



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Laurea Magistrale di Ingegneria Civile

A.a. 2020/2021

Sessione di Laurea Ottobre 2021

Modellazione FE e analisi di sensitività di un edificio monumentale a struttura mista in muratura e C.A.: la Basilica Superiore del Santuario di Oropa

Relatore:

Prof. Rosario Ceravolo

Correlatori:

Prof. Mario Alberto Chiorino

PhD. Erica Lenticchia

PhD. Gaetano Miraglia

Candidato:

Giuseppe Luca

Ai miei genitori

Indice

Introduzione	3
1. Storia del Santuario di Oropa	5
1.1. Le origini del Santuario: la tradizione Eusebiana.....	5
1.2 Il primo ampliamento dell'antico Sacello (Dal Sacello alla Chiesa Antica).....	8
1.3 La Basilica Antica.....	12
1.4 Le costruzioni settecentesche	18
2. Caso studio: La Chiesa Nuova.....	20
2.1 I progetti della Chiesa Nuova	20
2.1.1 Progetto dell'architetto Guarino Guarini del 1680	21
2.1.2 Progetto dell'architetto Francesco Gallo del 1740-1741	23
2.1.3 Progetto dell'architetto Bernardo Antonio Vittone del 1750	25
2.1.4 Progetto dell'architetto Filippo Prunotto	27
2.1.5 Progetto dell'architetto Ignazio Amedeo Galletti del 1774	28
2.1.6 Progetto dell'architetto Luigi Stratta del 1819	31
2.1.7 Progetto dell'architetto Luigi Canina del 1845/46	32
2.1.8 Progetto dell'architetto Alessandro Antonelli del 1870	36
2.1.9 Progetto dell'architetto Giuseppe Locarni del 1875	37
2.1.10 Progetto dell'architetto Enrico Terzaghi del 1876	38
2.2 I progetti per l'ultimazione della Chiesa Nuova: le ultime opere dell'ingegnere Ferroggio, Caselli e dell'architetto Bonora (1879-1939)	39
3. Modellazione geometrica e meccanica del Santuario.....	47
3.1 Definizione del modello geometrico del Santuario di Oropa	47
3.2 Modello agli elementi finiti (modello meccanico)	55
4. Analisi e risultati.....	61
4.1 Analisi statica.....	61
4.2 Analisi modale	64
4.3 Analisi di sensitività locale	66
4.3 Risultati dell'analisi di sensitività locale	70
4.3.1 MODO I: flessionale rispetto asse y.....	73
4.3.2 MODO II: flessionale rispetto asse x.....	82
4.3.3 MODO III: torsionale.....	90
4.4 Confronto risultati dell'analisi modale e di sensitività locale condotti sulla Basilica Superiore e sulla Chiesa di Santa Maria del Suffragio.....	98
5. Conclusioni	101
Ringraziamenti	104

Bibliografia	106
Allegato A: Listato Analisi statica e modale per software ANSYS	107
Allegato B: Listato Analisi di sensitività locale per il software ANSYS	119
Allegato C: Risultati analisi di sensitività locale	124

Introduzione

Il patrimonio storico monumentale italiano è riconosciuto e apprezzato in tutto il mondo, esso è il risultato del susseguirsi di diverse culture che inevitabilmente hanno influenzato e caratterizzato la storia millenaria del nostro paese, rappresenta quindi un valore inestimabile da preservare per le generazioni future al fine di trasmettere la loro storia, cultura e arte. In tal senso, è compito dell'Ingegneria Civile e nello specifico dell'Ingegnere Strutturista, lo studio approfondito di tali edifici che, data la loro importante vita di esercizio necessitano studi di carattere strutturale atti a definire eventuali interventi che ne garantiscano un'adeguata risposta nei confronti dei carichi statici e dinamici nonché il rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni vigenti (NTC 2018). Il crescente interesse ingegneristico per la tutela del patrimonio culturale Italiano è fortemente legato alla vulnerabilità del suo patrimonio storico, che per la quasi totalità ricade in un periodo temporale in cui le conoscenze ingegneristiche sul comportamento delle strutture, dei materiali costituenti e delle azioni da considerare nei calcoli statici e dinamici, si basano su Normative non adeguate sul piano tecnico ed istituzionale.

Il presente lavoro di tesi verte sulla modellazione geometrica e meccanica (FEM) e sulla successiva analisi di sensitività di un edificio monumentale come la Basilica Superiore del Santuario di Oropa (Chiesa Nuova), caratterizzata da una struttura mista in muratura e c.a. L'analisi condotta, si colloca all'inizio di un percorso di conoscenza che per step successivi consente di comprendere il comportamento statico e dinamico della struttura analizzata. L'obiettivo che si pone questo elaborato è quello di discriminare e validare quali tra i parametri elastici (E , ν , ρ_0) caratterizzanti i singoli macroelementi della struttura, presentino un effetto significativo nei confronti della risposta dinamica della struttura. Il risultato dell'analisi svolta verrà implementato nei successivi studi (analisi di sensitività globale, optimal sensor placement, identificazione dinamica e model updating) che si rimandano agli elaborati di tesi successivi. Il presente elaborato risulta così articolato:

Nel primo capitolo viene ripercorsa la storia che dalle origini del santuario di Oropa, porta alla costruzione della Basilica Superiore (Chiesa Nuova).

Il secondo capitolo pone l'attenzione sul caso studio, ripercorrendo l'exkursus temporale dei progetti elaborati per la costruzione della Chiesa Nuova. La realizzazione della quale è avvenuta ad opera dell'Ingegnere Cucco e dell'Architetto Bonora sulla base dell'idea progettuale redatta dall'Architetto Galletti.

Il terzo capitolo descrive la realizzazione del modello geometrico 3D (ottenuto tramite software Autocad) a partire dagli elaborati progettuali originali e la successiva realizzazione del modello meccanico ottenuto tramite software Ansys.

Il quarto capitolo vengono riportati i risultati dell'analisi di sensitività, evidenziando quali tra i parametri (caratteristiche meccaniche) risultano significativi per i primi tre modi di vibrare.

Nell'ultimo capitolo sulla base dei risultati ottenuti viene definito l'iter delle successive analisi, che sugli sviluppi dei successivi elaborati di tesi, permetta di comprendere l'intimo comportamento dell'intero sistema strutturale.

1. Storia del Santuario di Oropa

1.1. Le origini del Santuario: la tradizione Eusebiana

Il Santuario di Oropa sorge su un ripiano a circa 1180 metri sul livello del mare, ai piedi delle montagne che separano il Biellese dalla Valle d'Aosta. Il complesso è circondato da Ovest ad Est dalle Prealpi Biellesi e a Sud si rivolge verso la città di Biella.



Figura 1 Santuario di Oropa

Il nome Oropa sembra provenire dal nome del torrente che sorge dal monte Mucrone e che percorre la vallata dove è sito il Santuario. Per la sua particolare posizione geografica, la valle Oropa era sfruttata inizialmente come luogo di rifugio e di passaggio per recarsi nella regione della Valle d'Aosta e successivamente divenne un luogo di culto dapprima pagano e poi cattolico, diventando meta di molti pellegrinaggi.

Come vedremo nel proseguo del capitolo, il Santuario nel corso dei secoli ha subito ingenti modifiche ingegneristiche ed architettoniche fino a diventare l'attuale complesso odierno.

Le origini del Santuario sono da attribuire a Sant'Eusebio¹, primo vescovo dell'allora appena sorta arcidiocesi di Vercelli del IV secolo, il quale per sfuggire dalle persecuzioni ariane si rifugiò nei pressi della valle allora sede di culti pagani, portando con se la statua lignea raffigurante la Madonna Nera con il Bambino in braccio rinvenute in Palestina nel 355 d.C.²

Il Santo ripose inizialmente il Simulacro all'interno di una prima "barma"³, situata oltre il torrente di Oropa, e successivamente costruisce più a sud e al riparo di un'altra "barma" il Sacello⁴, nuovo luogo di custodia della Madonna Nera⁵.

Le motivazioni che lo spinsero a costruire il Sacello in un'altra zona furono le difficoltà di accesso al luogo, nonché la volontà di cristianizzare una nuova barma, dato che i precedenti massi furono fino ad allora oggetto di rito pagano.

La decisione di fare costruire il Sacello a lato del "Gran Deiro"⁶, che, come vedremo, rimase quasi del tutto intatto fino al momento della costruzione dell'attuale Basilica. La nuova postazione risultava molto più accessibile e maggiormente riparata proprio per la presenza di questa grande roccia alle spalle.

Questo primo Sacello aveva una pianta quadrata asimmetrica, con dimensioni all'esterno di 5,00 metri per 4,90 metri e all'interno di 3,30 metri per 3,00 metri e poteva ospitare un massimo di dieci persone; l'ingresso al Sacello avveniva dal lato Ovest mentre l'abside era orientato verso Est, in modo che i credenti potessero pregare là dove sorge il sole, secondo il canone liturgico vigente.

Questa prima costruzione è quella che ancora oggi è possibile visitare nell'attuale Basilica ed è situata proprio al di sotto della cupola.

¹Sant'Eusebio di Vercelli, Domenico Agasso, Famiglia Cristiana, Santi e beati, 02-01-2001.

² La Basilica Antica, Santuario di Oropa. www.santuariodioropa.it.

³ Tipo di grotta situata in aree alpine e prealpine, dalla particolare struttura che, con un po' di lavoro da parte dell'uomo, permettevano loro di ottenere un ricovero. www.wikipedia.com.

⁴ Piccola chiesa edificata per lo più per il ringraziamento e ricordo di una grazia ricevuta, www.treccani.it.

⁵ Breve Relatione pag 66-67, Ottavio Bertodano, Torino, 1621.

⁶ Roccia di immenso valore affettivo, in memoria degli innocenti che avevano costruito il Sacello.

L'ingresso al Sacello era consentito da un altro vano anteriore chiamato Antisacello attraverso un arco ribassato a 2,70 metri di altezza; da alcune testimonianze storiche (Carlo Antonio Bonino) si desume che le dimensioni del Sacello e dell'Antisacello erano molto simili. Esso permetteva ai devoti la visione della Madonna Nera anche della Chiesa mediante una grande finestra protetta da una grata. Di seguito è raffigurata la pianta del Sacello ed Antisacello.

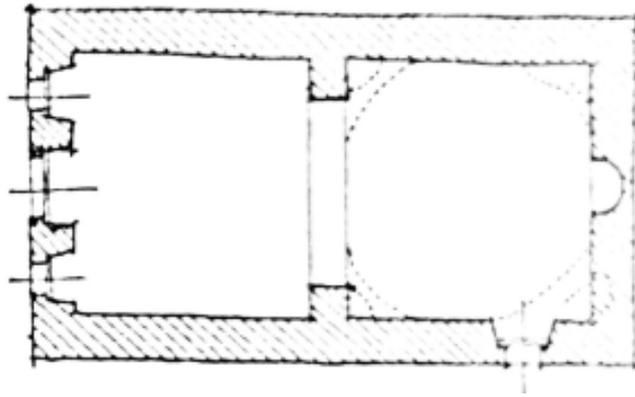


Figura 2 Pianta del Sacello (sinistra) e dell'Antisacello (destra)

Il Bonino riporta che le dimensioni totali erano di 10,24 metri di lunghezza e di 5,12 metri di larghezza. Ciò che differiva tra i 2 vani era l'altezza: il vano di ingresso era inferiore a quella del Sacello, dato che esso fu ampliato in altezza alla fine del XVI secolo per portare il tetto alla stessa altezza del vano posteriore ⁷.

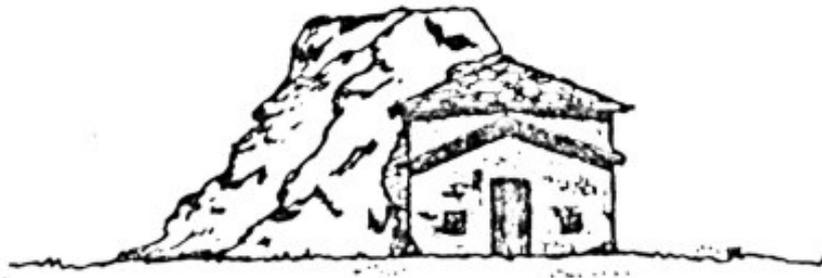


Figura 3 Prospetto del Sacello e dell'Antisacello

⁷ Cronaca latina di Biella, Giacomo Orsi, Biella, 1946.

Nel corso dei secoli vennero attribuiti alla Vergine diversi miracoli facendo sì che il Santuario divenisse luogo Sacro e meta di pellegrinaggio cristiano ⁸.

1.2 Il primo ampliamento dell'antico Sacello (Dal Sacello alla Chiesa Antica)

Con l'elevatissima affluenza dei devoti al Sacello si decise di costruire una Chiesa denominata la "Chiesa Grande" proprio per le sue dimensioni in grado di ospitare molti più pellegrini. Non è da escludere che l'inizio dell'ampliamento del Sacello sia da attribuire ad un voto fatto alla Madonna per preservare il territorio da attacchi da parte dell'esercito barbaro che in quell'epoca assediava il paese ⁹.

I lavori di ampliamento iniziarono intorno alla metà del XIII secolo, ed i lavori prevedevano di estendere ed allungare il Sacello Eusebiano verso Ovest, cioè all'ingresso dell'edificato con dimensioni pari a 20 metri per 6.55 metri, pari alle dimensioni dell'attuale navata centrale; di essa sussiste ancora il muro di facciata, rivestito in pietra verde d'Oropa chiamata "Sarrizzo".

Si può inoltre notare la presenza di affreschi all'interno della chiesa del XIII secolo lungo le pareti in procinto degli altari, come conferma la relazione di B. Gatti, dove cita la presenza di un affresco che raffigura il Beato Amedeo IX di Savoia ¹⁰.

La Chiesa Grande, anche se di maggior dimensioni rispetto al Sacello, non poteva allargarsi ai lati per la presenza del gran Deiro, che, come detto in precedenza, aveva un gran valore affettivo per i devoti; su di esso vennero infatti afflitte diverse croci nel corso dei secoli e non si aveva alcun'intenzione di una sua demolizione ¹¹.

⁸ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

⁹ Storia del Santuario di Oropa, ristampa, pag 49-50, Mario Trompetto, 1983.

¹⁰ Il Santuario di Oropa, Tipografia Arte della Stampa, Delmo Lebole, Gaglianico, 1996, Volume 1.

¹¹ Cartario di Oropa, G.Ferraris, Biella, 1948.

La chiesa del XIII secolo risultava quindi poco allargata ai lati rispetto al Sacello iniziale ed estesa nel lato Ovest, cioè nel luogo di entrata del Santuario; la Chiesa Grande era priva di pavimentazione, molto probabilmente in terra battuta o da uno strato di calce, aveva un'apertura circolare sopra la porta d'ingresso con delle finestre sul lato Sud e le mura avevano un'altezza inferiore rispetto alla navata centrale dell'attuale Basilica.

