna terricola ed avifauna;
3. SISTEMA ATMOSFERICO:
emissione di particolati e rumori;
4. SISTEMA INFRASTRUTTURALE:
accesso al cantiere, viabilità;
5. SISTEMI INSEDIATIVI:
rischio igienico-sanitario;
6. PAESAGGIO:
effetti locali sul paesaggio.

Per ogni comparto verranno valutate, nei paragrafi seguenti, le eventuali interferenze, le caratteristiche e l'entità degli impatti.

4.8.1 Lito sistema e assetto del territorio

a) Morfologia

Come indicato nella relazione generale di progetto e nella sezione geotecnica, gli interventi pur riguardando il suolo ed un primo strato di sottosuolo, riguardano aree già antropizzate e superfici già rimaneggiate.

b) Permeabilità del suolo e vulnerabilità degli acquiferi

Le condizioni di permeabilità presenti nelle aree verranno interessate in maniera limitata al primo strato superficiale, seppur per una superficie non trascurabile.

L'analisi del reticolo idrografico non ha evidenziato criticità particolari o obblighi di ricarica della falda, pertanto – secondo le indicazioni della stazione appaltante, la restituzione delle acque meteoriche avverrà per collettamento e conferimento ad apposita linea fognaria pre esistente.

c) Strutture idrauliche

Non sono previste strutture idrauliche o di protezione di alcune genere.

4.8.2 Idro bio sistema e biosistema

a) Ecosistema d'alveo

Data la tipologia d'intervento e la localizzazione del sedime, non si rileva alcuna particolare interazione con l'ecosistema dell'alveo del fiume Arno.

b) Ittiofauna

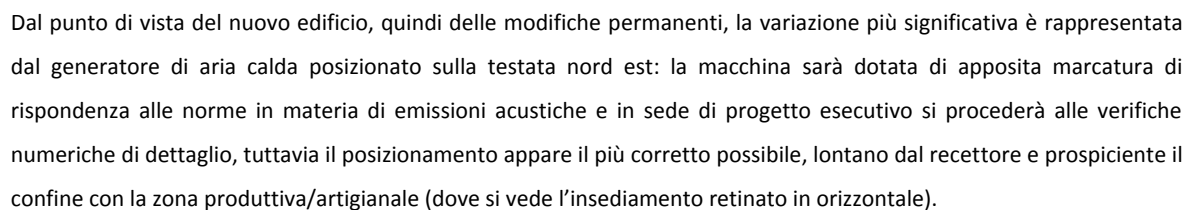
Non si rileva alcuna particolare interazione con l'ittiofauna presente.

c) Fauna terricola ed avifauna

Non si prevedono interferenze significative sulla fauna terricola.

Non essendo comunque segnalate specie di rilievo o a priorità di conservazione e non modificando aree di pregio per la nidificazione, il temporaneo allontanamento delle specie si può considerare totalmente reversibile.

Nei riguardi delle emissioni di rumore si ricorda la necessità del rispetto del D.P.C.M. del 14/11/1997 e D LGS 19 agosto 2005 n. 194 “Attuazione della direttiva 2002/49/CE, relativi appunto ai limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno, con riguardo alle attività cosiddette temporanee quali sono, a pieno diritto, i cantieri edili; si evidenzia che il comune di Fucecchio ha adottato un proprio PZA, le cui previsioni ricalcano il dettato ministeriale, con il sedime dell’Istituto Scolastico posto in zona III, di tipo misto:



Le vie di accesso al cantiere dovranno permettere il transito dei mezzi di trasporto dei materiali necessari alla costruzione o di quelli di risulta. Tutti gli accessi al cantiere saranno su percorsi asfaltati esistenti o formati ex-novo da piste inghiaiate. La dislocazione degli accessi al cantiere sarà per forza di cose vincolata alla viabilità esterna ed alla percorribilità interna. Le vie di accesso al cantiere e quelle corrispondenti ai percorsi interni dovranno essere illuminate secondo le necessità diurne e notturne.

Si dovrà, in tutti i casi, limitare il transito dei mezzi di trasporto su strade pubbliche e non interferire, nel possibile, con il traffico locale, specie negli orari di accesso e uscita dalla scuola, quando sia il parcheggio pubblico che il cancello su via padre Checchi sono impegnati da intenso traffico veicolare e pedonale.

In tutte le varie zone in cui si articolerà il cantiere, si dovranno prevedere le zone di lavoro, impianti, depositi, uffici in modo da non interferire fra loro e dovranno essere collegate mediante itinerari il più possibile lineari. Le vie di transito andranno mantenute curate e non dovranno essere ingombre da materiali che possano ostacolare la normale circolazione.

In sede di gara, sulla scorta dei CAM che saranno sviluppati nel progetto esecutivo, la Stazione Appaltante potrà premiare i concorrenti che siano dotati di mezzi d'opera a ridotto impatto ambientale, specie in relazione alle emissioni sonore e di particolato, piuttosto impattanti nei confronti dei recettori sensibili presenti.

4.8.5 Sistemi insediativi e rischio igienico-sanitario

a livello progettuale non si rileva alcun tipo di rischio igienico-sanitario connesso la tipo di lavorazione né ad eventuali malattie endemiche presenti in zona², tuttavia si segnalano 2 situazioni di carattere generale e tipologico:

- Durante le operazioni di scavo non si può escludere a priori l'intercettazione (e magari il danneggiamento) della rete di collettamento fognario e pertanto si dovranno attuare tutte le precauzioni di prassi per evitare lo sversamento di liquami nel terreno ed il contatto tra questi e gli operatori di cantiere; in caso di necessità si dovrà attivare il protocollo di pulizia e disinfezione normalmente previsto e, nei casi peggiori (con eventuale proiezione di materiale fecale in pressione) chiedere il supporto del personale sanitario delle ATS di zona.
- L'accumulo di grandi quantità di acqua, tipico dei centri sportivi e degli edifici per la collettività in genere, è elemento tipico di contaminazione batteriologica (una su tutte quella da Legionella) e pertanto –a livello progettuale- si è intervenuti direttamente sugli impianti di produzione di ACS con una doppia strategia:
 1. sistema di disinfezione a dosaggio automatico a monte del caricamento;
 2. gestione delle temperature di stoccaggio, sempre superiori ai 50°C di soglia e innalzabili ai 70°C di shock termico);

pertanto il rischio appare del tutto sotto controllo, a patto di una costante manutenzione del sistema e vigilanza sull'attuazione delle strategie progettuali implementate.

4.8.6 Effetti locali sul paesaggio

L'intervento analizzato comporta modifiche all'attuale assetto del territorio e al paesaggio., che tuttavia risultano del tutto accettabili data l'attuale assenza di qualificazione dell'area verde interessata.

² Sul sito del ISS si legge unicamente di focolai registrati alla fine degli anni '90, con risvolti sostanzialmente limitati all'ambito veterinario:

"Tra le malattie trasmesse da insetti ancora oggi endemiche in Italia, ricordiamo le Leishmaniosi, cutanea e viscerale e le encefaliti da Phlebovirus, tutte trasmesse da flebotomi, piccoli ditteri ematofagi meglio conosciuti come "pappataci". Altre arbovirus possono essere considerate emergenti nel nostro paese come quella dovuta al virus West Nile, causa di una grave encefalomielite del cavallo (l'ospite terminale) ma trasmissibile anche all'uomo da zanzare comuni, prevalentemente appartenenti al genere Culex (vedi Progetti EDEN). Nel 1998, un focolaio epidemico, circoscritto al Padule di Fucecchio (Toscana), ha interessato alcuni allevamenti di cavalli da corsa con alcuni decessi tra gli equini ma nessun caso umano. Altra arbovirus di recente importazione in Italia, ma ormai sulla via dell'endemizzazione, è la malattia cosiddetta della "lingua blu" (blue tongue), responsabile di una malattia di esclusivo interesse veterinario che colpisce gli ovini, trasmessa da altri piccoli ditteri appartenenti al genere Culicoides. Tra le malattie trasmesse da insetti, di cui si paventa il ritorno, e di cui in Italia sono ancora presenti i vettori, è la malaria. La sorveglianza delle zanzare Anopheles nei siti considerati più "a rischio" dal punto di vista epidemiologico (il cosiddetto "anofelismo residuo"), è tutt'ora una delle attività che impegnano gli sul campo gli entomologi del M.I.P.I."

<http://old.iss.it/emol/?lang=1&id=126&tipo=16>

Le funzioni auspiccate, come illustrato in dettaglio nei paragrafi precedenti, rientrano pienamente negli obiettivi del progetto, rispondendo ad esigenze specifiche di ampliamento dei servizi esistenti.

Pur in questa prospettiva è necessario che gli elementi di nuova introduzione siano inseriti nel contesto territoriale integrandosi con l'attuale tessitura del paesaggio, in conformità con le scelte architettoniche imposte dal fabbricato scolastico, che a suo tempo ha caratterizzato il luogo.

4.8.7 Misure di compensazione

4.8.7.1 Mitigazioni acustico-visive

A livello progettuale non si prevedono incrementi sostanziali di emissioni acustiche, se non durante il periodo di funzionamento a pieno regime del generatore di calore della sala sportiva.

Per le fasi di cantiere si rilevano emissioni sonore di natura temporanea, legate soprattutto ai mezzi d'opera che sovrintenderanno alle operazioni di consegna dei materiali, scavo e smaltimento dei proventi; ulteriore fonte di rumore saranno con ogni probabilità le demolizioni, seppur estremamente limitate ed effettuate quasi esclusivamente a mano.

