



## **COMUNE DI GIOVINAZZO**

**Città Metropolitana di Bari  
Assessorato OO.PP. e Lavori Pubblici  
SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO**



**LAVORI DI ADEGUAMENTO SISMICO E MESSA IN SICUREZZA DELL'ISTITUTO  
SCOLASTICO "SAN GIOVANNI BOSCO"**

### **PROGETTO DEFINITIVO**

**Artt. 23 comma 7 d.Lgs 18.04.2016, n.50 e ss.mm.ii.**

TITOLO ELABORATO: RELAZIONE GEOTECNICA

TIPOLOGIA ELABORATO: SCRITTOGRAFICO

N\_ELABORATO/TAV: D\_2

Elaborazione: SETTORE GESTIONE DEL TERRITORIO

SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE SA.&GI. ENGINEERING SRL

RUP  
Ing. Cesare TREMATORE

Progettista Settore Gestione del territorio  
ing. Daniele CARRIERI

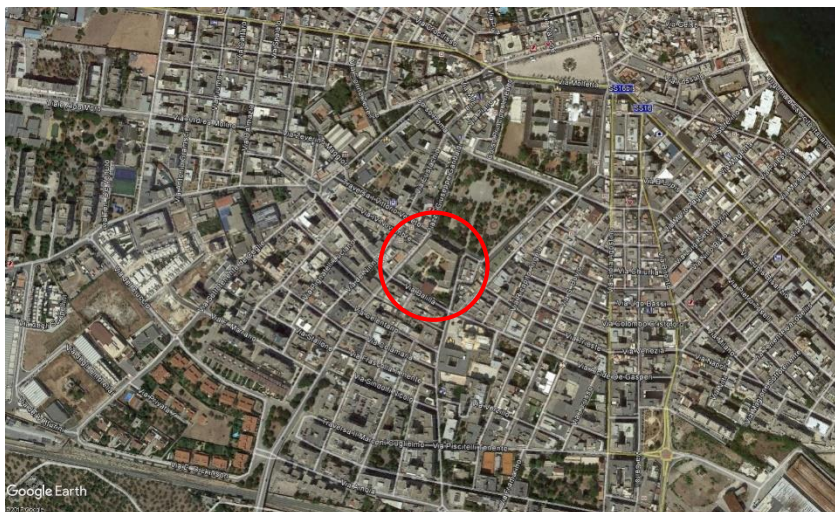
## 1 Premessa

La presente relazione viene redatta dall'ing. Daniele Carrieri, nella qualità di Progettista Settore Gestione del Territorio del Comune di Giovinazzo, e dall'Ing. Sandro Orlando, direttore tecnico della SA&GI Engineering s.r.l., società alla quale è stato affidato il servizio di supporto alla progettazione degli interventi di adeguamento/miglioramento sismico e messa in sicurezza – adeguamento impiantistico dell'Istituto Scolastico San Giovanni Bosco di Giovinazzo.

Le opere in epigrafe mirano a raggiungere gli obiettivi imposti dall'Avviso del MIUR n. 35226 del 16/08/2017 finalizzato alla presentazione di proposte progettuali per l'attuazione dell'Obiettivo specifico dell'Azione 10.7.1 *"Interventi di riqualificazione degli edifici scolastici (efficientamento energetico, sicurezza, attrattività e innovatività, accessibilità, impianti sportivi, connettività), anche per facilitare l'accessibilità delle persone con disabilità"* del PON *"Per la scuola, competenze e ambienti per l'apprendimento"* 2014 – 2020.

## 2 Stato di fatto

Il plesso scolastico Don Giovanni Bosco, oggetto di studio, è ubicato nella zona baricentrica del Comune di Giovinazzo, in adiacenza alla villa comunale, circoscritto dalla via Dott. Saverio Daconto, dalla Via Balilla, dal Corso Dante Alighieri e dalla Piazza Giuseppe Garibaldi.



Il fabbricato è composto da un unico blocco di forma assimilabile al ferro di cavallo e si sviluppa su due elevazioni fuori terra. Il collegamento verticale dei due blocchi è garantito da n. 3 scale di cui una ubicata in posizione quasi centrale mentre le altre due risultano ubicate alle estremità sia del lato destro che sinistro, inoltre è stata riscontrata la presenza di un ascensore. L'accesso principale avviene mediante un vano porta ubicato su Piazza Giuseppe Garibaldi.

La copertura risulta essere piana, accessibile sia mediante la scala centrale che attraverso la scala posta sul lato destro rispetto al prospetto principale.