Ciò si evince dal fatto che durante i lavori di espansione degli anni successivi del santuario, furono costruiti due corridoi ai lati dell'attuale navata centrale, come navata destra e sinistra, ed entrambe avevano una volta a crociera ¹². Ma dal verbale di visita del pastore Giovanni Battista Margotto del 1606 si desume che si doveva ancora edificare una volta grande per la navata centrale, e ciò presupponeva quindi l'innalzamento delle mura centrali.

La Chiesa venne poi consacrata nell'estate del 1294 dal Vescovo di Vercelli Aimone di Challant ¹³.

Di seguito è riportata la pianta di una prima ricostruzione della Chiesa del XIII secolo che comprende Sacello, Antisacello e Chiesa

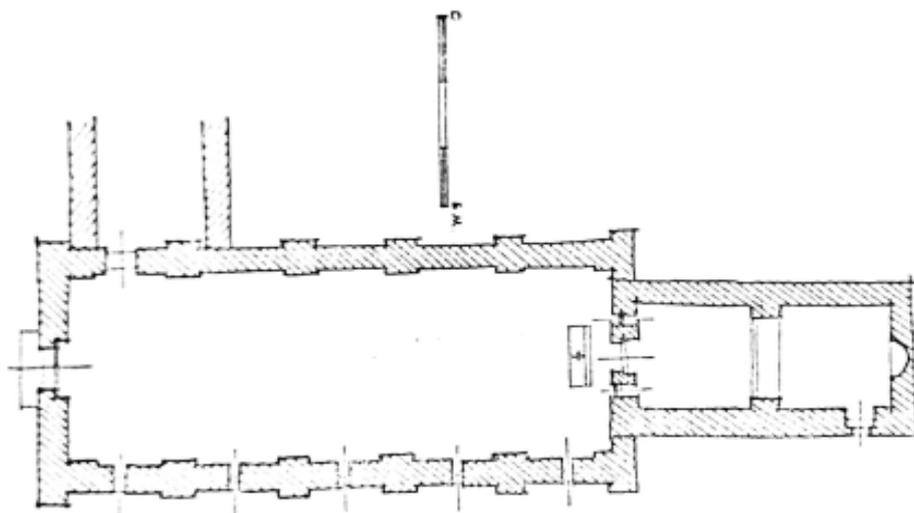


Figura 4 Pianta della Chiesa del XIII secolo. Ampliamento della Chiesa

¹² Breve Relatione, ristampa, pag 110, Bassiano Gatti, 1970.

¹³ Nigra Sum, Culti, Santuari e immagini delle Madonne Nere d'Europa, Atti del Convegno Internazionale, Santuario e Sacro Monte di Oropa, Santuario e Sacro Monte di Crea, Atlas, Lella Groppo e Oliviero Girardi, 20-22 maggio 2010.

Nel 1535 ebbe inizio la costruzione della galleria lungo il lato sud della chiesa del XIII secolo che, come vedremo, dopo i grandi ampliamenti apportati alla chiesa all'inizio del Seicento, divenne la navata di destra dell'attuale Basilica.

La galleria ebbe inizialmente due scopi principali: in primis, non esistendo ancora una sagrestia, essa fu utilizzata per il deposito di oggetti sacri al suo interno; in secundis per dare ai pellegrini un luogo di sosta e riparo prima dell'ingresso in chiesa, diventando così il vestibolo della chiesa.

Per la sua realizzazione fu costruito un muro di rilevante spessore legato ai contrafforti della chiesa con volte a crociera. L'ingresso esterno della galleria era situato nel lato sud, mentre l'apertura interna portava all'interno della chiesa.

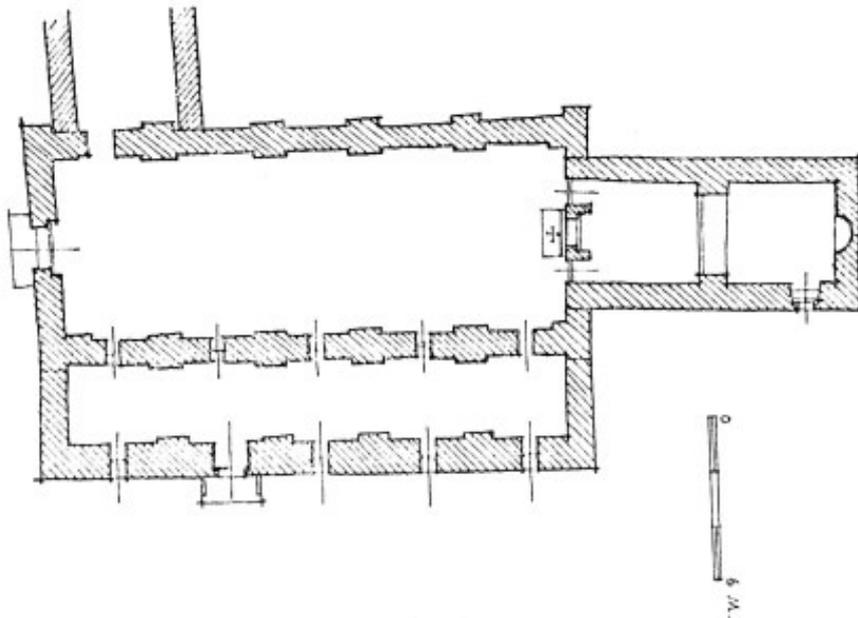


Figura 5 Pianta della Chiesa del XVI secolo: costruzione della galleria lungo il lato sud

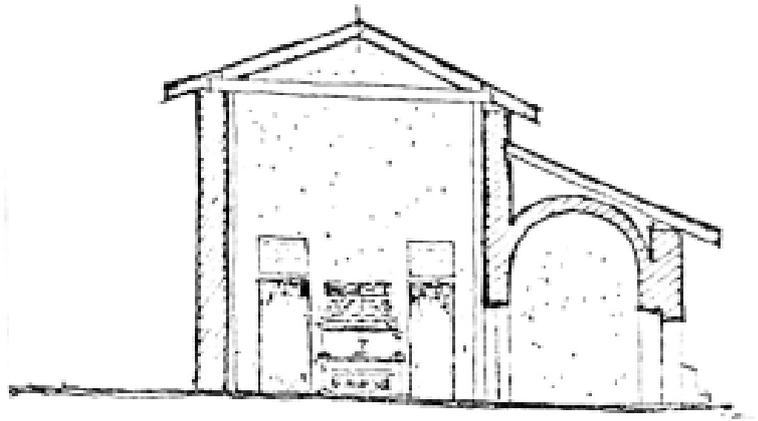


Figura 6 Sezione della Chiesa del XVI secolo

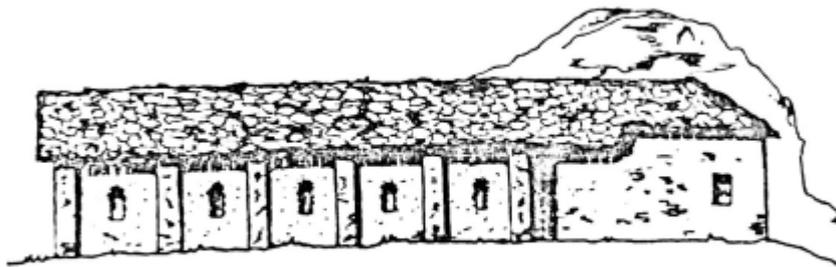


Figura 7 Prospetto della Chiesa del XVI secolo

Una volta costruita la galleria, le continue pestilenze e le vicende belliche che interessavano il Paese fecero interrompere i lavori di ampliamento per diversi anni.

I lavori ripresero nuovamente solo a fine anni Seicento dopo la visita svolta nel 1580 dal vescovo di Vercelli che ordinò diverse opere di restauro del Sacello e della Chiesa a cura del rettore Stefano Sacco.

Egli ordinò di rifare il tetto e la facciata, fece restaurare la cappella di San Grato adiacente al Sacello, che divenne la sagrestia della chiesa, ed ulteriori lavori vennero eseguiti sulla pavimentazione fino allora mancante.

Nel luglio del 1599, per far fronte all'epidemia della peste, i Consiglieri di Biella emisero un voto solenne alla Madonna di Oropa, che prevedeva una processione con il clero verso Oropa in segno di ringraziamento e di costruire nei pressi della Chiesa una cappella dedicata alla Beata Vergine e a San Rocco, convinti che solo un miracolo potesse salvare il popolo Biellese dall'epidemia ¹⁴.

Il neovescovo di Vercelli, Mons. Giovanni Stefano Ferrero, nel 1600 si oppose alla costruzione della cappella, prediligendo invece di demolire la preesistente chiesa e di crearne una nuova e di maggiori dimensioni e con un'architettura più elegante ¹⁵.

In realtà non si proseguì con la demolizione della Chiesa, bensì si decise di ampliare la Basilica in modo che inglobasse la vecchia Chiesa, il Sacello e l'Anti-Sacello, facendo sorgere così l'attuale chiesa di Santa Maria chiamata anche con il nome di Basilica Antica.

1.3 La Basilica Antica

L'ampliamento della Basilica iniziò con l'unione della galleria posta al fianco sud della chiesa così che diventasse la navata di destra e venne creata una nuova galleria al lato nord della chiesa, simmetricamente uguale a quella costruita nel lato sud, creando quindi la navata di sinistra, con lo scopo di ridurre le dimensioni del Gran Deiro che risiedeva in quel lato della chiesa. Il vano della vecchia chiesa coperto a capriata, rappresentava la navata centrale.

Vennero abbattute le pareti ai fianchi della chiesa e sostituiti da otto pilastri reggenti gli archi, abbellendo i contrafforti con basamenti, colonne e capitelli in pietra; venne costruita una nuova volta, nonché rifatta la facciata della vecchia chiesa. Della vecchia costruzione si era conservato solamente il muro della facciata, tantoché il vescovo Ferrero parla di nuova Chiesa.

¹⁴ Gli ex-voto: arte popolare e comportamento devozionale, Roberto Grimaldi, Simonia Maria Cavagnero, Maria Adelaide Gallina, Consiglio Regionale del Piemonte, Torino, 2015.

¹⁵ Il Santuario di Oropa, www.frammentidistoriabiellese.it

Il Sacello era situato all'esterno e al lato sud della chiesa, ed era accessibile solo da due porte al lato dell'altare maggiore della chiesa; esso non era infatti accessibile a tutti ma solo ai sacerdoti durante le celebrazioni ¹⁶. Su di esso non vennero mai compiuti grandi lavori, a parte qualche restauro all'altare e alla nicchia della Madonna; il Vescovo Ferrero volle infatti che rimanesse nelle stesse condizioni con cui era stato eretto da Sant'Eusebio. I pellegrini potevano pregare la Madonna situata dentro il Sacello da dentro la chiesa grande, in quanto, alle spalle dell'altare della chiesa, vi era una finestra con uno steccato in ferro che permetteva di visionare la statua della Madonna ¹⁷.

Diverse opere di restauro vennero anche eseguite sulla facciata della Chiesa e i lavori furono affidati all'architetto Francesco Conti, frate del monastero della Consolata di Torino, nel 1600.

I lavori della facciata vennero interrotti innumerevoli volte per la mancanza di mezzi e a causa delle invasioni delle truppe spagnole e sabaude nella guerra del Monferrato (1616-17).

Essa presenta gruppi di lesene ¹⁸ che la dividono in tre campate, corrispondenti alle tre navate interne. La campata centrale si contraddistingueva per la presenza di una grande finestra, decorata da un timpano triangolare spezzato, sopra l'ingresso principale che illuminava tutto il corridoio centrale della chiesa. La scomposizione regolare della facciata si uniforma allo stile rigido e simmetrico che contraddistingue l'intera costruzione.

Nel 1618 terminò la costruzione delle scalinate innanzi l'ingresso alla Basilica e la loro ampiezza ha le stesse dimensioni di quelle dell'attuale Chiesa.

La modifica di maggior rilievo del progetto di Conti fu quello della porta grande al centro della facciata. I lavori al portone centrale iniziarono nel 1622 in previsione della visita del Duca Carlo Emanuele I di Savoia. Lungo i fianchi della porta due colonne binate con capitelli ionici sorreggono l'architrave sul cui frontone poggiano due angeli che sorreggono con una mano una ghirlanda in marmo bianco, e con l'altra lo stemma del Duca Carlo Emanuele I di Savoia.

¹⁶ Il Sacello Eusebiano e la Basilica d'Oropa, pag 13-14-15, Mario Trompetto, Biella, 1977.

¹⁷ Storia liturgica 2 edizione, Mario Righetti, 1950.

¹⁸ Pilastro verticale che sporge da una parete muraria con funzione decorativa, in genere ripetuto ritmicamente.

Durante il restauro della facciata si pensò di innalzare la navata centrale più delle navate laterali, che fino allora era rimasta come quella del XIII secolo. Ciò si rese necessario per mantenere inalterato il disegno della facciata voluto dal vescovo Ferrero.

L'altezza inferiore delle navate laterali ha fatto sì di poter edificare un sottotetto adibito a stanze circondate da balconate ancora oggi presenti.

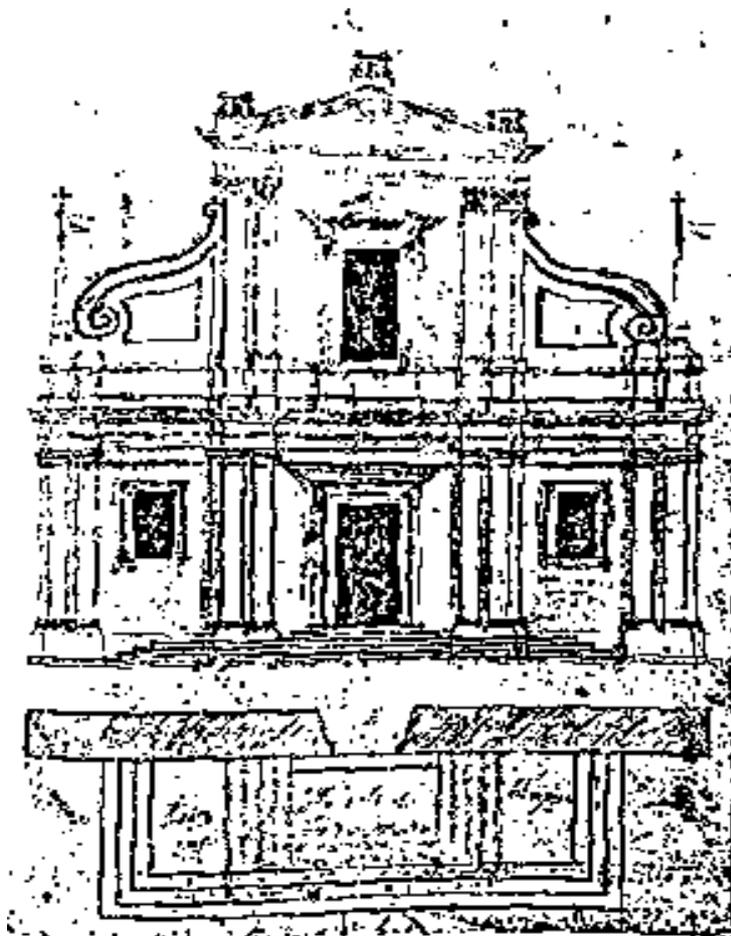


Figura 8 Facciata della Basilica antica di Oropa di inizio XVII secolo. Progetto conservato nel Santuario di Oropa.