4.8.7.2 Mitigazioni polveri

A livello progettuale non si rilevano sostanziali incrementi nella produzione delle polveri, si sottolinea in ogni caso la necessità di attuare le precauzioni di norma durante le fasi di scavo e demolizione previste dal cantiere, così come periodiche irrorazioni di tutte le piste non asfaltate utilizzate dalle macchine operatrici.

4.8.7.3 Mitigazioni reticolo idrografico superficiale

Non si rilevano interazioni dirette con il reticolo idrografico superficiale.

4.8.7.4 Mitigazioni acque di falda

Come rilevato dalle indagini geognostiche, le attività di scavo sono piuttosto superficiali e pertanto è assai improbabile che possano incontrare il limite superiore della falda: non si rilevano quindi interferenze che possano provocare inquinamento delle acque sotterranee od una loro variazione altimetrica.

Si raccomanda comunque cautela in fase di scavo in sezione per gli allacci fognari che, presentando quote decisamente più basse rispetto al piano medio di intervento, potrebbero causare -se danneggiati- sversamenti verso il basso.

4.8.7.5 Mitigazioni inerenti la salute pubblica

L'area di intervento sarà opportunamente segnalata da appositi cartelli monitori e durante il cantiere l'intera area sarà perimetrata da una recinzione in materiale metallico; questa impedirà l'accesso al personale non autorizzato, a salvaguardia della salute pubblica, ed eviterà l'utilizzo del sito in escavazione come discarica da parte di terzi.

Il nuovo fabbricato non presenta problemi o interferenze ai fini della salute pubblica.

4.8.7.6 Opere di ripristino naturalistico

Non sono previste particolari opere di rinaturazione, non andando il progetto a inficiare zone a verde o a diminuire alberature e aree inerbite con caratteri di pregio.

4.8.7.7 Misure di mitigazione per la fauna

Non si prevedono impatti sulla fauna di nessun tipo, terrestre, aereo o ittico.

4.8.7.8 Misure di mitigazione sul paesaggio

L'impatto del progetto sul paesaggio è piuttosto modesto, pertanto non sono previste le relative misure di mitigazione.

4.8.7.9 Misure di compensazione al consumo di fonti energetiche di origine fossile

Il progetto non prevede una modifica dei consumi energetici particolarmente importante, rispetto alle attuali esigenze dell'intero complesso, costituito dall'Istituto Scolastico e dal vicino centro sportivo.

Il nuovo edificio prevede integrazione da fonti di energia rinnovabile (solare termico e fotovoltaico) ed implementa –compatibilmente con le soluzioni costruttive prescelte- tutte le possibili tecnologie di riduzione del consumo di energia:

- illuminazione LED completa di domotica base;
- generatori di calore a condensazione;
- ventilazione meccanica con recupero di calore,

4.9 valutazioni sul clima acustico

In questo paragrafo verranno condotte le verifiche previste dal DPCM 05.12.97 in relazione ai requisiti acustici della piscina regionale, applicando le indicazioni tecniche della UNI EN 12354 e del rapporto tecnico UNI TR 11175 con il supporto del software Echo Gema versione 4.2 (gennaio 2010) elaborato da Sirap Insulation Group.

I riferimenti normativi applicabili sono:

1. D.P.C.M. 5/12/97
2. Art. 844 Codice Civile
3. PZA del comune di Fucecchio

4.9.1 criteri generali della verifica acustica

In termini assolutamente generali, la verifica acustica viene condotta su 3 parametri fondamentali:

- I requisiti acustici ATTIVI, che riguardano l'emissione in atmosfera di inquinamento sonoro, generalmente legata a macchinari o cicli produttivi e rappresentata in buona sostanza dal parametro L_{eq} (livello sonoro equivalente)
- I requisiti acustici PASSIVI, che rappresentano la capacità delle chiusure perimetrali di un edificio di fare da schermo all'introduzione di rumori provenienti da sorgenti sonore esterne, rappresentata dall'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w) che descrive il comportamento di uno strato unitario di chiusura opaca e dall'Indice di isolamento acustico di facciata ($D_{2m,nTw}$) che intende simulare il comportamento in opera di tutte le superfici che determinano la frontiera tra volume interno e volume esterno
- I requisiti di CONFORT ACUSTICO, che riguardano la corretta gestione dei flussi di onde sonore all'interno di ambienti confinati, aspetto estremamente complesso e delicato, ma che in prima battuta, soprattutto all'interno di spazi di una certa dimensione e soggetti ad affollamento, si può sintetizzare con il parametro T_{60} , tempo di riverbero ottimale.

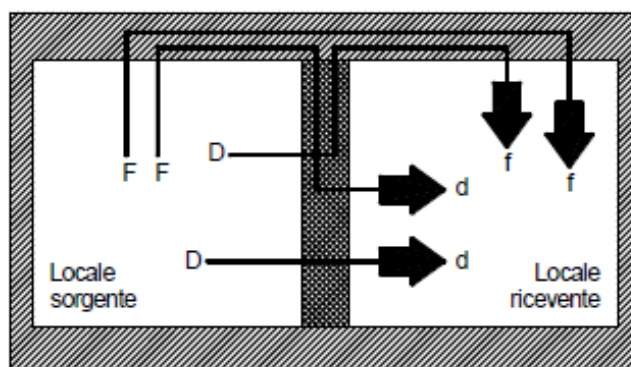
Per ciascuno di questi aspetti (e di questi parametri) le normative forniscono i criteri di calcolo da applicare:

Calcolo dell'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w)

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) caratterizza la capacità di un elemento divisorio (parete o solaio), posto in opera tra due locali, di abbattere il rumore. Tale indice tiene conto, oltre che delle caratteristiche di fonoisolamento intrinseche della partizione, anche di tutti i percorsi di trasmissione sonora laterale.

Nelle situazioni più ricorrenti, i percorsi di trasmissione sono tredici, di cui uno diretto (attraverso il divisorio in esame) e dodici di trasmissione laterale (tre per ogni lato della parete).

Nelle figura seguente vengono raffigurati il percorso diretto (Dd) e i tre percorsi laterali per uno dei quattro lati dell'elemento divisorio (Ff, Fd, Df)



dove:

D indica l'elemento divisorio lato locale sorgente

D indica l'elemento divisorio lato locale ricevente

F indica la struttura laterale lato locale sorgente

f indica la struttura laterale lato locale ricevente

L'indice di potere fonoisolante apparente (R'_w) di una partizione che separa due ambienti adiacenti può essere calcolato "combinando" tra loro i tredici percorsi di rumore con la seguente relazione matematica:

$$R'_w = -10 \lg \left(10^{\frac{-R_{w,D}}{10}} + \sum_{F=f=1}^N 10^{\frac{-R_{w,Ff}}{10}} + \sum_{f=1}^N 10^{\frac{-R_{w,Df}}{10}} + \sum_{F=1}^N 10^{\frac{-R_{w,Ff}}{10}} \right)$$

dove:

R_w, ij è l'indice di valutazione del potere fonoisolante caratterizzante il percorso ij

N è il numero di lati dell'elemento divisorio (generalmente quattro)

e ogni singolo percorso di trasmissione sonora "ij", che parte dalla partizione "i" e termina alla partizione "j", viene determinato con la relazione:

$$R_{w,ij} = \frac{R_{w,i} + R_{w,j}}{2} + \Delta R_{w,ij} + K_{ij} + 10 \lg \frac{S}{L_0 L_{ij}}$$

dove:

$R_{w,i}$ è l'indice di valutazione di potere fonoisolante della struttura "i" priva di elementi di rivestimento (pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti) (dB)

$R_{w,j}$ è l'indice di valutazione di potere fonoisolante della struttura "j" priva di elementi di rivestimento (pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti) (dB)

$\Delta R_{w,ij}$ è l'incremento dell'indice di valutazione di potere fonoisolante dovuto all'apposizione di strati di rivestimento lungo il percorso i-j (pavimenti galleggianti, contropareti, controsoffitti)

K_{ij} è l'indice di riduzione delle vibrazioni del percorso i-j (dB)

S è la superficie della partizione (m²)

L_0 è la lunghezza di riferimento pari a 1 m.

L_{ij} è la lunghezza del giunto tra le strutture ij considerate

Nel caso si stia analizzando il percorso diretto (Dd) la formula si riduce a:

$$R_{w,Dd} = R_{w,D} + \Delta R_{w,Dd}$$

L'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) di una struttura può essere determinato basandosi su (in ordine di attendibilità):

- dati di laboratorio
- correlazioni specifiche
- relazioni generali

Dati di laboratorio

Come dati di laboratorio devono essere utilizzate informazioni riportate in rapporti di prova ottenuti mediante misurazioni conformi alla normativa europea di più recente approvazione (norma UNI EN ISO 140-3).

Si evidenzia la necessità di verificare che il campione misurato in laboratorio sia del tutto simile alla partizione che verrà realizzata in opera.

Nel caso le due partizioni siano difformi occorre applicare al risultato della prova di laboratorio opportuni coefficienti correttivi. L'entità di tali coefficienti deve essere valutata dal progettista in base alla propria esperienza.

Correlazioni specifiche

Per correlazioni specifiche si intende l'utilizzo di prove di laboratorio effettuate su partizioni aventi caratteristiche morfologiche analoghe a quella in esame.