I prospetti presentano qualche fenomeno di degrado ma non risultano presenti particolari fenomeni di dissesto.



Dai prospetti si evince una regolarità dei vani delle porte e delle finestre distribuite uniformemente sui due livelli.

### **3 Descrizione degli interventi**

Affinché gli edifici scolastici possano rappresentare realmente un luogo sicuro e adeguato per gli studenti e per l'intera comunità di riferimento, è di prioritaria importanza la sicurezza delle strutture e la conseguente necessità di realizzare interventi per la riduzione della vulnerabilità degli edifici scolastici. Le strategie di intervento sono state orientate al rinforzo delle strutture esistenti migliorandone la risposta agli eventuali eventi tellurici al fine di salvaguardare l'incolumità degli studenti e di tutto il personale.

Gli interventi di tipo strutturale sono finalizzati a realizzare opere di adeguamento sismico, in coerenza con le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto del Ministro delle infrastrutture e dei trasporti 14 gennaio 2008 e successive modificazioni e integrazioni, nonché alla Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, relativa alle Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni", di cui al citato decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Il problema della sicurezza delle costruzioni esistenti è di fondamentale importanza in Italia in particolare rispetto alle azioni sismiche.

Ciò che rende la valutazione della sicurezza ancora più difficoltosa è la notevole varietà di tipologie e sub-tipologie strutturali. Quel che ne consegue è la difficile standardizzazione dei metodi di verifica, dei metodi di progetto e della modalità di utilizzo delle numerose tecnologie di intervento tradizionali e moderne oggi disponibili.

La Norma definisce alcuni passaggi fondamentali nelle procedure per la valutazione della sicurezza e la redazione dei progetti quali ad esempio: analisi storico-critica; rilievo geometrico-strutturale; caratterizzazione meccanica dei materiali; definizione dei livelli di conoscenza e dei conseguenti fattori di confidenza; definizione delle azioni e nella relativa analisi strutturale. La stessa ricorda alcuni fondamentali criteri di intervento quali la regolarità ed uniformità di applicazione degli interventi, la delicatezza ed importanza della fase esecutiva e le priorità da assegnare agli interventi, conseguentemente agli esiti della valutazione, per contrastare innanzitutto lo sviluppo di meccanismi locali e/o di meccanismi fragili.

La valutazione della sicurezza e la progettazione degli interventi sulle costruzioni esistenti viene eseguita con riferimento ai soli SLU. Le Verifiche agli SLU sono eseguite rispetto alla condizione di salvaguardia della vita umana (SLV) per determinare il livello di sicurezza prima e dopo l'intervento.

Il procedimento è volto a:

- stabilire se una struttura esistente è in grado o meno di resistere alle combinazioni delle azioni di progetto contenute nelle NTC;
- a determinare l'entità massima delle azioni, considerate nelle combinazioni di progetto previste, che la struttura è capace di sostenere con i margini di sicurezza richiesti dalle NTC, definiti dai coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sui materiali.

In particolare dopo l'analisi della struttura allo stato di fatto si è notato che la stessa non risulta rispondente alle caratteristiche dettate dalla normativa vigente in materia di sicurezza strutturale.

Sono stati quindi previsti degli interventi che permettano l'adeguamento della struttura alla normativa vigente e che possa quindi assicurare la sicurezza la sicurezza dei fruitori in caso di evento sismico.

In particolare è stato previsto l'applicazione dell'intonaco armato sia esterno che interno all'intera struttura. L'intonaco armato è una tecnica di miglioramento delle caratteristiche delle murature molto usata per gli interventi di ristrutturazione degli edifici in muratura esistenti. Consiste in pratica nell'applicare sui due lati della muratura delle reti metalliche collegate tra loro. Il modo in cui l'intonaco armato migliora le caratteristiche delle murature è triplice:

- Miglioramento delle caratteristiche della muratura per effetto del placcaggio e del confinamento del materiale.
- Introduzione di elementi strutturali resistenti a trazione, quali reti metalliche, mentre la muratura ordinaria non è considerata resistente a trazione.
- Aumento dello spessore strutturale della muratura. Mentre l'intonaco normale non è considerato ai fini strutturali, l'intonaco armato è a tutti gli effetti parte integrante della struttura del setto.