Nel 1620 avvenne la prima incoronazione della statua della Madonna Nera alla quale presero parte numerosi pellegrini ¹⁹.

¹⁹ Papa Francesco invia il Cardinale Re all'incoronazione della Madonna di Oropa, Il decano del Collegio Cardinalizio presiederà una delegazione papale, AcìStampa, Andrea Gagliarducci, Biella, 21-08-2021.

Questo evento mise alla luce la necessità di un ulteriore ampliamento della Basilica Antica, con l'avvio di nuovi lavori di costruzione e la realizzazione di un chiostro attorno ad essa.

Questi lavori furono avviati dopo la visita al santuario del Duca Carlo Emanuele I di Savoia nel 1625, il quale si interessò ai progetti di ampliamento della chiesa e li volle sotto la propria direzione. Il Duca affidò il progetto all'architetto Marcantonio Toscanella²⁰ che diede il via agli attuali edifici di Oropa e sotto la direzione del mastro Giulio Belletti. I disegni prevedevano una grande estensione con l'inserimento del transetto, della cupola sotto la quale venne a trovarsi il Sacello Eusebiano, del coro e del prolungamento delle navate laterali.

Per far sì che queste grandi costruzioni prendessero vita occorreva però abbattere il gran masso presente nel lato nord della chiesa. Per il grande significato che il Deiro rappresentava, il Vescovo di Vercelli Giacomo Gorla si oppose, ma la decisione voluta dal Duca prevalse. Il vescovo permise la demolizione del masso, ma a patto che esso non veniva totalmente eliminato.

Testimonianza di ciò sono i resti depositati presso il Gran Deiro che tutt'oggi sono presenti al fianco Nord della Chiesa.

I lavori continuarono con il prolungamento delle navate laterali, con volte a crociera fino alle cappelle di fondo, e con la costruzione di pilastri a forma di croce, vele, coro e la creazione di una grande cupola di forma ottagonale.

All'interno della Basilica il Sacello ed il suo vestibolo rimasero al centro al di sotto della grande cupola, e non più al di fuori della chiesa come lo era stato fino allora. Venne riaperta la porta al suo fianco, vennero murate le due porte a lato dell'altare maggiore poste davanti il Sacello, e vennero riaperte altre due porte ai fianchi del vestibolo per evitare di dover attraversare il presbitero della chiesa.

²⁰ Ingeneri ed Architetti del Sei e Settecento, Braida, Coli, Sesia, Torino, 1963.

Una volta ultimati i lavori nella Chiesa iniziarono i lavori del Grande Chiostro, progetto dell'Architetto Pietro Arduzzi iniziato nell'anno 1644, a forma di un gran recinto che racchiudeva tutte le costruzioni nei pressi della Chiesa e poneva al centro nel lato di Est proprio la Basilica ²¹.

La realizzazione del chiostro è stata resa possibile grazie alle numerose offerte e lasciti dei fedeli e dalle donazioni effettuate dai Duchi di Savoia.

L'esterno del complesso ricorda molto il modello di una fortezza: nel chiostro si trovavano quattro torri agli angoli ed una situata al centro nel braccio Ovest della struttura, quest'ultima denominata "torrione". In essa al piano terra si trova la Porta Vecchia, che inquadra la facciata principale della Basilica Antica, dando luogo all'asse nonché all'entrata principale del Santuario.

L'interno del chiostro è caratterizzato da portici lungo tutto il piano terra, con colonne doriche binate che sostengono archi tri-centrici, mentre il primo piano è chiuso, con all'interno camere per i religiosi ed i pellegrini e sulla facciata ha delle grandi finestre adibite da cornici in serizzo ²² di Oropa. Le dimensioni esterne del chiostro corrispondono a 160,472 metri x 86,408 metri, mentre le dimensioni interne sono di 135,784 metri x 61,720 metri.

Oltre all'antico ingresso del torrione, venne progettata dall'Arduzzi per ordine del Cardinale Principe Maurizio di Savoia tra il 1653 ed il 1654 al centro della manica Sud del chiostro un'altra porta denominata Porta Regia, che divenne in seguito l'ingresso principale del Santuario, determinando lo sviluppo del Santuario lungo l'asse Nord-Sud ²³.

La porta era affiancata da quattro colonne con capitelli corinzi su ampi su ampi basamenti raccordati al centro con balaustra formando uno stretto balcone. Sopra l'arco d'ingresso della porta si erige un'ampia finestra sopra la quale viene posta la lapide commemorativa. La parte centrale venne conclusa da un frontone spezzato in marmo bianco ad andamento curvilineo contenente lo stemma di

²¹ Historia, Carlo Antonio Bonino, Torino, 1659.

²² Serizzo o sarizzo è un termine di uso commerciale, per indicare una serie di litotipi di colore grigio scuro e grana uniforme, a composizione gneissica presenti nelle Alpi meridionali.

²³ Santuario della Madonna d'Oropa, www.piemonteitalia.eu.

Vittorio Amedeo II di Savoia. L'effetto scenografico di questo sontuoso portale, in seguito, venne concluso con l'aggiunta di una grandiosa scalinata settecentesca.

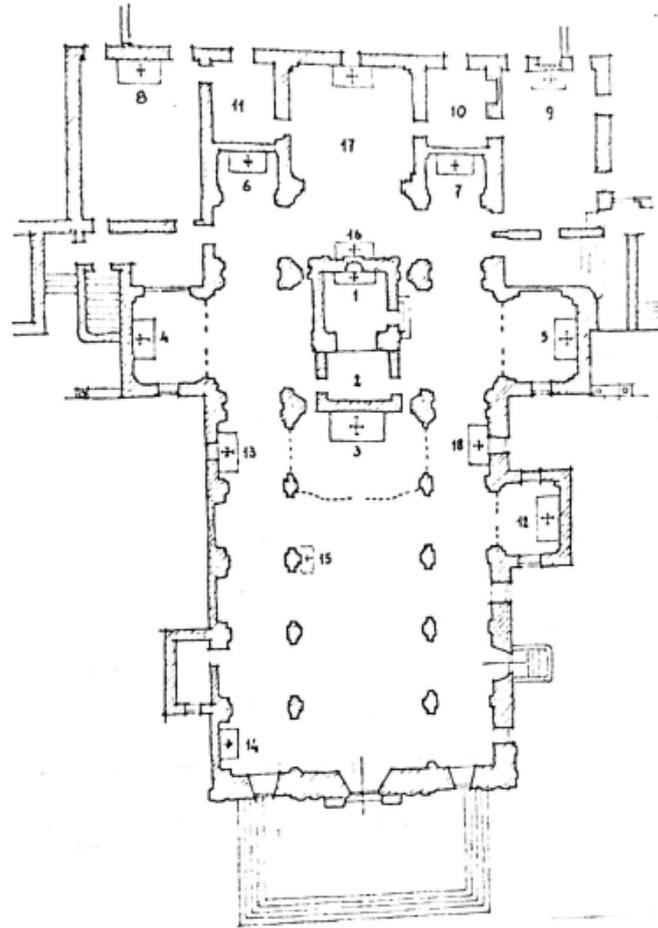


Figura 9 Pianta della Chiesa antica del XVII-XVIII secolo

- 1) Sacello ed altare della Madonna;
- 2) Antisacello con i due ingressi laterali;
- 3) Altare maggiore e presbiterio;
- 4) Altare di Santo Stefano e SS. Sacramento;
- 5) Altare dell'Annunciazione;
- 6) Altare di Sant'Anna;
- 7) Altare di San Rocco;
- 8) Sagrestia vecchia (attualmente confessionale delle donne);
- 9) Sagrestia nuova;
- 10) Antica Cappella di San Grato;
- 11) Stanza di deposito Sagrestia;
- 12) Cappella di San Giuseppe;
- 13) Altare di Sant'Antonio;
- 14) Battistero;
- 15) Pulpito;
- 16) Altare famiglia della Cisterna;
- 17) Coro.

Nel 1720 prese parte alla centenaria celebrazione dell'incoronazione del S. Simulacro il Re Vittorio Amedeo II e l'architetto Filippo Juvarra, il quale si interessò alla progettazione del monumentale apparato cerimoniale ed inoltre fu incaricato di concludere la Porta Regia; l'opera fu poi terminata nel 1732²⁴.

Più in là fu avviata la realizzazione di nuovi fabbricati e alloggi per i pellegrini creando un secondo recinto suddiviso in due piazze che diedero al Santuario l'attuale configurazione. Sorsero così le gallerie di S. Andrea, di S. Elisabetta, di S. Filippo e S. Luigi, disposte lungo il corridoio centrale con stanze da entrambi i lati. Della progettazione di queste opere se ne occuparono diversi architetti, tra cui Francesco Gallo che ideò la scalinata di accesso alla Porta Regia, Bernardo Vittone e Pietro Francesco Beltramo.

1.4 Le costruzioni settecentesche

Alla fine del 1600 gli amministratori di Oropa, a causa della sempre più maggiore affluenza di pellegrini, dovettero scegliere se ingrandire la Basilica Antica o iniziare la costruzione di una Chiesa Nuova e fu chiamato inizialmente per redigere il progetto l'architetto Francesco Gallo.

In realtà l'amministrazione di Oropa pur non abbandonando l'idea di una Chiesa Nuova volle dare precedenza alla realizzazione dei fabbricati a sud della facciata principale.

Questa necessità nasce dal fatto che il numero di pellegrini che potevano essere ricevuti ed ospitati all'interno del Santuario era veramente modesto.

Questo problema divenne ancor più rilevante dopo la seconda centenaria Incoronazione del 1700, dato che per le tipologie di mezzi di trasporto adottate in quel periodo e per le variabili condizioni meteorologiche che caratterizzano il luogo, era necessario per i fedeli il pernottamento presso il Santuario di Oropa.

²⁴ Il tempio delle occasioni perdute, After Ville, Paolo Portoghesi, giugno 2008.

Fu quindi essenziale costruire fabbricati che accogliessero i fedeli prima di abbattere la Basilica Antica per far spazio alla Chiesa Nuova.

Si realizzarono a sud del Chiostro dei fabbricati in modo da delimitare al centro due piazzali, il primo destinato alle scuderie, nel quale vi erano situate le stalle e le camere degli stallieri mentre il piano superiore era adibito per l'alloggio dei pellegrini. Il secondo piazzale era più largo del primo e gli edifici laterali costruiti su di esso sono collegati al chiostro per mezzo del padiglione Reale a ponente e da uno analogo a levante.

Successivamente, dopo la morte dell'architetto Francesco Gallo avvenuta il 20 Giugno 1750, subentrò l'architetto Antonio Vittone che decise di ampliare ancora di più il progetto del fabbricato, sopraelevando i fabbricati del secondo piazzale in modo da avere sempre più alloggi per i devoti.

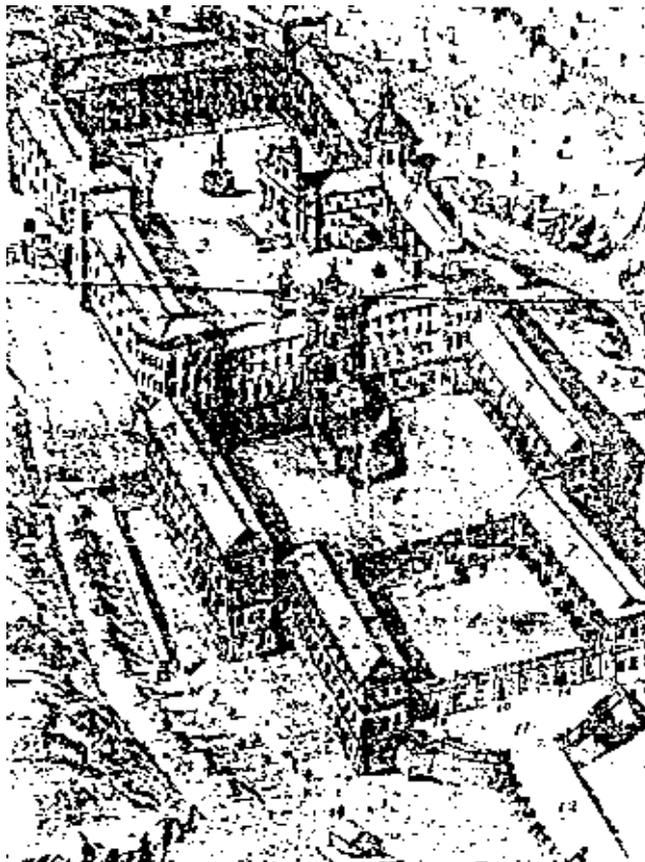


Figura 10 Assonometria generale del Santuario eseguita per una migliore comprensione dei progetti dell'Architetto Francesco Gallo. Disegno tutt'ora conservato nell'Archivio del Santuario di Oropa.

2. Caso studio: La Chiesa Nuova

2.1 I progetti della Chiesa Nuova

Il voto promesso nel 1599 dalla città di Biella durante la pestilenza prevedeva la costruzione di una nuova chiesa in sostituzione di quella preesistente. Inizialmente però venne deciso di ampliare la Basilica antica al fine di consentire l'ingresso al suo interno ad un maggior numero di devoti.

Vi erano due diverse opinioni sulla costruzione della Chiesa: il primo prevedeva l'abbattimento della Chiesa preesistente e la costruzione al suo posto di una Basilica nello stesso punto ma di dimensioni maggiori rispetto la precedente; il secondo prevedeva una nuova costruzione posta al centro della manica Nord del Santuario, presso la galleria di S. Anna.

Si preferì optare per questa seconda scelta in quanto il numero dei pellegrini era sempre maggiore e la vecchia Basilica non si dimostrò più in grado di sopportare questa ingente numerosità.

La Chiesa Vecchia non fu quindi abbattuta e rimase quindi nel lato est del Chiostro, mentre la Nuova Chiesa venne costruita nell'ala settentrionale del Chiostro con ingresso dal lato Sud, così come l'ingresso al Santuario permesso dalla Porta Regia.