Relazioni generali

Per relazioni generali si intendono opportuni algoritmi matematici.

In funzione della massa frontale della struttura (m') (Kg/mq) (definita come il prodotto tra la densità e lo spessore dell'elemento), ed eventualmente di altri parametri, si ricava il valore di R_w dell'elemento divisorio mediante una apposita equazione.

Esistono molte formule sviluppate da differenti laboratori, le cui principali, proposte dal rapporto tecnico UNI TR 11175 sono:

Formula "Italiana"

$$R_w = 20 \log (m')$$

Tale formula è valida per partizioni orizzontali e verticali (singole o doppie) con $m' > 80$ kg/mq. Nel caso di pareti doppie l'intercapedine deve essere priva di materiale fonoassorbente e di spessore uguale o minore di 5 cm.

Formula CEN:

$$R_w = 37,5 \log (m') - 42$$

Tale formula è valida per strutture di base monolitiche con $m' > 150$ kg/mq.

Con la nota che per le due relazioni sopra descritte UNI TR 11175 propone di aggiungere un fattore cautelativo pari a -2 dB

Calcolo dell'indice di isolamento acustico di facciata (D2m,nTw)

L'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata, normalizzato rispetto al tempo di riverberazione e misurato a 2 metri di distanza dalla parete (D2mnTw), caratterizza la capacità della facciata, di una specifica stanza, di abbattere il rumore proveniente dall'esterno.

Tale indice dipende dal potere fonoisolante apparente della facciata, dalla presenza o meno di elementi schermanti esterni e dalle dimensioni della stanza in esame.

L'indice D2mnTw viene calcolato con la seguente relazione:

$$D_{2m,nTw} = R'_w + \Delta L_f + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right)$$

dove:

R'_w è l'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente della facciata [dB]

ΔL_f è il termine correttivo che quantifica l'influenza di eventuali elementi schermanti [dB]

V è il volume del locale considerato [m³]

T_0 è il tempo di riverberazione di riferimento, assunto pari a 0,5 s

S_{tot} è la superficie di facciata vista dall'interno [m²]

L'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente (R'_w) della facciata è calcolato sulla base dei valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante (R_w) dei singoli elementi che la costituiscono (elementi opachi e serramenti) e sulla base degli indici di isolamento acustico (D_{nei}) dei piccoli elementi presenti su di essa.

Per piccoli elementi si intendono gli elementi di edificio, con l'eccezione di porte e finestre, con area minore di 1 mq (ad es. bocchette di ventilazione, ingressi d'aria, cassonetti delle tapparelle).

$$R'_w = -10 \log \left(\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} + \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{j=1}^p 10^{\frac{-D_{nei,j}}{10}} \right) - K$$

dove:

R_{wi} è l'indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento i-esimo costituente la facciata [dB]

S_i è la superficie dell'elemento i-esimo di facciata visto dall'interno del locale [m²]

S_{tot} è la superficie complessiva della facciata vista dall'interno del locale [m²]

A_0 sono le unità di assorbimento di riferimento, pari a 10 m²

$D_{nei,j}$ è l'indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato del piccolo elemento i-esimo [dB]

K è la correzione relativa al contributo della trasmissione laterale

L'indice di isolamento acustico proprio dei piccoli elementi può essere ricavato da certificati di prove di laboratorio.

Per le prese d'aria non insonorizzate, come i fori di aerazione tradizionali degli ambienti cucina, il termine D_{nei} può essere ricavato da:

$$D_{nei} = -10 \log \frac{S_{open}}{10}$$

Dove S_{open} è la superficie dell'apertura [m²]

Il contributo della trasmissione laterale è solitamente trascurabile. Se però elementi di facciata rigidi e pesanti (quali calcestruzzo o mattoni) sono collegati rigidamente ad altri elementi rigidi all'interno dell'ambiente ricevente, come pavimenti o pareti divisorie, la trasmissione laterale può contribuire alla trasmissione sonora totale. Ciò potrebbe diventare rilevante se sono richiesti elevati requisiti di isolamento dal rumore.

Di conseguenza, a favore di sicurezza, nei casi che comportano la presenza di elementi rigidi si può considerare la trasmissione laterale in maniera “globale” diminuendo il potere fonoisolante di 2 dB. ($K = 2$ dB). Altrimenti $K = 0$

Nel rapporto tecnico UNI TR 11175UNI è riportato un prospetto con alcuni esempi di ΔL_f s correlati alle caratteristiche di facciata, all'assorbimento acustico delle superfici di sottobalcone e al modo d'incidenza delle onde sonore.

La forma della facciata è definita dalla sua sezione verticale, in cui sono riportati solo gli schermi acustici significativi, come ad esempio i parapetti dei balconi a sezione piena. L'assorbimento a_w si riferisce all'indice di valutazione dell'assorbimento acustico delle superfici sottobalcone.

Il valore massimo di $a_w = 0,9$ si applica anche qualora sia assente una superficie riflettente sopra la parte di facciata considerata.

La direzione dell'onda sonora incidente sulla facciata si caratterizza mediante l'altezza definita dalla intersezione tra la linea di veduta dalla sorgente ed il piano di facciata.

Qualora risulti utile definire la prestazione minima di potere fonoisolante che devono possedere i serramenti perché l'intera facciata ottenga un determinato valore di D_{2mnTw} , invertendo in maniera opportuna gli algoritmi matematici illustrati in precedenza si ottiene la seguente relazione:

$$R_{w,finestre} = -10 \log \left(\frac{S_{tot}}{S_{tot,finestre}} \left(10^{\beta} - \frac{A_0}{S_{tot}} \sum_{i=1}^P 10^{\frac{-D_{2m,i}}{10}} - \sum_{i=1}^n \frac{S_{ipareti}}{S_{tot}} 10^{\frac{-R_{ipareti}}{10}} \right) \right)$$

Dove:

$R_{w,finestre}$: indice di potere fonoisolante minimo che devono possedere i serramenti perché l'intera facciata determini il valore di D_{2mnTw} richiesto [dB]

$S_{tot,finestre}$: superficie totale dei serramenti [mq]

$S_{ipareti}$: superficie della parete i-esima [mq]

$R_{iw,pareti}$: indice di potere fonoisolante della parete i-esima [dB]

mentre il coefficiente β si ottiene dalla formula:

$$\beta = \frac{-D_{2m,nTw} + \Delta L_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S_{tot}} \right) - K}{10}$$

Calcolo del tempo di riverberazione di un locale (T60)

Il tempo di riverberazione (T60) è un parametro che permette di caratterizzare la risposta acustica di un ambiente.

Valori elevati di T60 (> 2 secondi) sono caratteristici di ambienti “riverberanti” (ad esempio chiese o palestre).

Valori bassi (< 0,4 secondi) invece sono tipici di ambienti “sordi” (stanze molto arredate, ecc.).

Il tempo di riverberazione di un locale può essere calcolato con la formula di Sabine:

$$T_{60} = \frac{0,16V}{A}$$

dove:

V volume del locale [m3]

A area di assorbimento equivalente totale dell'ambiente [m2]

Il parametro A, caratterizzante la capacità dell'ambiente di assorbire le onde sonore, dipende dalle superfici riflettenti e fonoassorbenti e dagli elementi umani o di arredo presenti nel locale, secondo l'espressione:

$$A = \sum_{i=1}^k S_i \alpha_i + \sum_{j=1}^m n_j A_j$$

dove:

- S_i superficie i-esima (mq)
 α_i coefficiente di assorbimento della superficie i-esima
 N_j numero di elementi del j-esimo tipo
 A_j assorbimento totale di un elemento del j-esimo tipo

È poi da evidenziare come i coefficienti di assorbimento varino in base alla frequenza considerata, pertanto anche il tempo di riverbero varierà in base alla frequenza.

A fine di indirizzare gli interventi di creazione acustica in fase di progettazione dei singoli ambienti, è stato introdotto anche il parametro del Tempo di Riverbero Ottimale ($T_{60,ott}$), con lo scopo di fornire l'obiettivo più probabile da raggiungere per garantire un corretto confort acustico.

Per il calcolo del tempo di riverberazione ottimale sono stati proposti vari algoritmi.

