



REGIONE  
PUGLIA

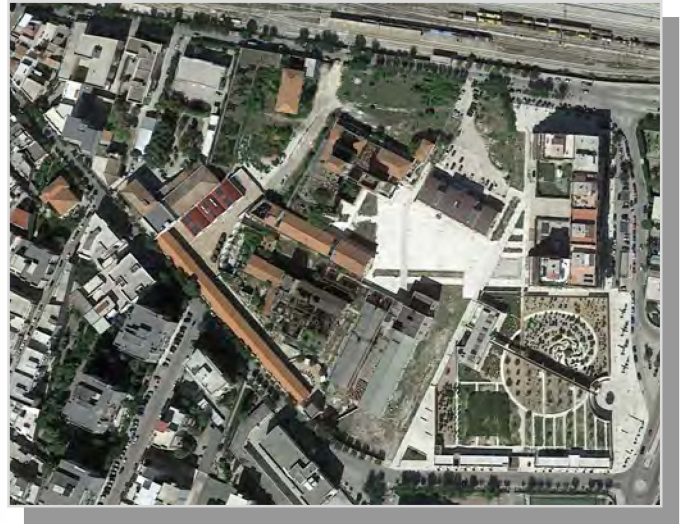
# COMUNE DI BARLETTA

"Città della Disfida"

## Quartiere "Borgovilla-Patalini"

*Programma innovativo e sperimentale in ambito urbano denominato Contratti di Quartiere II*

*Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 27 dicembre 2001, n.21*



### Perizia di Variante 2

Alloggi per utenze differenziate

COD. PRATICA	SCALA	DESCRIZIONE TAVOLA	TAVOLA
2023-0003 - SP2		Validazione codici di calcolo	VCC <sub>var1</sub>
<p>RUP: Arch. Mario Pagniello</p> <p>DIREZIONE LAVORI: Arch. Michele Sgobba</p>			
REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO
00	luglio 2024		
			APPROVATO
			arch. Michele Sgobba



Modellazione strutturale eseguita con codice di calcolo elettronico su PC desktop HP, Intel Core i9-13900 CPU@ 2,00GHz, sistema operativo a 64 bit basato su Windows 11Pro, versione 23H2 (numero serie CZC3357C73).

Origine, caratteristiche e validazione del codice di calcolo:

TITOLO	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program PRO_CAD Interventi locali - Cerchiature
AUTORE – PRODUTTORE - DISTRIBUTORE	2S.I. Software e Servizi per l'ingegneria Srl, Ferrara
DATI UTENTE	Arch. Michele SGOBBA      Ordine Architetti Bari n. 455 via Nino Rota n. 3 – 70011 Alberobello (BA)
VERSIONE	e-Time - Build 2023-07-199
ESTREMI DELLA LICENZA	Cod. utente 0122-121/con

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione. 2S.I. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche. È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link: <http://www.2si.it/Software/Affidabilità.htm> .

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità

## Dichiarazione del produttore-distributore di PRO\_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 17/01/2018 - Paragrafo 10.2)

### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

**Titolo:** PRO\_SAP PROfessional Structural Analysis Program

**Autore-Produttore:** 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

### Affidabilità dei codici

#### - Inquadramento teorico della metodologia – PRO\_SAP

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

- Elemento tipo TRUSS (asta)\*
- Elemento tipo BEAM (trave)\*
- Elemento tipo MEMBRANE (membrana)\*
- Elemento tipo PLATE (piastra-guscio)\*
- Elemento tipo BRICK (solido)\*
- Elemento tipo BOUNDARY (molla)
- Elemento tipo STIFFNESS (matrice di rigidezza)

\* anche non lineare

#### - Inquadramento teorico della metodologia – PRO\_SAM

Il motore di calcolo del software, denominato SAM II, è stato sviluppato presso l'Università degli Studi di Pavia e la Fondazione EUCENTRE da G. Magenes, C.F. Manzini, P. Morandi, M. Remino e D. Bolognini. SAM II è un codice di calcolo per l'analisi statica non lineare di edifici in muratura ordinaria, muratura armata, cemento armato o misti, soggetti ad azione sismica, basato su ipotesi formulate in un metodo proposto da G. Magenes e G.M. Calvi nel 1996, di cui si è mantenuto l'acronimo S.A.M. (Seismic Analysis of Masonry walls).

PRO\_SAM prevede una modellazione tridimensionale a macroelementi, nella quale la struttura portante, costituita da elementi ad asse verticale (pannelli in muratura ordinaria e/o armata, pilastri e/o pareti in cemento armato, elementi strutturali a sezione personalizzata, in acciaio, legno o altro materiale) ed elementi ad asse orizzontale (travi di accoppiamento in muratura ordinaria e/o armata, cordoli e/o travi in cemento armato, elementi strutturali a sezione personalizzata in acciaio, legno o altro materiale), viene schematizzata mediante un "telaio equivalente". Gli elementi sono posizionati spazialmente in corrispondenza dell'asse baricentrico dei corrispondenti elementi strutturali. Gli orizzontamenti possono essere gestiti come diaframmi infinitamente rigidi nel proprio piano, oppure come elementi membrana con rigidezza finita oppure non rigidi.

#### Inquadramento teorico della metodologia – PRO\_MST e PRO\_STAB

L'analisi del comportamento dell'opera di sostegno e del terreno viene eseguita attraverso la definizione di un modello che comprende l'opera, il volume di terreno coinvolto e gli eventuali sovraccarichi agenti: il volume di terreno viene schematizzato utilizzando i coefficienti di spinta definiti dalle teorie di Rankine, Coulomb, Mononobe-Okabe o Wood. Vengono prese in considerazione le azioni statiche e, qualora necessario, le azioni sismiche: queste ultime sono rappresentate da forze statiche equivalenti pari al prodotto delle forze di gravità per opportuni coefficienti sismici (analisi pseudo-statica).

L'analisi viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale (eseguita tramite il solutore PCSTABL5M - Purdue University)
- Calcolo delle sollecitazioni del muro (elevazione e fondazione), progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.



## - Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità – PRO\_SAP, PRO\_MST e PRO\_STAB

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DICAST dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:  
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita>

Nella produzione del solutore fem 2S.I. implementa componenti sviluppati da Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. È disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

[https://www.2si.it/benchmarks\\_e\\_sap.zip](https://www.2si.it/benchmarks_e_sap.zip)

## - Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità – PRO\_SAM

Il solutore SAM II è stato sottoposto ad una procedura di validazione/confronto strumenti software per l'applicazione dei metodi di verifica da norma del Progetto ReLUIS (Task 10.3 -accordo quadro con il Dipartimento della Protezione Civile 2019-2021).

[Il documento è scaricabile qui.](#)

## - Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni anormali.

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Ing. Paolo Nagliati

**2 S. I.**  
software e servizi  
per l'ingegneria s.r.l.

## Garanzia di qualità

Dal 1° dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001.

Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;
- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;
- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