Per la realizzazione della nuova Chiesa, numerosi ingegneri ed architetti proposero differenti progetti, i quali verranno descritti e presentati nei prossimi paragrafi seguendo un ordine cronologico.

2.1.1 Progetto dell'architetto Guarino Guarini del 1680²⁵

Il primo progetto della Chiesa Nuova venne presentato dall'architetto Guarini nel 1680.

Il Guarini venne chiamato ad Oropa al fine di rammodernare la vecchia Chiesa, ma il suo responso fu che essa non poteva essere rinnovata e perciò optò per l'idea di costruire una nuova chiesa al posto di quella preesistente elaborandone i disegni.

Il progetto prevedeva al posto delle tre navate la costruzione di una chiesa a pianta centrale ottagonale su un piano rialzato il cui ingresso era permesso da un'ampia gradinata a ventaglio. La Chiesa era composta da sei cappelle, tre nel lato sinistro e tre nel lato destro, racchiuse da poderosi pilastri su cui poggia la cupola a tre piani rientranti, sormontati da cupolino ma traforati da grandi luci. Il lato di fondo della chiesa doveva essere prolungato con un coro circolare che racchiudeva il Sacello protetto dal deambulatorio mentre l'Antisacello doveva essere abbattuto e sostituito dall'altare maggiore.

Il progetto del Guarini non fu mai realizzato e vennero considerate altre soluzioni negli anni successivi. I disegni originali del Guarini non sono stati pervenuti e quelli che vedremo di seguito vennero riprodotti da Giovanni Abbiati successivamente.

La prima immagine riporta nel lato sinistro l'aspetto esterno della chiesa mentre nel lato destro quello interno.

Nella seconda immagine invece è riprodotta la pianta ottagonale del progetto del Guarini con l'ampia scalinata all'ingresso.

²⁵ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

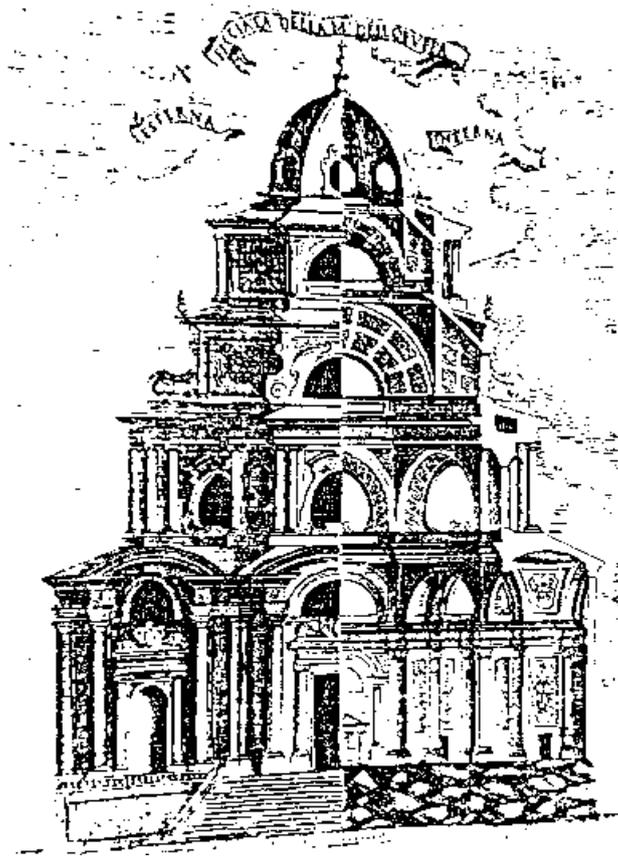


Figura 11 Progetto di Guarino Guarini della facciata della Beata Vergine; il lato sinistro mostra una visione esterna mentre il lato di destra una visione interna.

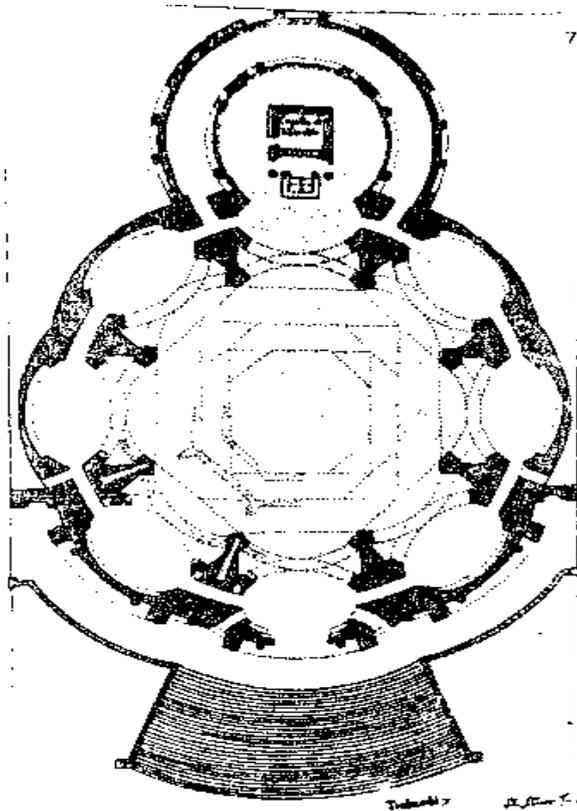


Figura 12 Pianta del progetto di Guarino Guarini della Beata Vergine di Oropa

2.1.2 Progetto dell'architetto Francesco Gallo del 1740-1741 ²⁶

Come visto nei paragrafi precedenti, all'architetto Francesco Gallo vennero affidati nella prima metà del Settecento la progettazione dei fabbricati a Sud del chiostro.

Oltre a tali lavori, venne proposto all'architetto la realizzazione di alcuni progetti riguardanti la costruzione di una nuova Chiesa che andasse a sostituire quella già esistente.

Tra il 1740 e il 1741 l'architetto propose quattro diversi progetti della nuova chiesa insieme al progetto dei prolungamenti degli edifici, e la Congregazione di Oropa deliberò di affidare al Re la scelta del progetto da realizzare.

Come detto in precedenza si preferì inizialmente ampliare il Santuario tramite l'edificazione dei fabbricati a sud del chiostro, rimandando sempre i lavori della realizzazione della Chiesa che infine non furono mai realizzati.

Tutti e quattro i progetti proposti dall'architetto Gallo sono a pianta centrale e di seguito verranno descritti singolarmente ciascuno di esso:

Nel primo progetto la parte del portico e del vestibolo della chiesa, sul quale si trovano tre ingressi, di cui uno centrale e due laterali, si estendono sul piazzale del Chiostro. Al di là del vestibolo rimaneva ancora intatto il Sacello. La pianta della chiesa forma quasi una croce greca che si conclude con un presbiterio ellittico;

Il secondo progetto prevedeva di inserire il Sacello nel mezzo del vano centrale a forma ottagonale della chiesa;

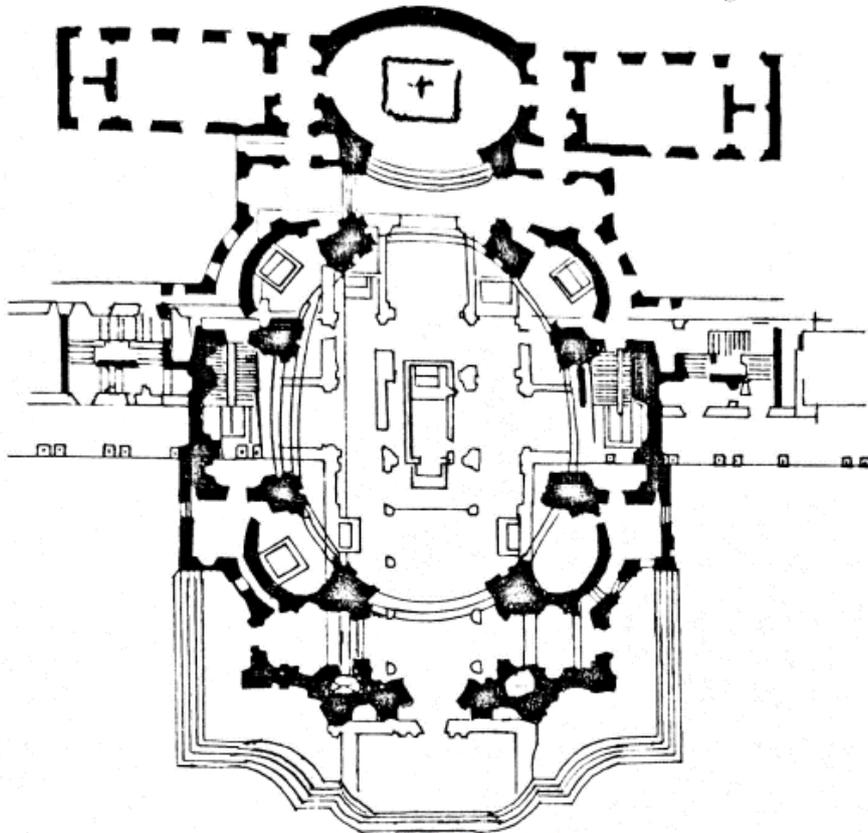
Il terzo progetto era caratterizzato dalle forme ellittiche che si ripetevano nell'aula centrale, nel presbiterio e in tutti gli ambienti circostanti;

Il quarto progetto, presentato solo successivamente dall'Architetto, prevedeva una fusione tra la soluzione della pianta ellittica con quella dello schema a croce greca. Nel vano d'ingresso, come in

²⁶ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

quello antistante il presbiterio, due archi trasversali specularmente simmetrici tendono al cupolino, caratteristica delle costruzioni del tardo barocco che producono suggestivi interscambi spaziali.

Di seguito è riportata la riproduzione della pianta del quarto progetto.



*Figura 13 Pianta della quarta variante eseguita dall'Architetto Francesco Gallo del progetto per la Chiesa Nuova di Oropa.
Disegno sull'originale di C.Ramella Bagneri*

2.1.3 Progetto dell'architetto Bernardo Antonio Vittone del 1750²⁷

L'architetto Bernardo Vittone raggiunse il Santuario di Oropa alla morte dell'architetto Gallo nel 1750 per ultimare la costruzione del prolungamento dei fabbricati a sud del chiostro. I fabbricati del primo piazzale erano già terminati, mentre quelli del secondo piazzale solamente iniziati.

L'architetto Vittone fu il primo a voler invertire l'asse principale del santuario; il suo progetto prevedeva infatti di costruire una nuova chiesa e collocarla al centro della manica trasversale a Nord del chiostro. Ciò presupponeva quindi l'inversione dell'asse principale che ora si estendeva longitudinalmente, dove l'accesso al Santuario avveniva dal lato della Porta Regia, mentre precedentemente dal cosiddetto "Torrione".

Il Vittone inserì il suo progetto sulla pianta dell'architetto Gallo, che quindi adesso includeva sia la Chiesa Vecchia che la nuova costruzione.

Questa idea piacque molto alla Congregazione di Oropa in quanto l'abbattimento della vecchia chiesa e la costruzione di una nuova al suo posto presupponeva lo spostamento del Sacello dal punto di origine, azione evitabile con il mantenimento della vecchia chiesa e la costruzione di una nuova in un punto diverso

La pianta della chiesa progettata dal Vittone è a forma ottagonale con i lati di due dimensioni disposti in modo alternato. All'interno della chiesa sono previste sei cappelle, tre nel lato sinistro e tre nel lato di destra mentre nei due lati opposti troviamo in uno l'ingresso con pronao e scalinata e nell'altro il coro circolare con ambulacro e al centro il Sacello.

Il progetto prevedeva la copertura della Basilica tramite una cupola ad otto spicchi, ognuno per lato, poggianti su tamburo con finestre.

²⁷ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

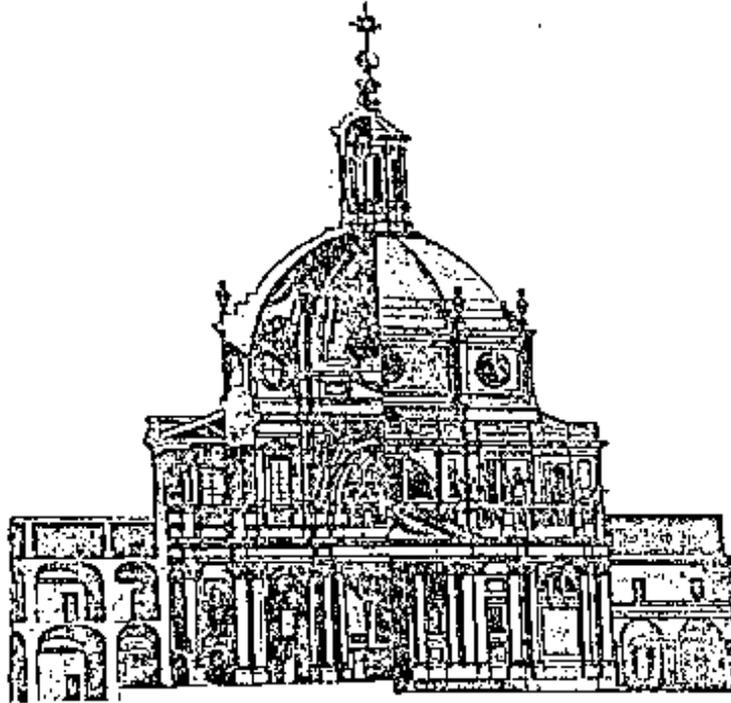


Figura 14 Progetto di Bernardo Vittone: Alzato e spaccato della Chiesa Nuova. Disegno di G. Abbiati.

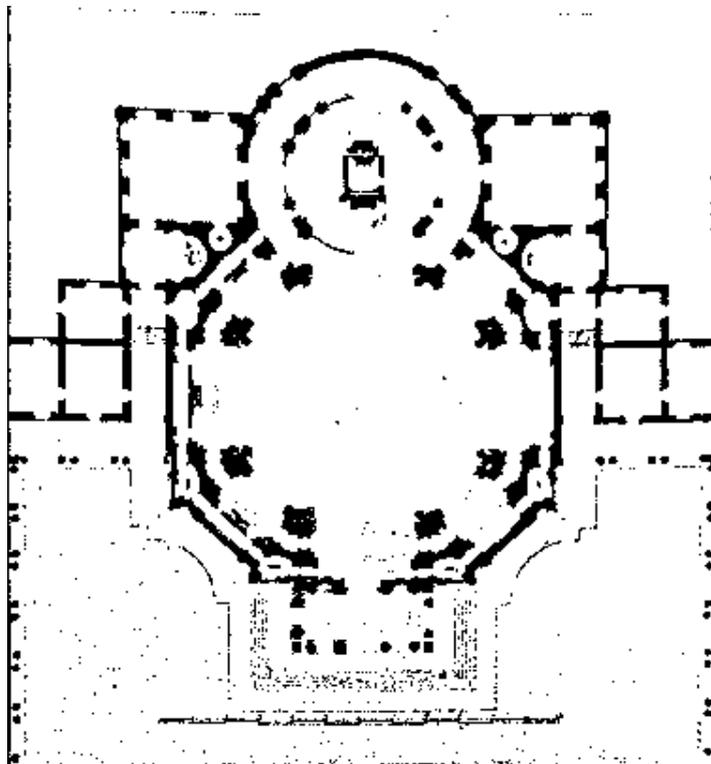


Figura 15 Pianta della Chiesa nuova costruita sull'asse della Porta Regia, sulla manica a nord di Sant'Anna.