Di seguito si riporta un possibile metodo di calcolo, impiegato anche nel software di simulazione adottato, nel quale viene definito il T60 ottimale alla frequenza di 1000 Hz con la formula:

$$T_{60ott1000Hz} = k \sqrt[3]{V}$$

Dove:

- k coefficiente correttivo
 V volume del locale [m3]

Il coefficiente "k" varia in base alla destinazione d'uso del locale:

- Per locali destinati a conferenze (parlato) $k = 0,30$
- Per locali destinati a cinema $k = 0,40$
- Per locali destinati a rappresentazioni teatrali $k = 0,50$
- Per locali destinati all'ascolto di musica (classica) $k = 0,55$

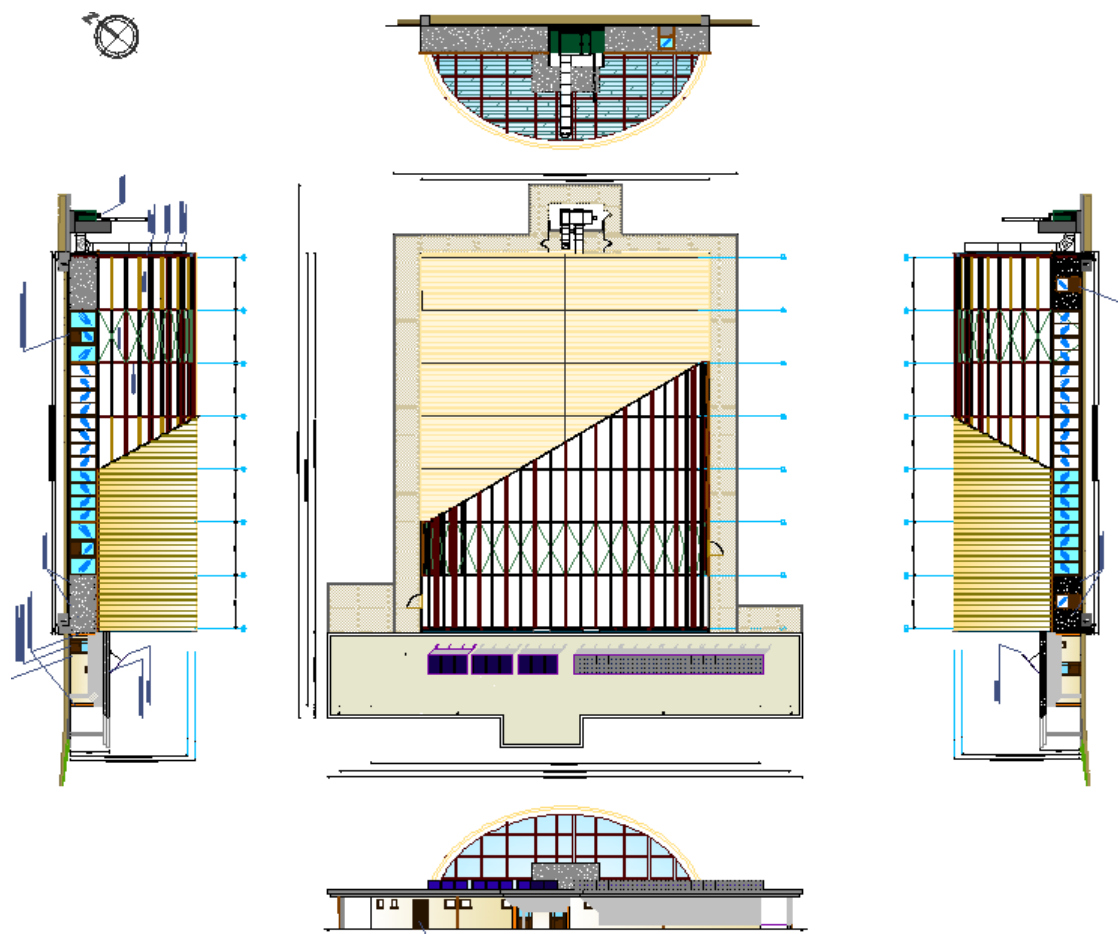
Si ricava il valore di $T_{60,ott}$ alle varie frequenze moltiplicando il valore a 1000 Hz con i seguenti coefficienti di proporzionalità:

125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
1,75	1,3	1,1	1	1,05	1,1

Tenendo tuttavia sempre presente che l'adeguatezza del tempo di riverbero è una caratteristica molto soggettiva, i valori calcolati per il tempo di riverbero ottimale andranno utilizzati con le dovute cautele.

4.9.2 caso in studio

Il caso in studio vede la valutazione di un edificio sostanzialmente indipendente adibito a palestra, costituito da un corpo di fabbrica a pianta rettangolare con copertura semicilindrica:



L'immobile è dotato di un blocco accessorio di tipo prefabbricato che, ai fini acustici, riveste un interesse minoritario.

Ai fini della **VALUTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI ATTIVI**, la palestra non è sede di alcun processo produttivo e l'unico rumore che può produrre è legato alla presenza dei macchinari di trattamento aria e, in maniera minore, alla presenza saltuaria di un pubblico discreto ma non particolarmente intenso (non più di 100 persone).

I macchinari (termoconvettori) sono tutti posti all'interno della sala sportiva, appesi alla volta, sono di nuova generazione, portano la prescritta marcatura CE e, ad un esame prettamente qualitativo non paiono rappresentare una fonte di emissione sonora particolarmente molesta; allo stesso modo, la presenza degli spettatori e degli atleti in vasca, seppur nelle particolari condizioni di una manifestazione agonistica, non paiono in grado di produrre emissioni sonore che si possano ritenere nocive per l'ambiente circostante.

Il comune di Fucecchio non si ancora è dotato di un P.Z.A., pertanto si applicano i parametri dell'art. 3 tabella "C" del DPCM 14.11.1997

Classi di destinazione d'uso del territorio	Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I aree particolarmente protette	50	40
II aree prevalentemente residenziali	55	45
III aree di tipo misto	60	50
IV aree di intensa attività umana	65	55
V aree prevalentemente industriali	70	60
VI aree esclusivamente industriali	70	70

E che appaiono del tutto compatibili con i livelli di emissione sonora che ci si possono attendere dall'edificio, valutato nel suo complesso struttura/impianti/frequentatori.

Per quanto concerne la **VALUTAZIONE DEI REQUISITI ACUSTICI PASSIVI**, è stata condotta una simulazione sulle chiusure opache esistenti a mezzo software EchoGEMA, andando a determinare, con il metodo del calcolo inverso, il potere fonoisolante minimo da attribuire alle chiusure trasparenti per soddisfare la verifica.

Per la sala sportiva (volume più interessante da indagare), risulta:

Volume dell'ambiente:	7.945 m ³
Superficie della facciata:	836 m ²

ELEMENTI CHE COMPONGONO LA FACCIATA

Elemento	Superficie [m ²]	Rw [dB]
Serramento con vetrata di almeno 8 mm oppure serramento con vetratura avente potere fonoisolante misurato sperimentalmente uguale o maggiore di 35 dB e classe di permeabilità all'aria > 2.	53	35,0
policarbonato	122	30,6
Parete singola in CA 20	47	62,6
Parete singola in CA 30	36	69,5
copertura	578	46,0

CORREZIONI

Trasmissione laterale	K = 2 dB
Forma di facciata	DLfs = 0 dB

RISULTATI

R'w	37,9 dB
D2m,nT,w	42,9 dB
Categoria dell'edificio	F
D2m,nT,w minimo	42 dB
VALORE NEI LIMITI DI LEGGE	

Da cui appare evidente come le pareti, si presentino decisamente massive e quindi idonee ad esercitare una buona azione di abbattimento acustico (Rw tra 62 e 69 dB), mentre leggermente inferiore la prestazione fornita dalla copertura e, come prevedibile, "anello debole della catena" serramenti e chiusure leggere in policarbonato traslucido.

In ogni caso la simulazione, effettuata ponendo la sorgente nei pressi di uno spigolo ed ipotizzando che venga investito l'intera metà (lungo la diagonale) del cilindro, conferma che siamo entro i limiti di legge.

Per quanto concerne la **VALUTAZIONE DEL TEMPO DI RIVERBERO**, la simulazione è stata eseguita in condizioni che si possano presumere “standard” ossia con le finiture e gli arredi normalmente presenti ed ipotizzando un discreto afflusso di persone (30 tra atleti, tecnici ect in sala e 45 spettatori); con questi dati si ottiene:

STRUTTURA E AREA DI ASSORBIMENTO EQUIVALENTE

Materiale	Sup.[m²]	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
Calcestruzzo, mattoni intonacati	166	1,66	1,66	1,66	3,32	3,32	4,98
Finestre, facciata di vetro	106	12,72	8,48	5,30	4,24	3,18	2,12
Coperture morbide su pavimenti pesanti ; > 10 mm	903	36,12	72,24	135,45	270,90	406,35	496,65
Sedia singola imbottita	10	1,00	2,00	2,50	3,00	3,50	3,50
Fila di sedie da 0,9 m a 1,2 m; legno/materia plastica	100	6,00	8,00	10,00	12,00	14,00	16,00
Fila di persone sedute da 0,9 m a 1,2 m (pubblico); massimo tipico	100	60,00	70,00	80,00	90,00	90,00	90,00
Individuo di un gruppo, seduto, 1 per ogni 6 m² di area; massimo tipico	58	6,96	26,10	46,40	52,20	55,10	58,00
Aria (fino a 75% UR)	903	27,09	63,21	144,48	343,14	767,55	1806,00
arredi e oggetti imbottiti	20	12,00	15,00	17,00	18,00	16,00	16,00
banchi, tavoli, mobilio vario	5	0,35	0,30	0,35	0,35	0,20	0,00
Legno, su travetti	1156	173,40	115,60	115,60	57,80	57,80	57,80

RISULTATI

Frequenze [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
T60 [s]	3,77	3,32	2,28	1,49	0,90	0,50
T60 ottimale [s]	1,42	1,06	0,90	0,81	0,85	0,90
T60 medio (250 Hz - 2000 Hz)[s]	2,00 s					

Da cui si evince come il tempo medio di riverbero sia inferiore al tempo limite indicato dalla normativa per gli impianti sportivi (2,2 sec)