L'intonaco armato sarà costituito da rete elettrosaldata del diametro di mm 6 di acciaio B450C a maglie quadrate di cm 15x15 e malta cementizia antiritiro a q.li 3 di cemento per mc di sabbia dello spessore minimo di 5 cm per ogni lato della parete. Le reti elettrosaldate dei due lati della parete saranno ammorsate mediante barre di acciaio ammorsate nella muratura esistente.

Inoltre è stata prevista la realizzazione di alcuni setti di irrigidimento che consentano alla struttura di migliorare le proprie capacità di dissipazione dell'energia trasmessa dalle onde sismiche. Tali setti sono stati previsti in mattoni pieni e malta M10 in modo da potersi ben integrare con la muratura esistente senza creare comportamenti diversi dovuti alla diversa rigidità. Anche tali setti (vedasi elaborato *P\_1 Planimetria di intervento*) verranno rinforzati mediante l'intonaco armato già descritto, in modo da renderli uniforme con la struttura esistente.

Al fine di creare un comportamento scatolare dell'intera struttura e collegare i muri paralleli è stata prevista la messa in opera di tiranti in acciaio. In particolare sono stati previsti tiranti in acciaio B450C del diametro Ø32 mm accoppiati che verranno messi in opera all'intradosso del solaio di copertura del piano terra. La messa in opera dei tiranti avverrà mediante la perforazione

dei muri, la messa in opera dei tiranti da verniciare, la disposizione delle piastre di ancoraggio completo di dado e controdado, e la relativa stuccatura dei fori.

Particolare importanza rivestono gli interventi in fondazione ove si è previsto l'allargamento della base fondale mediante la realizzazione di cordoli in c.a., in modo da trasmettere le tensioni provenienti dalla sovrastruttura ad un'area più ampia di terreno e quindi diminuire notevolmente le interazioni fondazioni-terreno. La nuova e l'esistente fondazione, ipotizzata a sacco di forma rettangolare, devono collaborare al fine di trasmettere in modo uniforme il carico superiore al terreno, avendo sia una rigidità comparabile ed un collegamento trasversale che le connette. I cordoli laterali avranno una larghezza pari a 50 cm ed un'altezza pari a 120 cm e verranno collegati tra di loro, previa perforazione della fondazione esistente, mediante n. 3 fioretti orizzontali e n. 2 obliqui ad interasse pari a 50 cm. L'armatura dei cordoli ed i fioretti saranno costituiti da barre in acciaio B450C ad aderenza migliorata del diametro pari a Ø16 mm. Le staffe avranno un passo di 25 cm.

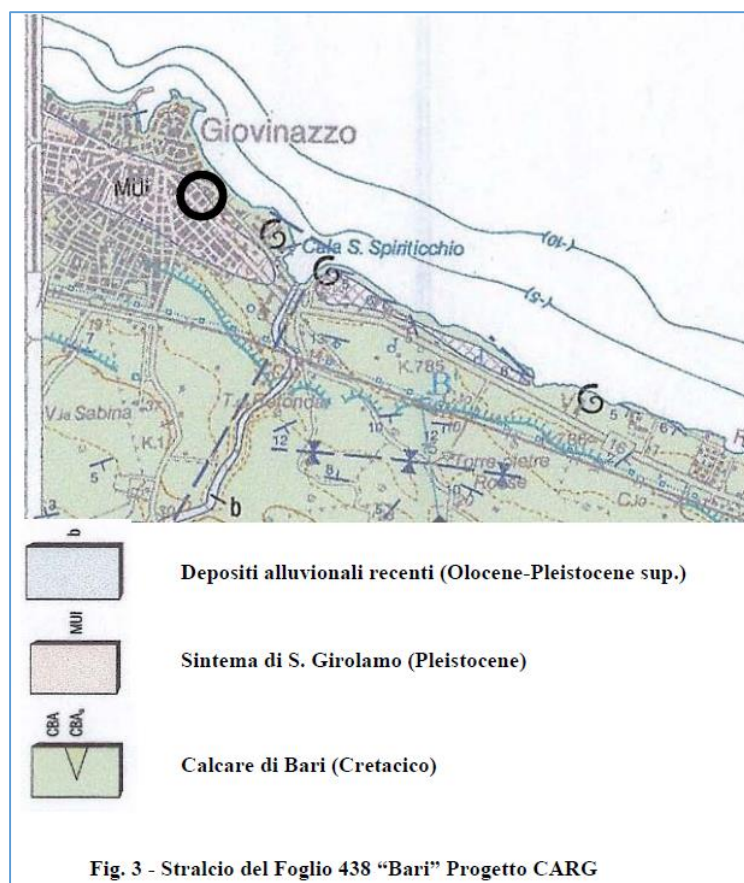
Gli interventi alle fondazioni saranno possibili solo dopo la demolizione della pavimentazione, dei tramezzi e dei vespai.