2.1.4 Progetto dell'architetto Filippo Prunotto ²⁸

Il progetto dell'architetto Filippo Prunotto è stato ritrovato da non molto tempo in condizioni non ottimali e ora è conservato presso la galleria San Bernardo di Oropa. Non si conosce benissimo nemmeno l'anno di progettazione in quanto l'ultima cifra dell'anno del millennio risulta illeggibile, anche se sappiamo con certezza che ha preceduto di qualche anno il progetto dell'architetto Ignazio Galletti.

Le tavole rinvenute mostrano come il Prunotto segue la linea di pensiero del Vittone; il suo progetto prevedeva infatti la costruzione della Chiesa Nuova al centro del fabbricato trasversale a nord del chiostro, con una cupola simile a quella del progetto riportato dal Vittone con pronao e un'ampia scalinata all'ingresso.

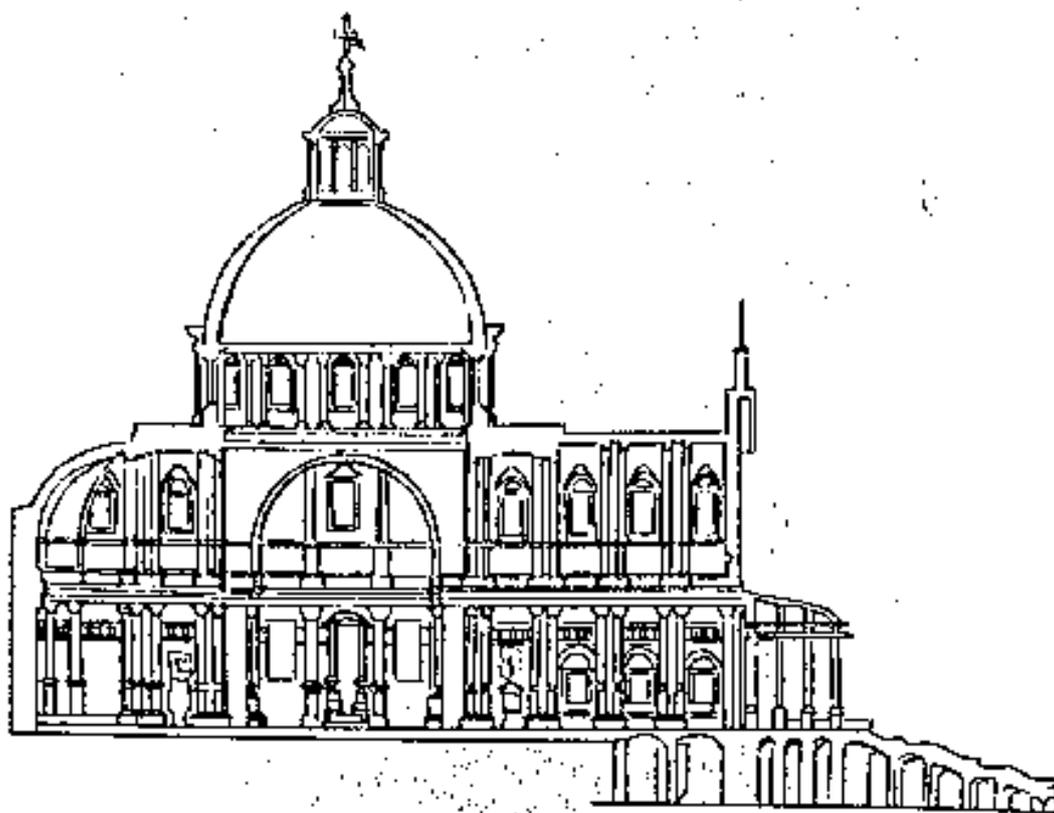


Figura 16 Progetto di Filippo Prunotto: sezione longitudinale della Chiesa Nuova di Oropa con scalinata antistante.

²⁸ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

2.1.5 Progetto dell'architetto Ignazio Amedeo Galletti del 1774²⁹

L'architetto Amedeo Galletti sembra aver visitato Oropa solamente occasionalmente, ed egli si interessò al Santuario senza aver ricevuto alcun incarico. I progetti del Galletti non erano conosciuti dalla Congregazione di Oropa, infatti, i suoi progetti furono rinvenuti fortuitamente; l'amministrazione di Oropa, mentre cercava in archivio il progetto del Canina per riprenderlo in esame, trovò due grandi tavole proprio dell'architetto Galletti³⁰.

Si pensa che l'architetto Galletti si recò presso il Santuario per ragioni di salute, e avendone trovato grande giovamento, avrebbe fatto voto di eseguire dei progetti per la costruzione della nuova chiesa e di alcuni fabbricati presso il Santuario d'Oropa.

Dei progetti rinvenuti del Galletti non è stato realizzato nulla oltre alla Chiesa Nuova, la quale non è stata costruita nel luogo pensato dall'architetto, cioè al centro della manica nord di Sant'Anna, ma un po' più a monte di essa.

I progetti ritrovati del Galletti sono due e sono tuttora conservati all'interno del Santuario. Essi raffigurano la pianta di tutto il complesso, firmata e datata il 5 gennaio 1774, e la sezione longitudinale est del complesso dei fabbricati, con alcune varianti da apportare presso la Basilica Antica, anch'esse firmate e datate nello stesso anno.

Il progetto della Chiesa Nuova del Galletti viene descritto nella relazione rilasciata nel 1877 dalla Commissione d'Oropa, e come si evince al suo interno, esso è stato ampiamente apprezzato dall'Amministrazione d'Oropa, tanto che si optò per la realizzazione del suo progetto.

L'accesso al Santuario è permesso da tre grandi portali in bronzo, preceduti da un ampio pronao, che descrivono la storia del Santuario dalle origini eusebiane fino alla costruzione della Chiesa Nuova.

²⁹ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

³⁰ Oropa, V. Camillo, pag 257, Biella, 1927.

La pianta della chiesa ha una base ottagonale ed è sovrastata da un'ampia cupola, sorretta da otto colonne, tra le quali si aprono sei cappelle, ognuna delle quali è circondata da quattro grandi affreschi sulle pareti ed adornate da bassorilievi e statue, dedicate alla storia della vita della Vergine su disegno dell'architetto Bonora e donate da rinomate famiglie Biellesi.

All'interno della Chiesa vi erano collocati molti altari e parecchi locali attigui alle sagrestie ad uso di confessionari; la Chiesa era inoltre caratterizzata da un ampissimo presbiterio per la celebrazione delle cerimonie.

Nella relazione redatta dalla Commissione emerge che al progetto del Galletti dovevano però essere apportate delle modifiche senza modificarne minimamente la forma architettonica; come poc'anzi detto, l'amministrazione di Oropa volle far costruire la Chiesa più a nord della manica di Sant'Anna, nella posizione che aveva previsto il Canina, in modo che fosse visibile tutta la maestosità della Chiesa fin dalla pianura.

Ciò presupponeva di costruire la Chiesa Nuova circa sessanta metri più a nord e di alzarlo di circa venticinque metri, facendolo apparire di dimensioni più piccole rispetto ai fabbricati più a sud.

Si decise quindi di ingrandire le dimensioni della chiesa in modo perfettamente proporzionali alle misure stabilite dal Galletti. La lunghezza del diametro del tamburo interno venne modificata da 25 a 30 metri, facendo raggiungere le dimensioni dello spazio ottagonale della Chiesa di ben 706,86 metri quadrati, a cui, aggiungendo lo spazio tra le otto colonne maggiori, le cappelle e il retro della Chiesa, si ottiene un'area di circa 1400 metri quadrati.

La Commissione, tenendo conto delle modifiche da apportare, decise di eseguire il progetto presentato dall'architetto Galletti.

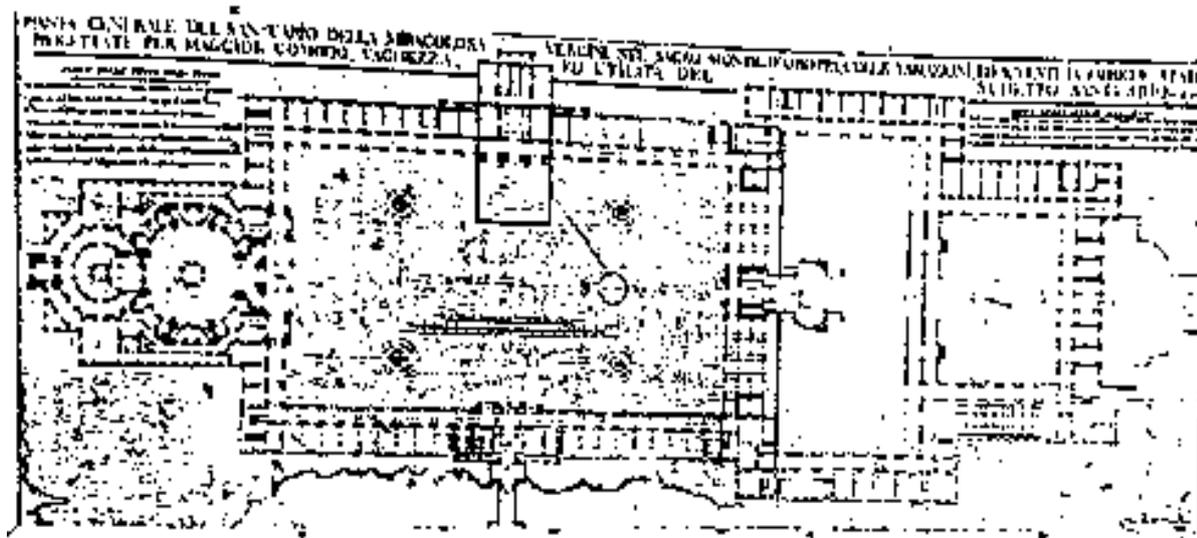


Figura 17 Progetto di Ignazio Amedeo Galletti: Pianta generale del Santuario della miracolosa Vergine di Oropa. Disegno conservato in sottovetro presso il Santuario di Oropa.

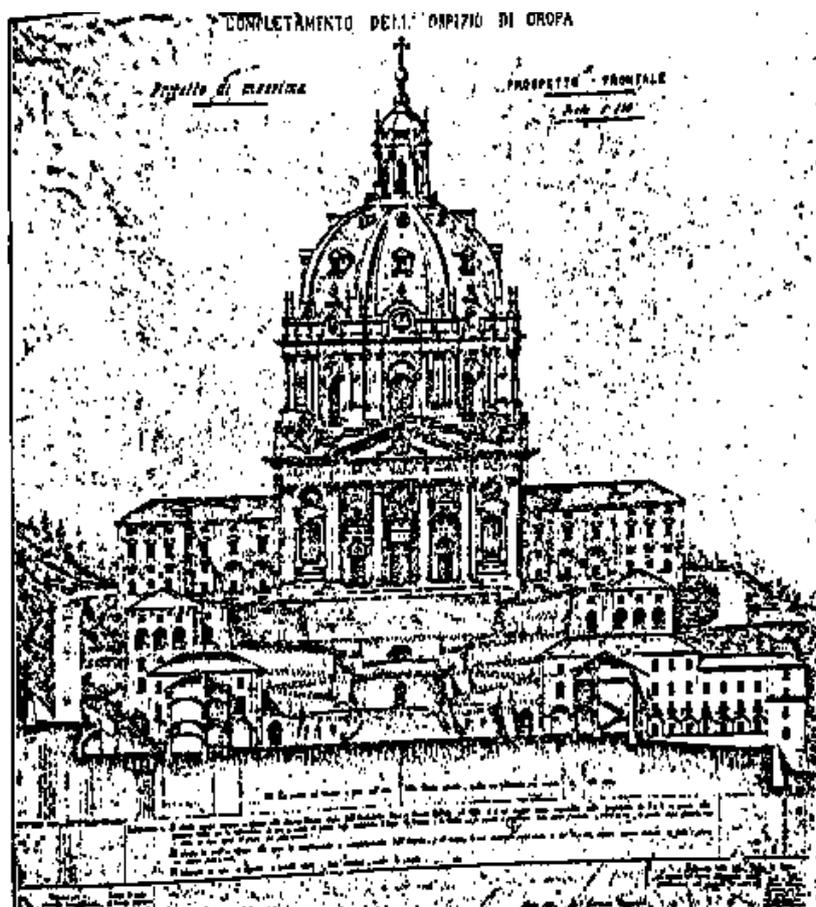


Figura 18 Progetto di Amedeo Galletti: prospetto della Chiesa Nuova di Oropa

2.1.6 Progetto dell'architetto Luigi Stratta del 1819 ³¹

Il progetto della Chiesa Nuova di Luigi Stratta, compiuto negli ultimi anni della sua vita, probabilmente non fu mai presentato alla Congregazione di Oropa, in quanto non è stato mai nominato all'interno degli archivi del Santuario, ma fu ritrovato all'interno degli archivi della famiglia Stratta.

Tra i disegni ritrovati vi sono una pianta ed uno spaccato: la chiesa era composta da un'unica navata che terminava in una stretta e profonda abside, che racchiude al centro l'altare maggiore e l'ambulacro.