4.10 verifica di requisiti da regolamento CONI

In riferimento al regolamento CONI approvato con deliberazione 1.379 del 25.06.2008, gli articoli applicabili – trattandosi di palestra scolastica impiegabile fuori orario come impianto di esercizio ai sensi articolo 11- schematicamente risultano:

n.ro	prescrizione	progetto
7.2	SEGNATURE le segnature dovranno risultare conformi alle prescrizioni FSN e DSA	sono previste le segnature della pallavolo (9,00 x 18,00) e del basket (15,00 x 28,00) conformi ai rispettivi regolamenti federali
7.3	FASCE DI RISPETTO ..ove i regolamenti FSN e DSA non indichino diversamente...la larghezza di tali fasce (misurata dalle segnature) non potrà essere inferiore a mt. 1,50	previste fasce: - Lato lungo con aree tecniche 3,40 m - Lato lungo verso tribune 3,40 m dalla transenna - Lato corto verso spogliatoi 3,40 (3,05 m dedotto ingombro di apertura porte, 2,00 m alla segnature che delimita la porzione riservata agli attrezzi scolastici) - Lato corto verso CT 2,70 mt
7.4	RECINZIONI DEGLI SPAZI DI ATTIVITÀ al fine di evitare interferenze....gli spazi di attività dovranno essere inaccessibili agli spettatori... ..dovranno essere previsti dispositivi, anche mobili, per evitare interferenze tra gli utenti sportivi e gli altri utenti dell'impianto	prevista transenna fissa in tubolare metallico di altezza minima 1,10 m a separazione tra l'attività sportiva e l'area destinata al pubblico
7.5	PAVIMENTAZIONI la pavimentazione dello spazio di attività dovrà essere adatta al tipo e livello di pratica sportiva... si consigliano i criteri di scelta di cui alla tabella "A"	è previsto un pavimento prestazionale ammortizzato multistrato, con finitura in PVC goffrato, lamina stabilizzatrice in fibra di vetro e strato intermedio in poliuretano espanso che rappresenta il limite prestazionale superiore della tipologia 75 di tabella "A"
7.6	ALTEZZE LIBERE l'altezza minima, libera da qualsiasi ostacolo, in corrispondenza dello spazio di attività, fasce di rispetto comprese, dovrà consentire l'agevole svolgimento della pratica sportiva....e non dovrà essere inferiore ai seguenti valori: - altri spazi con superficie > 250mq = 7,00mt	l'altezza minima sulla riga esterna del campo basket, misurata sotto al controvento di copertura, risulta pari a 7,44 mt sotto le condotte aerauliche, l'altezza minima è pari a 9,00 mt nella sezione di Tavola a.6 sono riportate tutte le altezze da regolamento

7.7	ILLUMINAZIONE NATURALE in linea generale si consiglia l'illuminazione naturale. Dovranno comunque essere evitate le superfici finestate normali all'asse longitudinale degli spazi di attività	l'illuminazione naturale è garantita dai serramenti a nastro disposti sui lati lunghi e dai timpani di chiusura, in cui le superfici sono opache fino a 3,00 m di altezza e poi divengono traslucide e in grado di evitare fenomeni di abbagliamento (PMMA con finitura opalina)
7.8	ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE gli impianti di ill. artificiale dovranno essere realizzati in modo da evitare fenomeni di abbagliamento per praticanti e spettatori, a tal fine per le sorgenti di illuminazione, l'indice di abbagliamento dovrà rientrare nei limiti indicati dalla norma UNI EN 12193. Per le caratteristiche di illuminamento degli impianti all'aperto e al chiuso, nelle tabelle "B" e "C" sono riportati i valori consigliati	l'impianto di illuminazione è dimensionato per fornire in un campo polivalente un illuminamento medio di 500 lux e fattore di abbagliamento di 0,7 (livello 2 (attività agonistiche locali))
7.9	ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA Salvo quanto previsto dalle disposizioni di Legge vigenti, negli impianti sportivi al chiuso ed in quelli all'aperto illuminati artificialmente, per lo spazio di attività dovrà essere realizzato un impianto di illuminazione di sicurezza in grado di entrare in funzione automaticamente ed istantaneamente in caso di interruzione dell'energia di rete, garantendo almeno i livelli previsti dalla norma UNI EN 12193 per le durate ivi specificate, ovvero quelli indicati dalle FSN e DSA	l'impianto di illuminazione di emergenza prevede un set di corpi ad alimentazione autonoma ed attivazione automatica con durata minima 60 minuti e saranno dislocati (insieme ai flags luminosi) in modo da garantire un illuminamento minimo pari a 5 lux lungo tutti i percorsi d'esodo
7.10	VENTILAZIONE Per tutti gli spazi al chiuso dovrà essere previsto un adeguato ricambio dell'aria onde consentire idonee condizioni igieniche e di comfort per gli utenti. Dette condizioni potranno essere assicurate con: aperture dirette verso l'esterno nelle pareti o nei soffitti (ventilazione naturale); sistemi di convogliamento, distribuzione ed estrazione dell'aria (ventilazione artificiale); sistemi misti. Per i sistemi di ventilazione artificiale o mista dovranno essere previsti idonei accorgimenti per evitare che l'aria immessa possa causare fastidi agli utenti o interferenze con l'attività sportiva, compreso il movimento degli attrezzi. Nella Tabella C sono	la dotazione di serramenti apribili garantisce il ricambio naturale di 0,5 mc/h che risulta ampiamente capiente anche per quanto concerne il ricambio valutato sull'affollamento (30 mc/h*p per gli atleti e 20 mc/h*p per il pubblico). Nella stagione invernale, il sistema di climatizzazione prevede il rinnovo d'aria variabile sino ad un massimo di 11.000 mc/h, anche in questo caso ampiamente sufficiente ($11.000 \gg 4.100 = V/2$)

	riportati i valori consigliati per i ricambi orari (estrazione dei volumi d'aria) dei diversi locali.	
8.1	SPOGLIATOI ALUNNI/ATLETI I locali spogliatoio dovranno essere protetti contro l'introspezione; in mancanza di indicazioni diverse da parte delle FSN e DSA, dovranno essere previsti almeno due locali spogliatoio. Il numero dei posti spogliatoio da realizzare dovrà essere commisurato al numero di utenti contemporanei, tenendo conto delle modalità di avvicendamento e del tipo di pratica sportiva. Il dimensionamento dei locali spogliatoio (spogliatoi in locale comune) dovrà essere effettuato considerando una superficie per posto spogliatoio non inferiore a 1,60mq, comprensiva degli spazi di passaggio e dell'ingombro di eventuali appendiabiti o armadietti. Gli spogliatoi dovranno risultare accessibili e fruibili dagli utenti DA; a tal fine le porte di accesso dovranno avere luce netta non inferiore a 0,90mt; eventuali corridoi, disimpegni o passaggi dovranno consentire il transito ed ove necessario la rotazione della sedia a ruote, secondo la normativa vigente. Da ogni locale spogliatoio si dovrà accedere ai propri servizi igienici e alle docce. Negli spogliatoi, ovvero nelle loro immediate vicinanze, dovrà essere prevista una fontanella di acqua potabile	il blocco servizi propone 2 spogliatoi simmetrici da 21,8 mq ciascuno, in grado quindi di servire $21,8 / 1,6 = 13$ atleti, quindi compatibili con la pratica delle attività previste (basket e pallavolo). Tutte le porte sono da 0,90 m (o più). Tutte i corridoi e le zone di transito hanno larghezza di 1,20 m o più. Ogni locale spogliatoio è dotato di proprio servizio igienico a norma per utenti DA con dimensione minima 1,80 x 2,00 mt
8.2	SPOGLIATOI PER GIUDICI/ISTRUTTORI I locali spogliatoio dovranno essere protetti contro l'introspezione; in mancanza di indicazioni diverse da parte delle FSN e DSA, dovranno essere previsti almeno due locali spogliatoio. Tenuto conto della destinazione e del livello di attività dell'impianto, ogni locale spogliatoio dovrà essere dimensionato, per un minimo di 2 utenti contemporanei, considerando una superficie per posto spogliatoio non inferiore a 1,6mq comprensiva degli spazi di passaggio e dell'ingombro di eventuali appendiabiti o armadietti. Da ogni locale spogliatoio si dovrà accedere ai propri servizi	il blocco servizi propone 2 spogliatoi per insegnanti/giudici di gara, ciascuno da 5,2 mq (conformi con i 2 utenti) e dotato di proprio servizio igienico completo e a norma per utente DA. Tutte le porte sono da 0,90 m.