#### **4 Ambito geologico**

Geograficamente l'area, compresa nella Tav. IV SE "Molfetta" del F° 177, fa parte della regione costiera pugliese, i cui caratteri morfologici richiamano il motivo più importante dell'area murgiana, dato da una serie di ripiani posti a quote via via più basse verso l'Adriatico. Si tratta di terrazzi marini allungati quasi parallelamente alla costa e leggermente inclinati a Nord; questi si raccordano tramite piccole scarpate sagomate dall'azione del mare e rappresentanti antiche linee di costa. Dal punto di vista litologico la zona è caratterizzata da una potente serie carbonatica di età cretacea (Calcere di Bari), costituita da calcari bioclastici, micritici e dolomitici e da zolle isolate di depositi pleistocenici trasgressivi. La successione stratigrafica presente in zona, iniziando dal termine più antico, comprende:

- Calcere di Bari (Cretaceo);
- Sintema di San Girolamo (Pleistocene sup.);
- Depositi alluvionali recenti (Olocene, Pleistocene sup.)

Il "Calcare di Bari" rappresenta il basamento rigido della zona ed è costituito da una serie sedimentaria prevalentemente calcarea caratterizzata, in questa zona, da calcari e da calcari dolomitici grigi ai quali s'intercalano, più o meno frequentemente, calcari bianchi micritici o bioclastici a grana fine. I calcari e le dolomie si presentano in strati o in banchi, ripetutamente laminati, con diffuse carature da dissoluzione. Il fenomeno carsico è ovunque presente e si sviluppa con intensità diversa in superficie ed in profondità. Le cavità presentano forma e dimensioni varie; le più comuni sono interstrato e da frattura, spesso sono parzialmente o interamente riempite da terra rossa rideposta o depositi di varia natura. La fratturazione dell'ammasso roccioso risulta nel complesso elevata, con molteplici direzioni delle discontinuità primarie. L'assetto strutturale della serie calcarea è in generale a monoclinale, con leggere inclinazioni verso l'attuale linea di costa. A tratti è possibile notare un diverso assetto geometrico della successione carbonatica imputabile ad episodi compressivi o di trazione. Lo spessore totale di questa formazione supera i 3000 m.



Il "Sintema di San Girolamo" fa parte del "Supersintema delle Murge" ed è costituito da calcareniti ben cementate, molto porose, con laminazione obliqua a vario angolo. Il limite inferiore è inconforme sul Calcare di Bari e sulla Calcarenite di Gravina. Ambiente di sedimentazione è quello della spiaggia emersa. Lo spessore massimo è di 6 m. Non sono presenti nell'area d'indagine.

Il "Deposito Alluvionale recente" è composto da ciottoli calcarei in matrice siltosa-terrosa di colore bruno-rossastro. Ambiente di sedimentazione alluvionale. Lo spessore massimo è di circa 10 m nelle zone più prossime al mare.

Nell'entroterra in esame è presente una falda idrica che per tipologia, ubicazione e geometria, è parte della falda idrica profonda pugliese; detta "falda carsica" ha l'acquifero costituito da litotipi calcareodolomitici e le sue principali caratteristiche idrodinamiche derivano in gran parte dal grado di fessurazione, di evoluzione del fenomeno carsico e dalla distribuzione e tipologia delle forme epigee ed ipogee in seno al substrato carbonatico. Da qui le numerose depressioni lineari (lame) ed areali (doline, puli, piscine e pozzi) occupate raramente da acque, ma la cui intima organizzazione di superficie riflette sicuramente i sistemi di discontinuità presenti (faglie). Nelle Murge nordoccidentali la circolazione di fondo della falda avviene in pressione e si esplica a grandi profondità (200-400 m sotto il livello mare), con carichi e gradienti idraulici spesso molto elevati (7-8%). Dalle colonne di perforazione si evince che quando la falda è confinata in prossimità di taluni livelli asfittici impermeabili, circola al di sotto del livello medio marino con valori di carico idraulico differenti da pozzo a pozzo e, una volta intercettata, risale, stabilizzandosi intorno a quote variabili da m +14 a m +30 s.l.m.