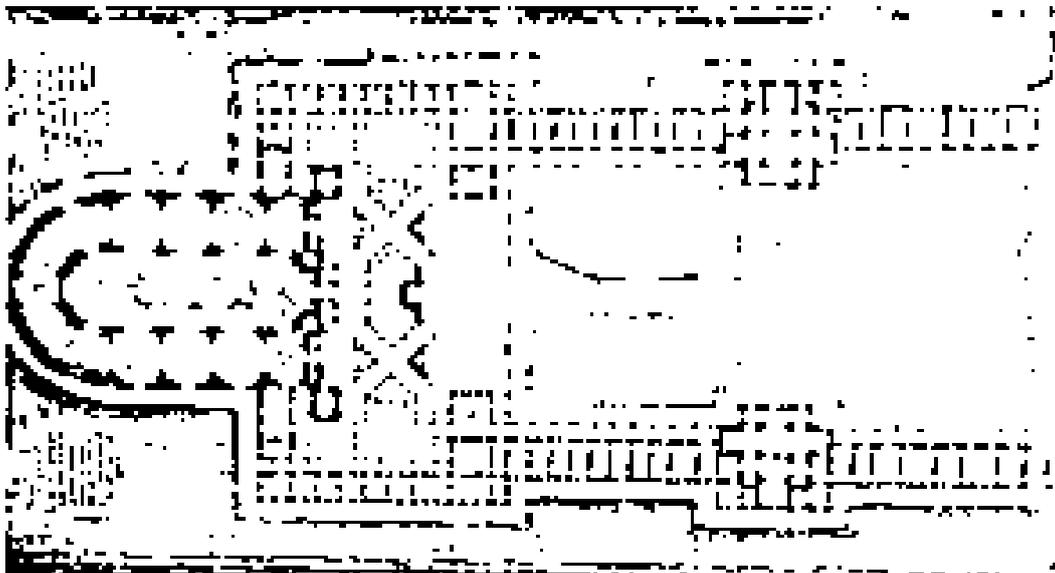


Figura 19 Progetto dell'Architetto Luigi Stratta: iconografia della pianta della chiesa. Il disegno è conservato in un quadro presso il Santuario di Oropa.

³¹ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

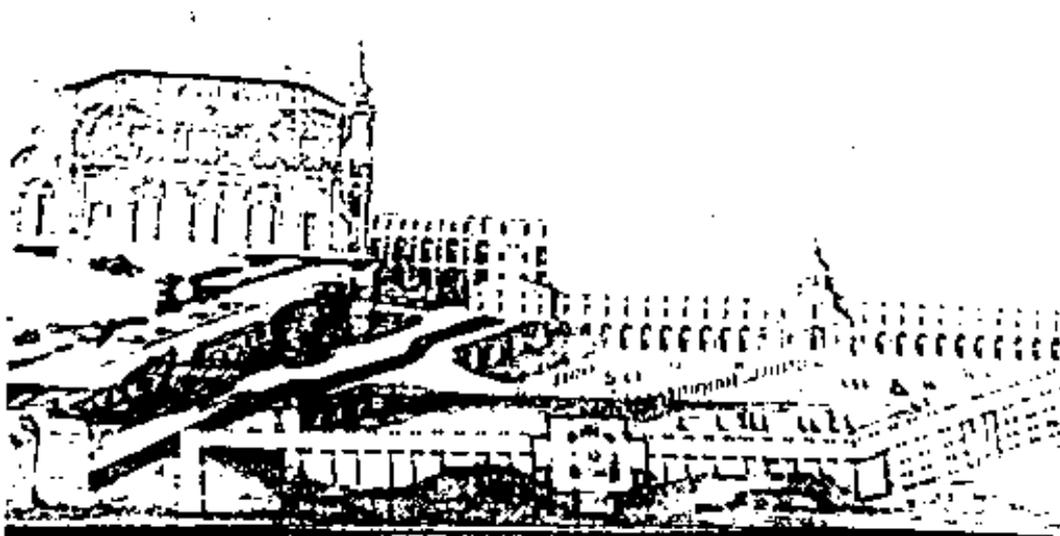


Figura 20 Progetto di Luigi Stratta: Taglio alla linea di mezzo dell'entrata del cortile. Il disegno è conservato in un quadro presso il Santuario di Oropa.

2.1.7 Progetto dell'architetto Luigi Canina del 1845/46³²

L'architetto Luigi Canina, durante un soggiorno a Torino nel 1845, venne invitato al Santuario di Oropa per eseguire un sopralluogo. Avendo stabilito di voler posizionare la Chiesa più a monte della manica Nord di Sant'Anna, l'architetto ne disegnò anche i collegamenti.

Il progetto venne completato nel 1846, e l'8 agosto 1864 fu portato in Quirinale dove ricevette la benedizione da Pio IX ed esposto al pubblico nella Galleria Borghese e in seguito fu portato a Civitavecchia, Genova e Torino dove venne esposto nuovamente al pubblico. Infine, fu nuovamente trasportato ad Oropa, dove tutt'ora conservato.

Il progetto del Canina fece grande successo in quanto curato nei minimi particolari e rispecchia le caratteristiche e lo stile unico delle Basiliche romane.

La Chiesa del Canina ha una lunghezza di metri 62, larghezza di metri 34, altezza alla volta di metri 20 e altezza al tetto esterno di metri 24. Come detto la collocazione della Basilica andava oltre la manica di Sant'Anna, ed era posta a circa 60 metri più a nord, e superava i 24 metri del terreno

³² Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

raggiungibile mediante una maestosa scalinata, che, come vedremo, sarà uno dei motivi per cui il progetto del Canina non venne concluso. Inoltre, la distanza tra la nuova e la vecchia chiesa non permetteva la creazione di un collegamento con il luogo di origine del Sacello.

La Basilica è suddivisa in tre navate e composta da dodici colonne in stile ionico in doppia fila. La navata centrale è ornata da tondi in mosaico e coperta da una volta a botte divisa a cassettoni, formando al centro del transetto una crociera sormontata da cupola non visibile dall'esterno.

Anche il porticato è composto da 12 colonne ioniche e da due campanili ai lati della facciata, con rosone centrale e mosaici sotto la cornice del timpano, dentro la quale viene raffigurata l'incoronazione della Vergine.

I lavori iniziarono con molto ritardo a causa di una malattia del Canina, che portarono ad una sua sostituzione a favore dell'ingegnere Montiroli.

Furono terminate il 21 settembre 1855 le fondazioni dei campanili, quello di destra con un'altezza di 4,50 metri, quello di sinistra di 0,79 metri, mentre il muro che doveva sorreggere le colonne della facciata aveva un'altezza di 0,76 metri.

I lavori procedevano molto lentamente, dovuto sia alla scarsa salute dell'architetto Canina, il quale morì il 17 ottobre 1856, sia alle difficoltà provocate dalle guerre di indipendenza, ma soprattutto per le critiche che vennero fatte sulla fattibilità del progetto della Chiesa.

Diverse sono le critiche mosse dalla Commissione nominata dall'Amministrazione del Santuario nel 1877, e possiamo riassumerle nei seguenti punti:

L'architettura del Santuario era molto differente dallo stile che il Canina aveva proposto per la costruzione della Chiesa Nuova e ciò rendeva la Chiesa in dissonanza con l'ambiente circostante;

Le mura e le numerose imponenti colonne occupavano veramente molto spazio: si stimava che l'area su cui doveva poggiare la chiesa potesse avere una capienza di circa 4000 persone, mentre si stimò che la costruzione di una chiesa con queste dimensioni e caratteristiche, potesse ospitarne solamente circa 1500. Ciò andava proprio in contraddizione con l'obiettivo primario della costruzione di una nuova chiesa, cioè permettere l'ingresso ad un numero sempre maggiore di visitatori;

Anche dal punto di vista estetico vi era qualche imperfezione in quanto la facciata sembrava schiacciata dai due campanili posti ai lati;

La Basilica, trovandosi in un punto così alto, era poco illuminata e con scarsa ventilazione;

La scalinata all'ingresso della Basilica era di eccessive dimensioni: essa misurava 45 metri di larghezza, 45 metri di lunghezza e contava 129 scalini, caratteristiche che la rendevano faticosa e molto pericolosa specialmente nella stagione invernale caratterizzata da neve e ghiaccio lungo essa.

Questi motivi portarono la Commissione ad abbandonare il progetto del Canina anche se iniziato, preferendo la realizzazione del progetto proposto dall'architetto Galletti.

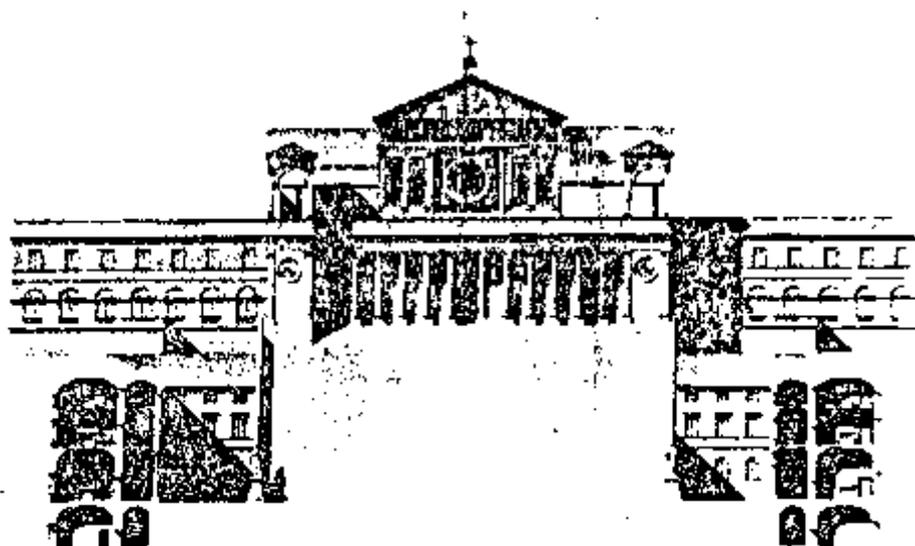


Figura 21 Progetto dell'architetto Luigi Canina: prospetto della Chiesa Nuova con grande scalinata antistante. Il disegno è conservato in un quadro presso il Santuario di Oropa.

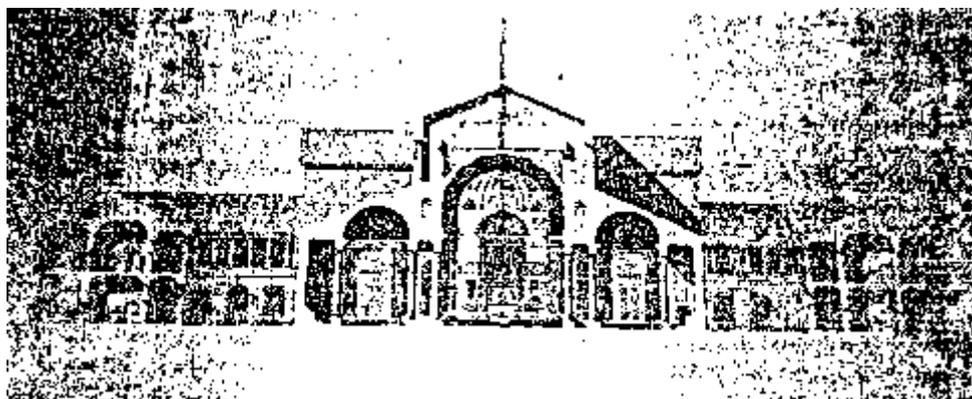


Figura 22 Progetto di Luigi Canina: Sezione Trasversale della Chiesa Nuova di Oropa. Il disegno è conservato in un quadro presso il Santuario di Oropa.

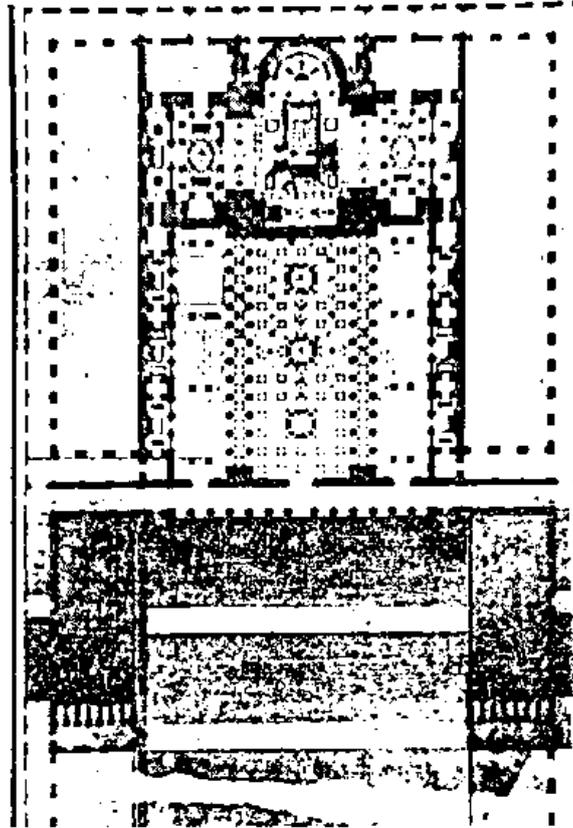


Figura 23 Progetto di Luigi Canina: pianta della Chiesa Nuova con Portici, Sagrestia, campanili e scalinata antistante. Il disegno è conservato in un quadro presso il Santuario di Oropa.

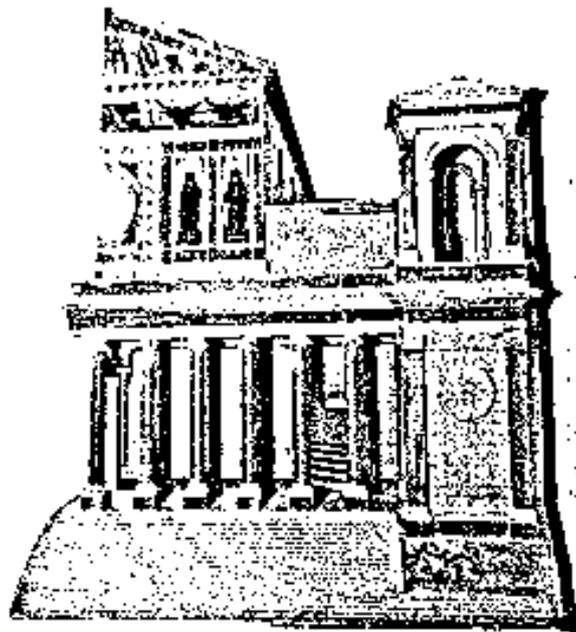


Figura 24 Progetto di Luigi Canina: dettaglio del portico con facciata e campanile della Chiesa Nuova di Oropa.

2.1.8 Progetto dell'architetto Alessandro Antonelli del 1870 ³³

Il progetto della chiesa d'Oropa eseguito dall'architetto Antonelli nel 1870 sembra sia stato fatto senza nessun incarico ufficiale, ma per voler far vedere ad un suo allievo che lavorava al progetto di Canina, le mancanze e carenze di tale progetto.

Non si sa ancora come il progetto sia giunto ad Oropa e nemmeno se esso sia stato esaminato dalla Commissione nominata dall'Amministrazione d'Oropa nel 1877.