	igienici e docce. Ogni locale spogliatoio dovrà avere a proprio esclusivo servizio almeno un WC in locale proprio ed una doccia per spogliatoi fino a 4 utenti. utenti. Le caratteristiche dei WC e delle docce sono quelle successivamente indicate agli art. 8.6 e 8.7. Gli spogliatoi dovranno essere accessibili e fruibili dagli utenti DA, dotando ogni spogliatoio di almeno un servizio igienico fruibile da parte degli utenti DA.	
8.3	LOCALE DI PRIMO SOCCORSO PER A.S. Dovrà essere presente un locale di primo soccorso, ubicato preferibilmente lungo le vie di accesso agli spogliatoi atleti e comunque in modo tale da aversi un agevole accesso sia dallo spazio di attività che dall'esterno dell'impianto. Il collegamento tra il primo soccorso e la viabilità esterna dovrà risultare agevole e senza interferenze con le vie d'esodo degli eventuali spettatori presenti. Le dimensioni degli accessi e dei percorsi dovranno essere tali da consentire l'agevole passaggio di una barella. Le dimensioni del locale dovranno consentire lo svolgimento delle operazioni di primo soccorso; si consiglia una superficie netta non inferiore a 9,00mq, al netto dei servizi, con almeno un lato di dimensione non inferiore a m 2.50. Il locale dovrà essere dotato di proprio WC accessibile e fruibile dagli utenti DA, con anti WC dotato di lavabo. Nel locale di primo soccorso o nelle sue immediate vicinanze dovrà essere previsto un posto telefonico.	nel blocco servizi, anche in relazione all'utilizzo prevalente della struttura, è ubicato un vano infermeria accessibile direttamente dal corridoio principale, di superficie netta pari a 9,50 mq e dotato di lavamani, scrivania con posto telefonico ed arredi sanitari di base. Il locale infermeria è dotato di proprio servizio igienico a norma handicappati, con dimensioni minime 1,50 x 1,80 mt.
8.4	DEPOSITO ATTREZZI Il deposito attrezzi, eventualmente suddiviso in più unità, dovrà essere ubicato in modo da avere accesso diretto, o per lo meno agevole, sia dallo spazio di attività che dall'esterno dell'impianto. Le porte di accesso e gli eventuali percorsi dovranno essere dimensionati in modo da consentire il passaggio delle attrezzature senza difficoltà. La superficie e le dimensioni dovranno essere correlati ai tipi e livelli di pratica sportiva previsti nell'impianto ed alla polivalenza d'uso, con	il deposito è ricavato direttamente nel blocco servizi, con affaccio sul corridoio principale ed ha superficie utile di 5,2 mq

	particolare riferimento alle attrezzature.	
8.6	SERVIZI IGIENICI Ogni locale WC dovrà avere accesso da apposito locale di disimpegno (anti WC), eventualmente a servizio di più locali WC, nel quale potranno essere installati gli orinatoi, per i servizi uomini, ed almeno un lavabo.... per gli spogliatoi atleti dovrà prevedersi almeno un WC ogni 16 posti spogliatoio (approssimando il calcolo per eccesso), con dotazione minima di un WC. I servizi igienici dovranno avere una dimensione minima di m 0,90 x 1,20 con porta apribile verso l'esterno, o scorrevole. I servizi igienici per utenti DA dovranno avere dimensioni minime di m 1,50 x 1,50 con porta di accesso apribile verso l'esterno, o scorrevole. Nel caso in cui il lavandino sia previsto all'interno del locale, la dimensione minima sarà di m 1,50 x 1,80. Almeno un servizio igienico per gli spogliatoi degli uomini ed uno per quello delle donne dovranno essere fruibili da parte degli utenti DA.	ogni blocco spogliatoio è dotato di WC completo a norma DA, di dimensione 2,00 x 1,80 mt, dotato di porta con apertura verso l'esterno da 0,90 mt e accesso disimpegnato da apposito vano (comune con la zona docce). La dotazione minima è rispettata (max capienza di 12 atleti per spogliatoio)
8.7	DOCCE Le docce dovranno essere realizzate in apposito locale; al quale si dovrà accedere, preferibilmente, tramite locale filtro, eventualmente in comune con il locale filtro dei servizi igienici. Salvo quanto indicato per le piscine al successivo art. 10.2.6, dovrà essere previsto almeno un posto doccia ogni 4 posti spogliatoio (approssimando il calcolo per eccesso), con dotazione minima di due docce. Sono preferibili docce a pavimento in locale comune, senza divisori fissi onde consentire un'agevole uso anche da parte degli utenti DA. Ogni doccia dovrà avere una dimensione minima (posto doccia) di 0,90 x 0,90mt con antistante spazio di passaggio della larghezza minima di m 0,80 (preferibilmente m 0,90), eventualmente in comune con altri posti doccia.	per gli spogliatoi studenti/atleti, son rispettate le disposizioni costruttive e le dotazioni minime richieste: 13 atleti : 4 = 3,25 docce => 4 presenti

Sono inoltre previsti, a disposizione del pubblico, 3 servizi igienici (uomini, donne, DA) accessibili direttamente dall'esterno, dotazione che pare assolutamente coerente con l'affollamento massimo ipotizzabile (circa 45 persone).

4.11 aggiornamento delle indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza

La presente relazione, il cui scopo è quello di fornire le linee guida per la corretta valutazione degli aspetti legati alla sicurezza in fase di sviluppo della successiva fasi progettuale e della conseguente e coerente preparazione dei piani di sicurezza, viene redatta secondo lo schema operativo ed i contenuti di cui all'articolo 24 comma 2 del DPR 207/2010, in aggiornamento a quanto già esposto in sede di progetto preliminare.

4.11.1 *metodo*

Seguendo una prassi ormai consolidata, si immagina un Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) organizzato in due parti distinte:

- PARTE PRIMA - PRESCRIZIONI E PRINCIPI DI CARATTERE GENERALE ED ELEMENTI PER L'APPLICAZIONE E GESTIONE DEL PSC;
- PARTE SECONDA - ELEMENTI COSTITUTIVI DEL PSC PER FASI DI LAVORO.

Nella prima parte del PSC saranno trattati argomenti che riguardano le prescrizioni di carattere generale, anche se concretamente legati al progetto e che si deve realizzare. Queste prescrizioni di carattere generale dovranno essere considerate come un Capitolo Speciale della sicurezza proprio di quel cantiere, e dovranno adattarsi di volta in volta alle specifiche esigenze dello stesso durante l'esecuzione.

Con esse si definiscono in pratica gli argini legali entro i quali si vuole che l'Impresa si muova con la sua autonoma operatività e devono rappresentare anche un valido tentativo per evitare l'insorgere del "contenzioso" tra le parti.

Le prescrizioni di carattere generale devono essere redatte in modo da:

- riferirsi alle condizioni dello specifico cantiere senza generalizzare, e quindi non lasciare eccessivi spazi all'autonomia gestionale dell'Impresa esecutrice nella conduzione del lavoro;
- tenere conto che la vita di ogni Cantiere temporaneo o mobile ha una storia a se e non è sempre possibile ricondurre la sicurezza a procedure fisse che programmino in maniera troppo minuziosa la vita del Cantiere (come ad esempio quelle di una catena di montaggio dove le operazioni ed i movimenti sono sempre ripetitivi ed uguali nel tempo e quindi la sicurezza può essere codificata con procedure definite perché le condizioni sono sempre le stesse);
- evitare il più possibile prescrizioni che impongano procedure troppo burocratiche, rigide, minuziose e macchinose.
- E' accertato infatti che prescrizioni troppo teoriche di poca utilità per la vita pratica del Cantiere, potrebbero indurre l'Impresa a sentirsi deresponsabilizzata o comunque non in grado di impegnarsi ad applicarle.
- Inoltre imporre azioni esagerate per aggiornamenti di schede e procedure generali richiederebbe un notevole dispendio di risorse umane che è più corretto impiegare per la gestione giornaliera del Cantiere finalizzandole ad effettuare azioni di Prevenzione, Formazione ed Informazione continua del personale che sono uno dei cardini della sicurezza sul luogo di lavoro.

Quindi prescrizioni che comportino eccessive difficoltà procedurali non garantirebbero la sicurezza sul lavoro con la conseguenza che l'Impresa e lo stesso Coordinatore per l'esecuzione dei lavori finirebbero spesso con il disattenderle.

Nella seconda parte del PSC saranno trattati argomenti che riguardano il Piano dettagliato della sicurezza per Fasi di lavoro che nasce da un Programma di esecuzione dei lavori, che naturalmente va considerato come un'ipotesi attendibile ma preliminare di come verranno poi eseguiti i lavori dall'Impresa.

Al Cronoprogramma ipotizzato saranno collegate delle Procedure operative per le Fasi più significative dei lavori e delle Schede di sicurezza collegate alle singole Fasi lavorative programmate con l'intento di evidenziare le misure di prevenzione dei rischi simultanei risultanti dall'eventuale presenza di più Imprese (o Ditte) e di prevedere l'utilizzazione di impianti comuni, mezzi logistici e di protezione collettiva.

Concludono il PSC le indicazioni alle Imprese per la corretta redazione del Piano Operativo per la Sicurezza (POS) e la proposta di adottare delle Schede di sicurezza per l'impiego di ogni singolo macchinario tipo, che saranno comunque allegate al PSC in forma esemplificativa e non esaustiva (crediamo che questo ultimo compito vada ormai delegato principalmente alla redazione dei POS da parte delle Imprese).

4.11.2 argomenti da trattare nei p.s.c.