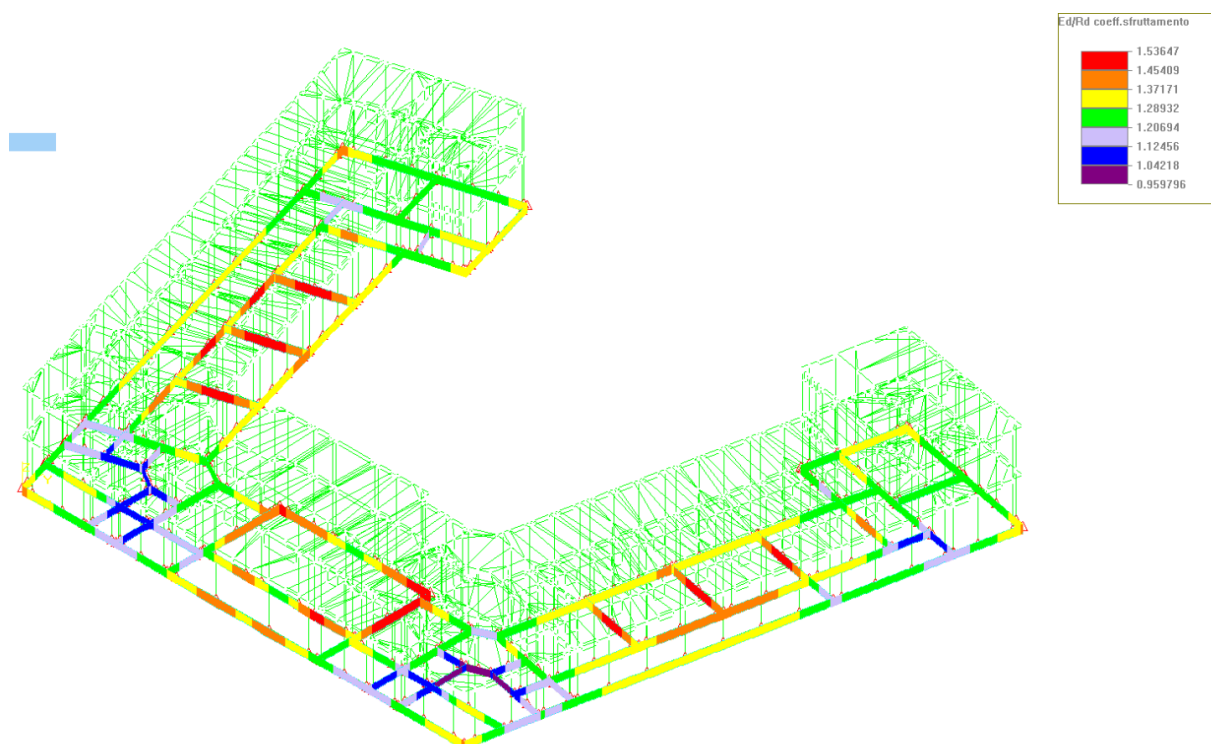
In particolare per l'analisi delle fondazioni della struttura è stata ipotizzata la seguente stratigrafia:

Strato n.	Qsup. Cm	Qinf. Cm	Spessore cm	Peso spec. Kg/cm <sup>3</sup>	FI gradi	C kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	ni	M kg/cm <sup>2</sup>
1 Dep. All.	0	100	100	0.0018	12	0.000	1000	0.20	150
2 Sintema San G.	100	500	400	0.0020	23	0.020	2000	0.20	230
3 Calcare di Bari	500	1500	1000	0.0016	32	2.000	2200	0.20	300

Dai tabulati di calcolo si riscontrano le tensioni massime sul terreno scaricate dalle travi di fondazione e dalle analisi condotte secondo l'Approccio 2 si riscontrano i valori massimi di FS (fattore di sfruttamento) ottenuto dal rapporto tra Ed e Rd.

Dai Tabulati di calcolo si evince che tutti gli elementi "Travi di fondazione" non risultano essere verificati in quanto il Fattore di Sfruttamento (FS) risulta essere sempre superiore all'unità: **FS > 1.**





Sono state quindi previsti interventi a sandwich con la realizzazione di travi in c.a. ai lati delle travi di fondazione collegate tra loro mediante apposite barre filettate al fine di aumentare l'area di contatto fondazioni-terreno e diminuire quindi il carico unitario.

Dall'analisi condotta della struttura post-intervento sono stati riscontrati fattori di sfruttamento (FS) inferiori all'unità, quindi tutte le travi di fondazione risultano verificate.