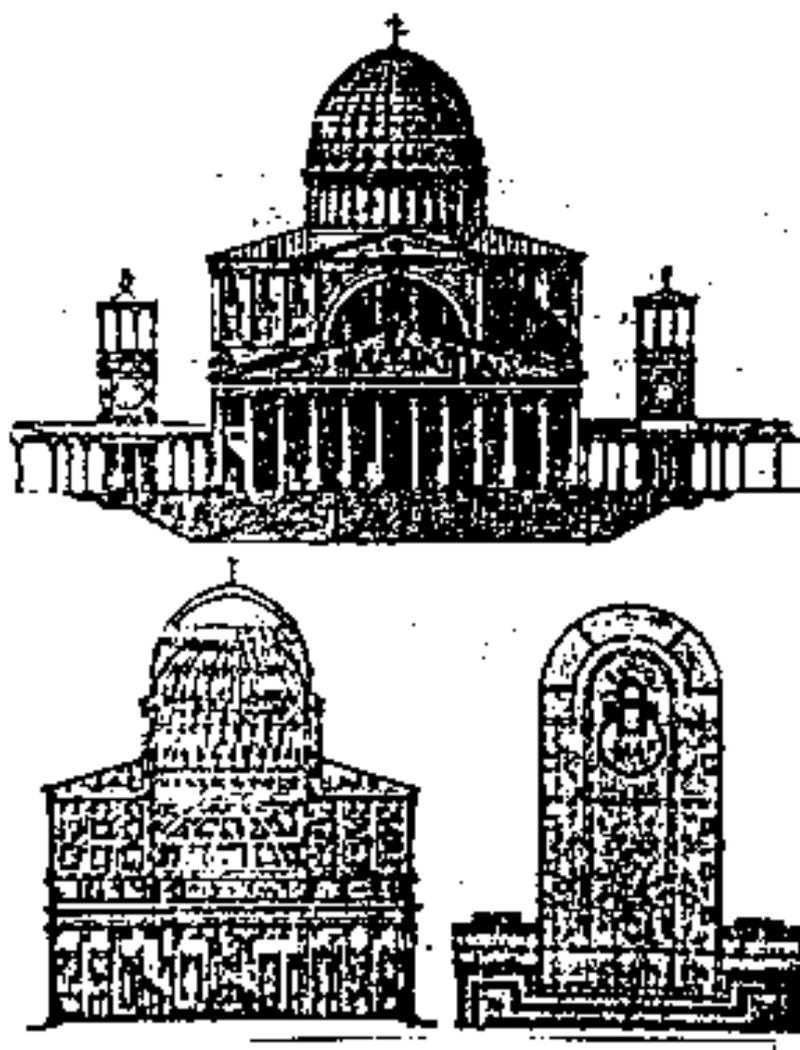


Figura 25 Progetto dell'Architetto Alessandro Antonelli: Chiesa Nuova, Pianta, Prospetto e Spaccato.

³³ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

2.1.9 Progetto dell'architetto Giuseppe Locarni del 1875³⁴

Il geometra Giuseppe Locarni, nato a Prarolo il 22 gennaio 1826, noto per la sua fama, venne invitato dal Canonico Rettore Demarchi per fare alcune osservazioni sui progetti eseguiti fino allora sulla Chiesa d'Oropa, facendogli compilare una relazione con le sue opinioni e critiche nei progetti passati e facendogli presentare insieme ad esso un suo personale progetto.

Il progetto e la relazione, così come promesso, furono terminati e inoltrati nel 1875.



Figura 26 Progetto dell'Architetto Giuseppe Locarni: Prospetto della Chiesa Nuova.

³⁴ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

2.1.10 Progetto dell'architetto Enrico Terzaghi del 1876 ³⁵

Ricevuti tutti i progetti fin qui citati e descritti, l'amministrazione d'Oropa non era ancora soddisfatta e convinta del progetto che dovesse essere eseguito, riprendendo quindi gli studi per decidere quale fosse il progetto da eseguire presso il Santuario.

Le critiche al progetto del Canina portarono l'amministrazione a ricorrere ad uno dei più conosciuti e brillanti architetti di quell'epoca, chiamando in causa, l'anno successivo al progetto del Locarni, l'architetto Enrico Terzaghi, il quale si distinse nella città di Milano per le sue ampie capacità e per il suo gusto artistico.

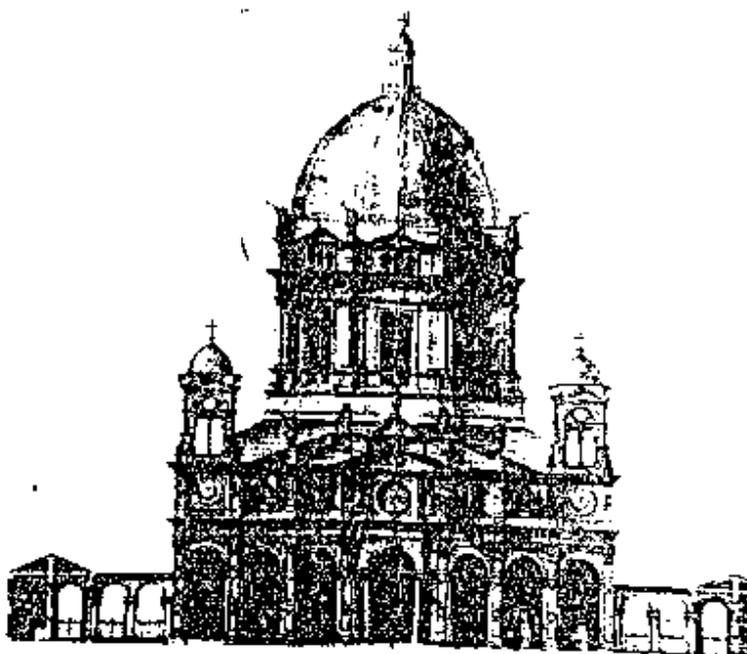


Figura 27 Progetto di Enrico Terzaghi: disegno raffigurante la facciata della Chiesa di Oropa con rapporto di 1 a 100 per metro.

³⁵ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

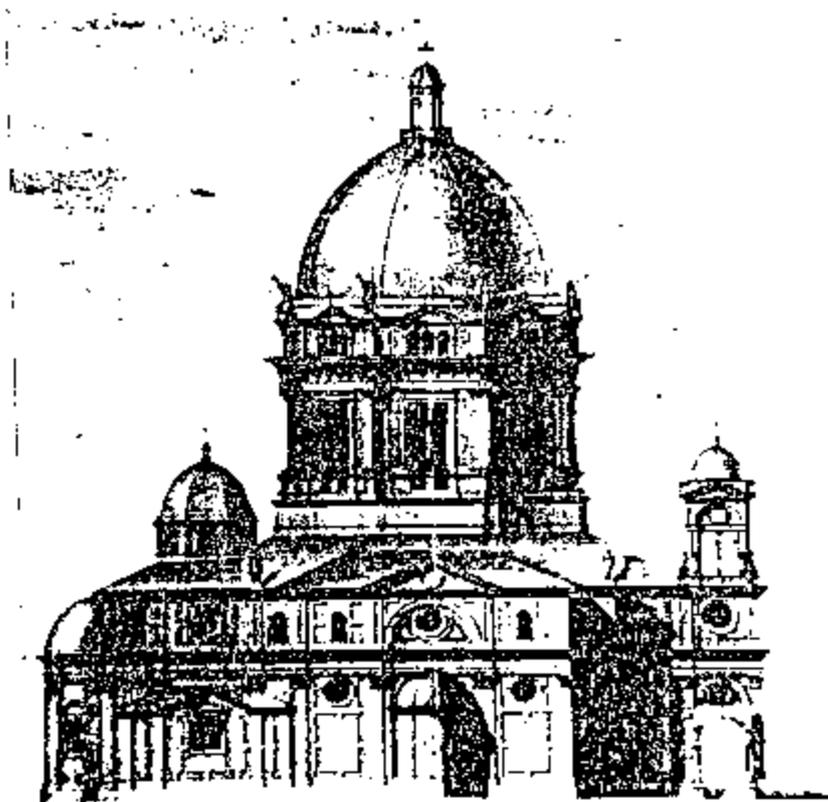


Figura 28 Progetto di Enrico Terzaghi: Disegno raffigurante il fianco della Chiesa di Oropa con rapporto di 1 a 100 per metro. Il disegno è conservato in un quadro presso il Santuario di Oropa.

2.2 I progetti per l'ultimazione della Chiesa Nuova: le ultime opere dell'ingegnere Ferroggio, Caselli e dell'architetto Bonora (1879-1939)³⁶

Come visto nei paragrafi precedenti, il progetto scelto dalla Commissione nominata dall'Amministrazione di Oropa fu quello dell'architetto Galletti.

Ad esso dovevano però essere applicate delle modifiche che proponevano la costruzione della Chiesa più a nord della manica di Sant'Anna e l'ampliamento delle sue dimensioni proprio perché la maggior lontananza del luogo di costruzione, rispetto a quanto previsto dal progetto di Galletti, rendeva prospetticamente più piccola la Chiesa Nuova. La maggior dimensione avrebbe inoltre aumentato la massima capienza dei devoti che potevano accedere alla Chiesa durante le visite e le cerimonie,

³⁶ Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

problema che si accentuava sempre più nel tempo visto la sempre maggiore affluenza dei pellegrini ad Oropa.

Le modifiche proposte ai progetti originari di Galletti furono inizialmente compiute dall'ingegnere Giovanni Battista Feroggio con la consulenza degli architetti Boito, Franco e Ceppi facente parti della Commissione nominata dall'Amministrazione d'Oropa.

Le dimensioni della Chiesa Nuova riportate negli elaborati di Feroggio risultano essere:

Lunghezza 98,00 metri;

Diametro interno della rotonda maggiore 34,10 metri;

Diametro del tamburo della cupola 32,00 metri (quelli previsti dall'architetto Galletti erano di 24,00 metri)

Diametro interno della rotonda minore 29,70 metri.

Altezza totale del pavimento fino alla sommità della cupola 100,00 metri.

Una delle problematiche che doveva essere risolta prima della costruzione della Chiesa Nuova era il punto del terreno su cui essa doveva poggiare. Il luogo scelto sembrava essere ideale, in quanto risultava essere pianeggiante ed uniforme. La posizione scelta su cui costruire la Chiesa era a circa 180 metri più a nord rispetto a quello previsto dal progetto del Galletti e ad un'altezza di oltre 30 metri.

Il problema è che quel terreno idealmente perfetto era attraversato dal torrente di Oropa, per cui si decise ugualmente di procedere ai lavori, ma deviando prima il corso del torrente.

Una volta deviato, si iniziò con la costruzione della Chiesa; il 1° giugno del 1885 venne celebrata la cerimonia per la posa della prima pietra, dando così inizio ai lavori di costruzione.

Si iniziò con le fondazioni dell'atrio e della facciata, con i rispettivi muri e colonne di altezza 7,15 metri. Dopo qualche anno di arresto dei lavori, nel 1913 l'altezza del cornicione era giunta ad un'altezza di circa 20 metri. Si cercò di velocizzare i lavori, anche grazie all'ingente somma di denaro offerta in eredità dall'ingegnere Andrea Maggia in vista della celebrazione della quarta centenaria incoronazione del 1920.

Di seguito vengono riportate le immagini raffiguranti i progetti dell'Ingegnere Feroggio.

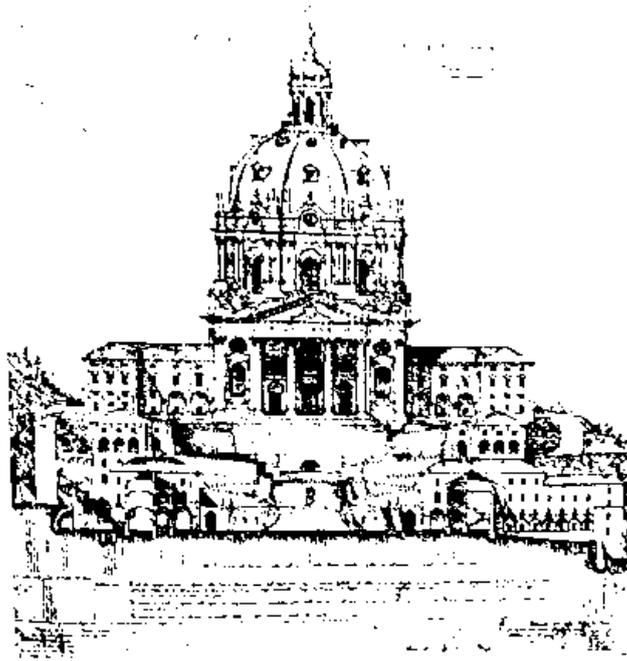


Figura 29 Progetto di Giovanni Feriggio: prospetto frontale della Chiesa Nuova rappresentato con scala 1:250. Il disegno è conservato presso il Santuario di Oropa.

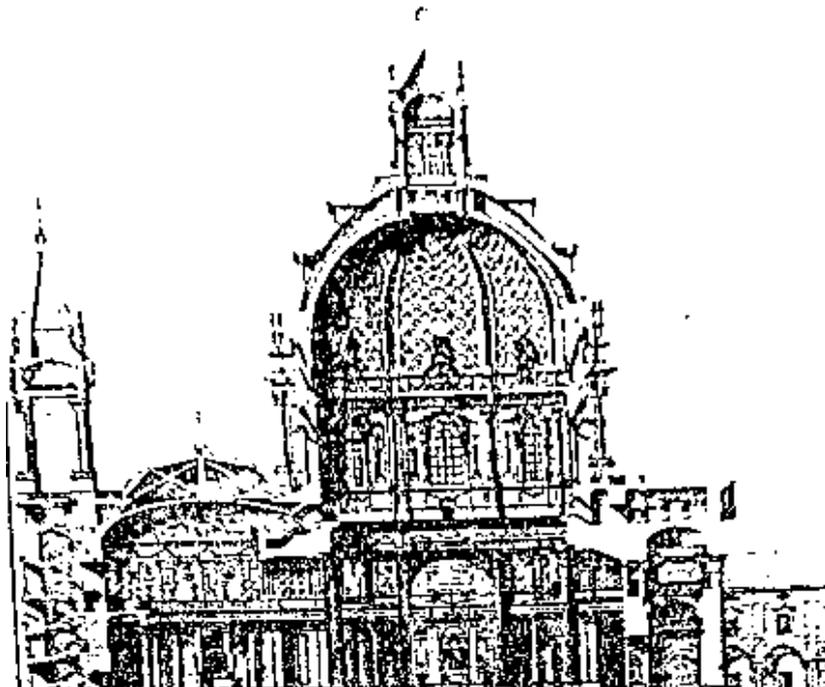


Figura 30 Progetto dell'Ingegnere Giovanni Battista Feroggio: veduta interna della Chiesa Nuova.

A seguito dei festeggiamenti venne completata la seconda rotonda, coperta con una calotta di rame su un'intelaiatura lignea. Venne poi costruito il campanile retrostante e quasi ultimata la facciata, il grande piazzale e la gradinata che dava accesso alla Chiesa.