Prescrizioni e principi di carattere generale ed elementi per l'applicazione e gestione del PSC

La prima parte del PSC sarà dedicata a prescrizioni di carattere generale che in particolare saranno sviluppate secondo i seguenti punti:

- Premessa del Coordinatore per la sicurezza.
- Modalità di presentazione di proposte di integrazione o modifiche (da parte dell'Impresa esecutrice) al Piano di sicurezza redatto dal Coordinatore per la progettazione.
- Obbligo alle Imprese di redigere il Piano operativo di sicurezza complementare e di dettaglio.
- Elenco dei numeri telefonici utili in caso di emergenza.
- Quadro generale con i dati necessari alla notifica (da inviare all'organo di vigilanza territorialmente competente, da parte del Committente).
- Struttura organizzativa tipo richiesta all'Impresa (esecutrice dei lavori).
- Referenti per la sicurezza richiesti all'Impresa (esecutrice dei lavori).
- Requisiti richiesti per eventuali ditte Subappaltatrici.
- Requisiti richiesti per eventuali Lavoratori autonomi.
- Verifiche richieste dal Committente.
- Documentazioni riguardanti il Cantiere nel suo complesso (da custodire presso gli uffici del cantiere a cura dell'Impresa).
- Descrizione dell'Opera da eseguire, con riferimenti alle tecnologie ed ai materiali impiegati.
- Aspetti di carattere generale in funzione della sicurezza e Rischi ambientali.
- Considerazioni sull'Analisi, la Valutazione dei rischi e le procedure da seguire per l'esecuzione dei lavori in sicurezza.
- Tabelle riepilogative di analisi e valutazioni in fase di progettazione della sicurezza.
- Rischi derivanti dalle attrezzature.
- Modalità di attuazione della valutazione del rumore.
- Organizzazione logistica del Cantiere.
- Pronto Soccorso.
- Sorveglianza Sanitaria e Visite mediche.
- Formazione del Personale.
- Protezione collettiva e dispositivi di protezione personale (DPI).
- Segnaletica di sicurezza.
- Norme Antincendio ed Evacuazione.

- Coordinamento tra Impresa, eventuali Subappaltatori e Lavoratori autonomi.
- Attribuzioni delle responsabilità, in materia di sicurezza, nel cantiere.
- Stima dei costi della sicurezza.
- Elenco della legislazione di riferimento.
- Bibliografia di riferimento.
- Elementi costitutivi del PSC per fasi di lavoro
- La seconda parte del PSC dovrà comprendere nel dettaglio prescrizioni, tempistica e modalità di tutte le fasi lavorative ed in particolare dovrà sviluppare i seguenti punti:
- Cronoprogramma Generale di esecuzione dei lavori.
- Cronoprogramma di esecuzione lavori di ogni singola opera.
- Fasi progressive e procedure più significative per l'esecuzione dei lavori contenuti nel Programma con elaborati grafici illustrativi.
- Procedure comuni a tutte le opere in C.A.
- Procedure comuni a tutte le opere di movimento terre ed opere varie.
- Distinzione delle lavorazioni per aree.
- Schede di sicurezza collegate alle singole Fasi lavorative programmate, (con riferimenti a: Lavoratori previsti, Interferenze, Possibili rischi, Misure di sicurezza, Cautele e note, eccetera).
- Elenco non esaustivo di macchinari ed attrezzature tipo (con caratteristiche simili a quelle da utilizzare).
- Indicazioni alle Imprese per la corretta redazione del Piano Operativo per la Sicurezza (POS).
- Schede di sicurezza per l'impiego di ogni singolo macchinario tipo, fornite a titolo esemplificativo e non esaustivo (con le procedure da seguire prima, durante e dopo l'uso).

4.11.3 prime indicazioni sul fascicolo dell'opera

Per garantire la conservazione ed il corretto svolgimento delle funzioni a cui è destinata l'opera, riducendo al minimo i disagi per l'utente, si intende redigere un fascicolo dell'Opera che dovrà essere redatto in modo tale che possa facilmente essere consultato, prima di effettuare qualsiasi intervento d'ispezione o di manutenzione dell'opera.

Esso dovrà contenere:

- un programma degli interventi d'ispezione;
- un programma per la manutenzione dell'opera progettata in tutti i suoi elementi;
- una struttura che possa garantire una revisione della periodicità delle ispezioni e delle manutenzioni nel tempo in maniera da poter essere modificata in relazione alle informazioni di particolari condizioni ambientali rilevate durante le ispezioni o gli interventi manutentivi effettuati;
- le possibili soluzioni per garantire interventi di manutenzione in sicurezza;
- le attrezzature e i dispositivi di sicurezza già disponibili e presenti nell'opera;
- indicazioni sui rischi potenziali che gli interventi d'ispezione e quelli di manutenzione comportano, dovuti alle caratteristiche intrinseche dell'opera (geometria del manufatto, natura dei componenti tecnici e tecnologici, sistema tecnologico adottato, etc.)
- indicazioni sui rischi potenziali che gli interventi d'ispezione e quelli di manutenzione comportano, dovuti alle attrezzature e sostanze da utilizzare per le manutenzioni;

- i dispositivi di protezione collettiva o individuale che i soggetti deputati alla manutenzione devono adottare durante l'esecuzione dei lavori;
- raccomandazioni di carattere generale.

4.11.4 contesto in cui è situata l'opera

In senso letterale e astrattamente geografico, l'opera è inserita in un contesto di moderata antropizzazione, all'interno di un'area servizi (scuola + centro sportivo) collocata al margine della zona residenziale cittadina, con abitazioni mono o bifamiliari di bassa densità, qualche insediamento commerciale / artigianale e dotata di ampi parcheggi e di una buona viabilità di accesso.

Dal punto di vista gestionale invece il sedime è di proprietà dell'Amministrazione Comunale, mentre la gestione dell'opera scolastica è in capo alla Città Metropolitana (trattandosi di istituto superiore) ma la collaborazione tra i 2 Enti è stretta e proficua, pertanto si delinea un contesto di gestione e programmazione dei lavori tutto sommato semplice e lineare.

Il cantiere è localizzato sul lato nord-ovest dell'attuale edificio scolastico, all'interno dell'ampio cortile a verde indistinto.

L'area di cantiere verrà cinta e chiusa al traffico veicolare; la dimensione della rete stradale consente un agevole movimentazione dei mezzi di trasporto, tenendo comunque in evidenza la necessità di prevedere un accesso separato dei mezzi d'opera rispetto alle normali vie d'accesso alla scuola.

Per la caratteristica dell'area, di dimensioni sufficienti per l'organizzazione del cantiere, non vengono evidenziati particolari rischi o problematiche diverse da quelle intrinseche, connesse alle lavorazioni previste dal progetto che sarà predisposto nelle fasi successive in cui sarà necessario stabilire quali accorgimenti intraprendere per garantire la sicurezza di quanti utilizzano la parte di scuola che continuerà a funzionare durante lo svolgimento dei lavori.

Dovranno essere predisposti degli adeguati confinamenti del cantiere al fine di evitare interferenze.

4.11.5 principali fonti di rischio

rischi da e per l'esterno

Il complesso scolastico è situato in un'area completamente recintata alla fine di un ampio parcheggio, ulteriormente chiuso rispetto alla normale circolazione (che avviene su via Padre Checchi) da una serie di cancelli che vengono aperti solo durante gli orari preposti all'ingresso ed all'uscita.

Questa situazione, se da un lato favorisce il controllo degli accessi e la segregazione delle aree, dall'altro limita i movimenti dei mezzi d'opera e crea situazioni di possibile sovrapposizione del flusso, che dovrà essere considerata in fase di programmazione da parte dell'impresa affidataria.

Data la tipologia di lavorazioni in progetto i rischi dal cantiere verso l'esterno sono quelli classici legati alla circolazione dei mezzi d'opera, alla movimentazione dei materiali (specie della struttura lignea che necessita di una autogru con braccio piuttosto importante) ed alla proiezione di materiali, polveri e rumori verso le aree limitrofe.

I rischi dall'esterno verso il cantiere sono nuovamente legati al transito veicolare e pedonale in sovrapposizione e alla presenza di alcune interferenze tecnologiche già segnalate nell'apposito capitolo.

rischi interni al cantiere

I rischi interni sono quelli tipici di un cantiere edile di ridotto impatto edificatorio ed in base ai contenuti dell'allegato XV al TUSL possiamo sintetizzare:

a) rischio di investimento da veicoli circolanti nell'area di cantiere	Presente
b) rischio di seppellimento negli scavi	Non Presente
b-bis) rischio di esplosioni per ordigni bellici inesplosi	Non Presente
c) rischio di caduta dall'alto	Presente
d) rischio di insalubrità dell'aria nei lavori in galleria	Non presente
e) rischio di instabilità delle pareti e della volta nei lavori in galleria	Non presente
f) rischi derivanti da estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto	Non presente
g) rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere	Presente
h) rischi derivanti da sbalzi eccessivi di temperatura	Non presente
i) al rischio di elettrocuzione	Presente
l) al rischio rumore	Presente
m) al rischio dall'uso di sostanze chimiche	Presente

da rimarcare i rischi legati alle interferenze evidenziate negli appositi capitoli ed alla caduta dall'alto in relazione al montaggio ed al completamento della tendostruttura della sala sportiva e dei suoi accessori.

4.11.6 stima preliminare dei costi della sicurezza

Per quanto concerne gli oneri per l'attuazione dei piani di sicurezza, in questa fase non esiste ancora un vero computo metrico, che verrà realizzato in sede di progetto esecutivo, sulla scorta delle indicazioni contenute nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.

Necessitando in ogni caso una stima di tali oneri, si applicano le indicazioni e formulazioni reperibili in letteratura ai fini del calcolo su base percentuale, osservando che già con il DPR 554/99 (art. 34) il prezzo doveva essere fissato tramite i prezziari (editi a cura della stazione appaltante o delle CCIAA provinciali) oppure, per le voci mancanti, ricostruendolo tramite la tecnica dell'analisi dei costi, sommando al risultato:

- una percentuale per le spese relative alla sicurezza
- una percentuale per le spese generali (tra il 13% ed il 15% circa)
- una percentuale per l'utile d'impresa (10% circa)

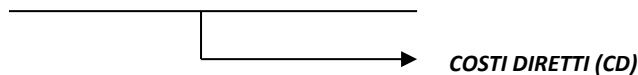
Successivamente il DM 145/2000 (art. 5) si è spinto oltre, stato precisando che le spese generali a carico dell'appaltatore sono:

- le spese per l'impianto, la manutenzione e l'illuminazione del cantiere, con l'esclusione di quelle relative alla sicurezza nei cantieri stessi
- le spese per il trasporto di qualsiasi materiale o mezzo d'opera

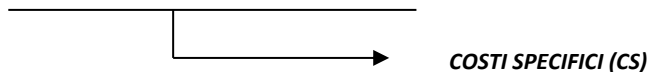
- le spese per attrezzi e opere provvisoriale che occorrono alla perfetta esecuzione dei lavori
- le spese per rilievi, tracciati, verifiche, esplorazioni, capisaldi che possano necessitare dal giorno di consegna dei lavori sino al collaudo finale dell'opera
- le spese per le vie di accesso al cantiere
- le spese per i baraccamenti
- le spese per passaggi, servitù, danni, depositi ed estrazioni
- spese per la custodia e la manutenzione dell'opera sino al collaudo
- le spese di adeguamento del cantiere a normative esistenti o sopravvenute nuove

per cui si deduce che:

- A. i costi della sicurezza inerenti gli apprestamenti, le opere provvisoriale, le attrezzature, e infrastrutture e la logistica del cantiere, sono in buona parte già compresi nelle spese generali dell'appaltatore (già quantificate con l'analisi dei prezzi o con l'ausilio dei succitati prezziari) in quanto strumentali all'esecuzione dei lavori e concorrenti alla formazione delle singole categorie d'opera



- B. vi possono essere comunque ulteriori particolari richieste da parte del CSP e/o del CSE oppure opere particolari con rischi specifici, tali da richiedere apprestamenti, opere provvisoriale, attrezzature o metodologie di lavoro non strettamente strumentali all'esecuzione delle categorie di lavoro, ma determinati unicamente dall'esigenza di raggiungere un determinato grado di sicurezza; tali opere dovranno "surplus" determinano costi aggiuntivi rispetto alle spese generali



In via estimativa preliminare, è pertanto possibile riferire i costi della sicurezza direttamente all'elenco prezzi unitari (ossia direttamente al CME dell'opera) tramite l'introduzione di un coefficiente δ (variabile tra 0.1% e 5%) che possa essere valutato direttamente dal CSP e/o CSE in funzione delle particolarità di ogni cantiere.

Il range di variabilità di tale coefficiente è stato determinato da alcuni studi in letteratura in funzione dei seguenti parametri:

- magnitudo INAIL
- attività lavorative e rischi intrinseci
- fornitura, installazione ed utilizzo di opere provvisoriale e DPC connessi alle singole attività
- manutenzione di macchine, attrezzature ed impianti
- informazione e formazione del personale
- fornitura ed installazione della segnaletica di cantiere
- fornitura dei DPI e relativa formazione ed informazione

ed è stato tabellato per alcune delle fasi operative principali:

ATTIVITA'	δ % min	δ % max
OPERE DA IMPRENDITORE EDILE - RISTRUTTURAZIONI		
Demolizione completa di fabbricati.	4,5	5,0
Demolizione parziale di fabbricati.	4,5	5,0
Demolizione in breccia a sezione obbligata.	4,5	5,0
Scavi generale di sbancamento.	1,5	3,5
Scavo parziale di fondazione	1,5	3,5
Scavo a sezione obbligata	4,5	5,0
Armatura pareti dello scavo	2,0	4,0
Opere di fondazioni	1,5	3,5
Opere di carpenteria in legno per cementi armati non in quota	1,5	3,5
Opere di carpenteria in legno per cementi armati in quota	4,0	5,0
Opere di carpenteria in legno per cementi armati a sbalzo	4,5	5,0
Opere di carpenteria in legno per cementi armati in luoghi ristretti	4,5	5,0
Murature il laterizio esterne	3,0	5,0
Murature il laterizio interne	2,0	3,5
Tamponamenti interni	2,0	3,5
Intonaci esterni	3,0	5,0
Intonaci interni	2,0	3,5
Orditura di tetti con legname	4,5	5,0
Orditura del tetto con travi in c.a.	4,5	5,0
Copertura del tetto con tegole e altri materiali in genere	4,5	5,0
Opere da lattoniere	4,5	5,0
Pavimenti esterni	1,5	3,0
Pavimenti interni	1,5	2,5
Rivestimenti esterni	4,0	5,0
Rivestimenti interni	1,5	2,5
Posa tubi e canne in verticale	3,0	5,0
Intonaci in gesso e opere da stuccatore	1,5	2,5
Assistenza muraria agli impianti	1,5	3,0
Opere di impermeabilizzazione muri controterra	4,5	5,0
Opere di impermeabilizzazione coperture ed esterni	4,5	5,0
Assistenza alla posa di infissi	3,0	4,5

OPERE DA IMPRENDITORE EDILE - RISTRUTTURAZIONI		
Opere da falegname	1,5	4,0
Opere da fabbro	1,5	4,0
Opere in pietra naturale	1,5	4,0
Opere da vetraio Opere da verniciatore	1,5	4,0
Impianti di climatizzazione, riscaldamento e condizionamento	2,0	4,0
Impianti idrico sanitari	1,5	4,0
Impianti elettrici	2,0	4,0
Impianti ascensori	4,5	5,0
OPERE DI PREFABBRICAZIONE IN CEMENTO ARMATO		
Montaggio elementi verticali	4,0	5,0
Montaggio elementi orizzontali	5,0	5,0
Montaggio pannelli di tamponamento	4,0	5,0
Montaggio rampe scale	4,5	5,0
Montaggio strutture inclinate e/o complesse	4,5	5,0
OPERE SPECIALI DI FONDAZIONE		
Sondaggi del terreno	2,0	4,0
Prove penetrometriche	2,0	4,0
Posa pali in calcestruzzo armato	2,5	4,5
Realizzazione pali trivellati	2,5	4,5
Battitura pali in c.a.	3,0	5,0
Realizzazione di diaframmi e/o paratie	2,5	4,5
Realizzazione di diaframmi e/o berlinesi	2,5	4,5
Iniezione di miscele cementizie a consolidamento del terreno	2,0	4,5
Consolidamento del terreno dall'interno di gallerie, pozzi e cunicoli	4,5	5,0
Realizzazione di tiranti di ancoraggio	2,0	3,5
Realizzazione di colonne (Jet-grouting)	1,5	3,0

OPERE STRADALI DI BONIFICA SERVIZI E FOGNATURE		
Scavo di sbancamento	1,5	3,5
Scavo a sezione ristretta	4,5	5,0
Scavo in presenza di interferenze	4,5	5,0
Scavo armato	4,5	5,0
Realizzazione di pozzi e cunicoli	4,5	5,0
Opere di scarificazione e demolizione	3,0	5,5
Posa di condotti fognari e camerette	3,0	4,5
Opere di reinterro e livellatura	1,5	3,5
Asfaltatura stradale	1,5	3,0
Realizzazione di pavimenti in pietra naturale	1,5	3,0
Posa di prefabbricati e manufatti	2,5	4,5
Segnaletica verticale ed orizzontale	1,5	3,0
Opere di sterno e movimento terra	1,5	3,5
Realizzazione di rampe	2,0	4,5
Risgomatura di torrenti	1,5	3,5
Realizzazione di briglie	2,5	5,0
Realizzazione muri in c.a.	2,0	4,0
Realizzazione muri in pietrame e cls	4,0	5,0
Sistemazione di scarpate torrenti e pendii	2,5	5,0
Segnaletica verticale ed orizzontale in presenza di traffico	1,5	4,0
Potatura piante	1,5	3,0
Opere a verde	1,5	2,5
MONTAGGIO STRUTTURE IN ACCIAIO		
Montaggio strutture verticali	4,5	5,0
Montaggio strutture orizzontali (travi)	4,5	5,0
Montaggio capriate ed barcarecci	4,5	5,0
Montaggio coperture	4,5	5,0
Montaggio scale e grigliati	4,5	5,0

Per quanto concerne eventuali attività lavorative non ricomprese nelle tabelle, si potrà fare riferimento al range relativo ad attività analoghe.

A livello di associazioni professionali sono poi stati condotti vari studi e varie simulazioni (in particolar modo dall'ordine degli ingegneri di Caserta) dai quali si è notato come, in prima battuta, i costi della sicurezza si possano calcolare forfetariamente come:

- quota del 5% del costo vivo dell'opera (depurato degli utili e delle spese generali);
- quota del 25% delle spese generali;
- quota forfetaria pari al 3.8% dell'importo dell'opera.

Dato il valore di estrema sintesi di tali procedure, le stesse saranno adottate solo come “metodo di controllo” del risultato ottenuto con l'applicazione del coefficiente δ .

Nel caso in esame, la sulla scorta dei prezzi unitari riportati nel prezziario della sicurezza utilizzato a progetto, e stimando gli apprestamenti necessari sulla base delle osservazioni dei paragrafi precedenti, **si calcola dunque in 21.100,20€ l'incidenza degli oneri di sicurezza**, che potranno subire modifiche ed approfondimenti in sede di progettazione esecutiva, a seguito della redazione di un PSC di dettaglio.