I lavori di costruzione della grande cupola non vennero però fino ad allora iniziati; il primo architetto chiamato ad Oropa per studiare in che modo costruire la cupola fu l'architetto Crescentino Caselli.

Egli fu invitato ad Oropa nel 1916 per esprimere dei pareri e suggerimenti sui progetti del Galletti, focalizzandosi principalmente sulla costruzione della Chiesa.

Nei progetti da lui presentati mantenne la pianta del Galletti, dissociandosi però da esso sui progetti della cupola. Le cupole presentate dall'architetto Caselli si rifacevano ad uno stile antonelliano, utile per facilitare la costruzione della cupola e per alleggerirne il peso.

I progetti del Caselli non convinsero però l'Amministrazione d'Oropa, tant'è che furono presto abbandonati e non più presi in analisi.

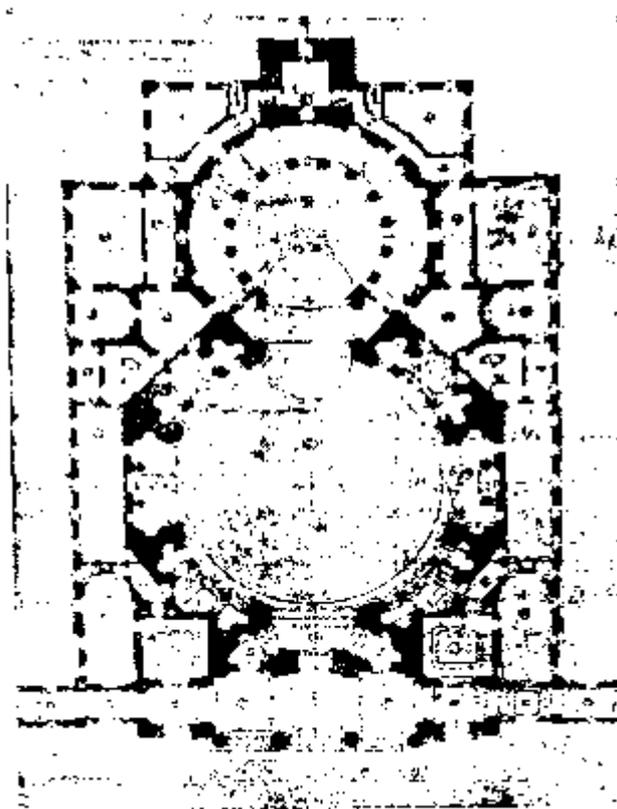


Figura 31 Progetto dell'Architetto Crescentino Caselli: pianta della Chiesa Nuova con scala 1:250.

Dopo un'ulteriore sospensione dei lavori, sia per difficoltà economiche che tecniche, il 3 ottobre 1936 l'amministrazione di Oropa dichiarò che i lavori potevano nuovamente procedere grazie a nuove possibilità finanziarie e tecniche ottenute.

Furono affidate all'architetto Pietro Paola Bonora la parte architettonica della cupola mentre all'ingegnere Amilcare Cucco venne affidata la parte tecnica.

L'architetto decise di rendere la cupola maggiormente stabile impostandola non più sui muri perimetrali ma sulle otto colonne di pietra interne alla Chiesa, poi sostituite con altre in cemento armato e con nuove fondazioni che davano una maggiore stabilità. I lavori delle nuove fondazioni delle colonne che sostengono la cupola formarono una nuova stanza, trasformata in cripta, in memoria dei defunti devoti ad Oropa, i cui nomi vennero incisi lungo i marmi delle pareti.

La cupola così pensata dall'architetto era ideata secondo lo stile classico ed essa poggiava su un tamburo composto da colonne binate e alternate da finestroni, sopra i quali vi sono delle aperture ad occhio e termina con una lanterna che riassume le linee principali della cupola.

Per il completamento dei lavori occorreva inoltre terminare la rotonda minore. Fu sostituita la copertura ormai deteriorata, in quanto costruita da più di trent'anni, e venne armonizzata lo stile architettonico della rotonda minore con quello della rotonda maggiore.

Terminati questi ultimi lavori, la consacrazione della Chiesa avvenne nell'agosto del 1960, come inciso nella lapide situata all'interno dell'ingresso laterale del lato destro, mentre nella lapide dell'ingresso di sinistra vi è riassunta brevemente la storia della costruzione della Chiesa.

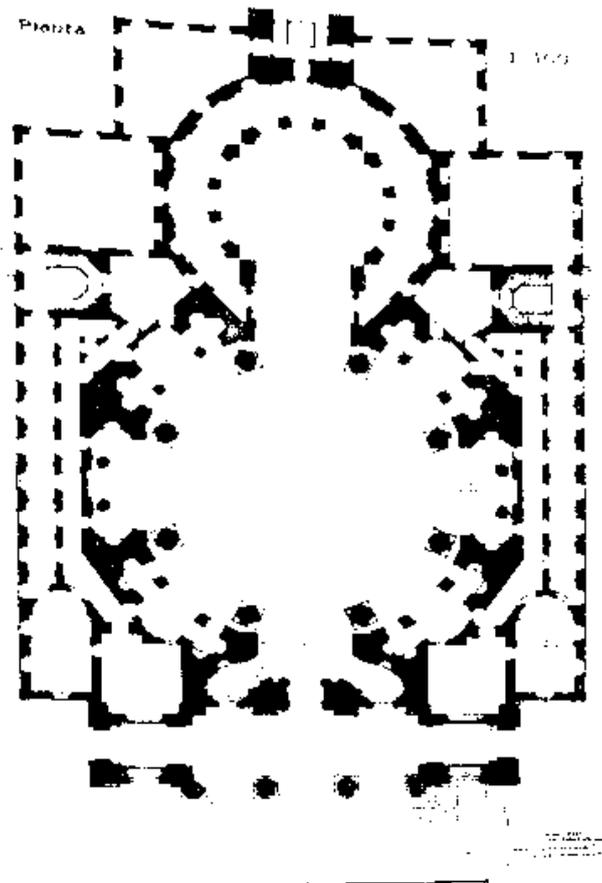


Figura 32 Progetto dell'Architetto Pietro Paolo Bonora: Progetto della pianta della Chiesa Nuova, con modifiche apportate al progetto iniziale del Galletti. Figura realizzata con scala 1:100 e conservata presso il Santuario di Oropa.

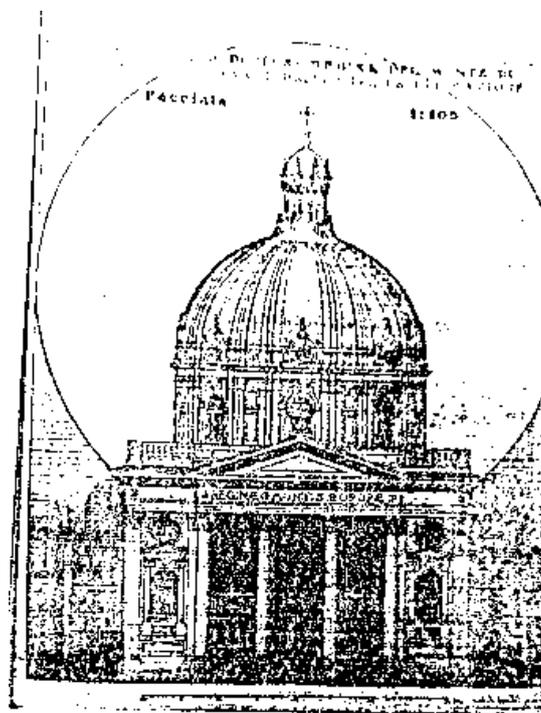


Figura 33 Progetto di Pietro Paolo Bonora: facciata del Santuario di Oropa. Realizzato con scala 1:100 e conservato presso il Santuario di Oropa.

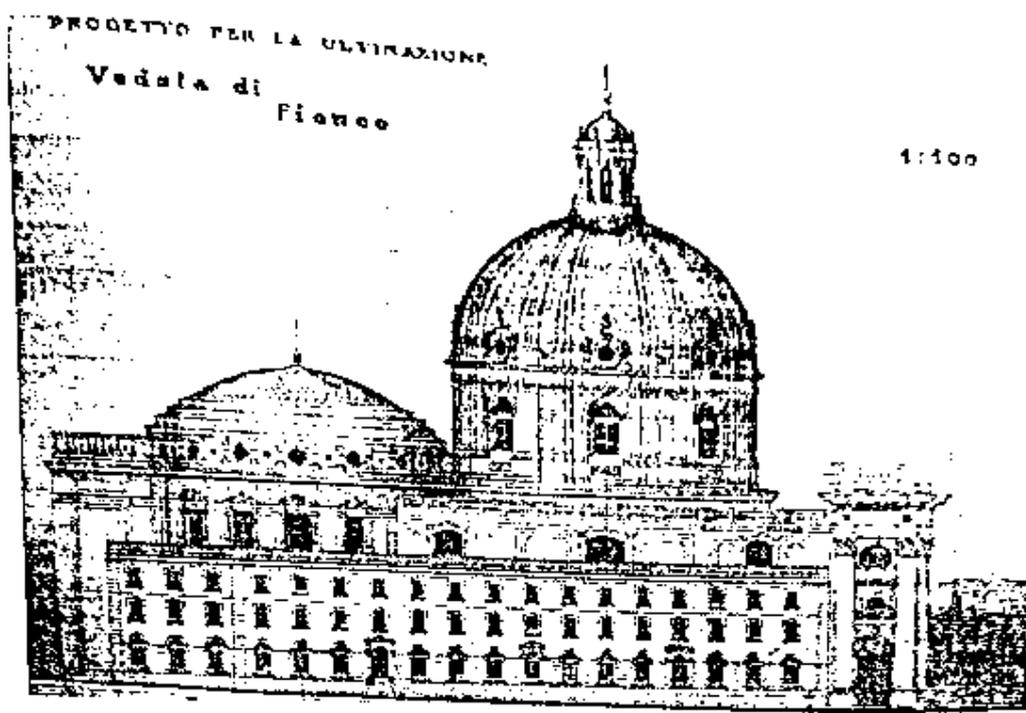


Figura 34 Progetto realizzato dall'Architetto Paolo Bonora: veduta dal lato del Santuario di Oropa. Progetto realizzato in scala 1:100 e conservato presso il Santuario d'Oropa.

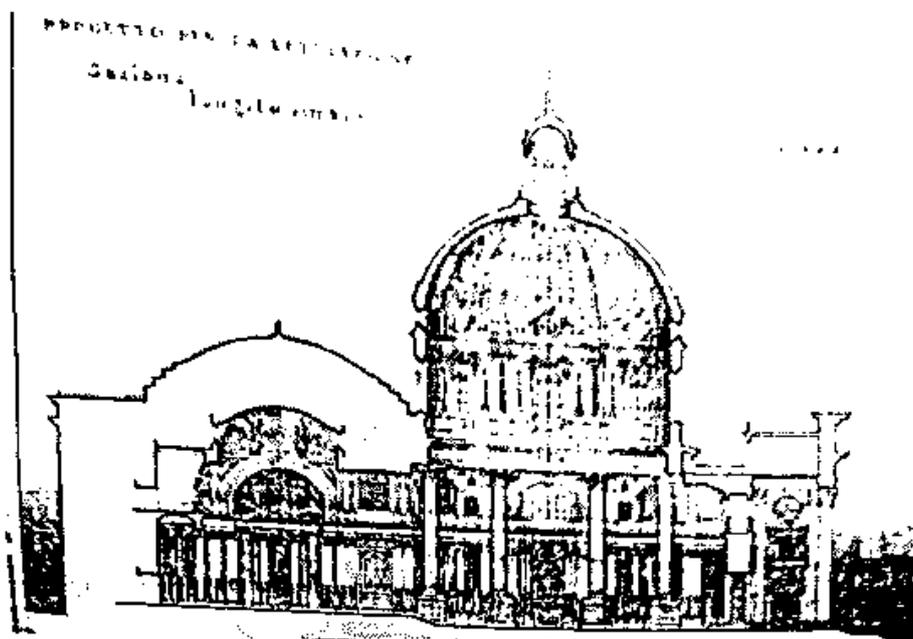


Figura 35 Progetto realizzato dall'Architetto Paolo Bonora: sezione longitudinale del Santuario di Oropa. Progetto realizzato in scala 1:100 e conservato presso il Santuario d'Oropa.

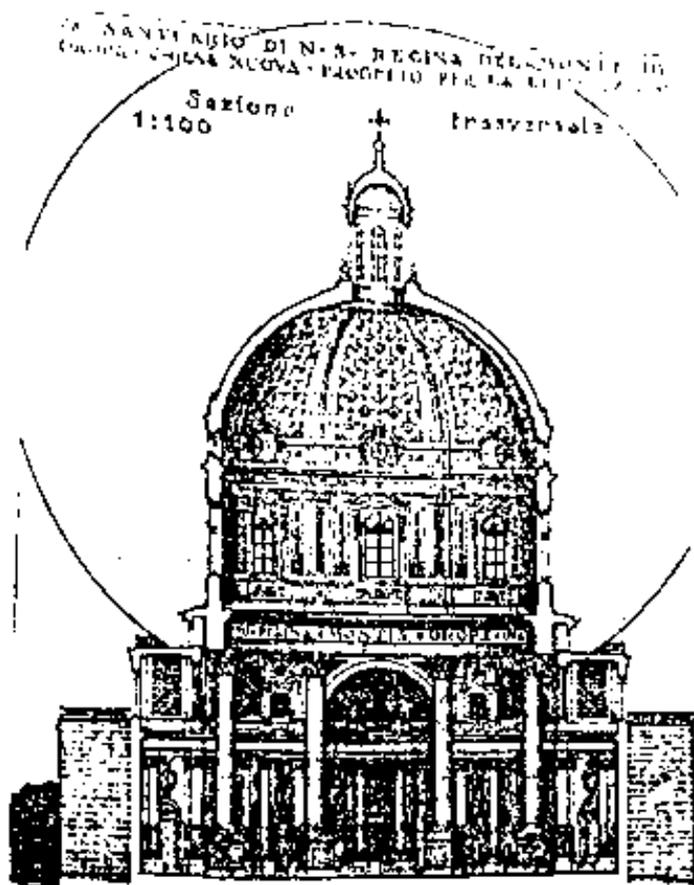


Figura 36 Progetto realizzato dall'Architetto Paolo Bonora: facciata del Santuario di Oropa. Progetto realizzato in scala 1:100 e conservato presso il Santuario d'Oropa.

3. Modellazione geometrica e meccanica del Santuario

3.1 Definizione del modello geometrico del Santuario di Oropa

La modellazione geometrica del Santuario di Oropa è stata ottenuta a partire dai documenti progettuali reperiti dall'archivio del Santuario. A seguito del periodo storico in cui è stata concepita nel 1776 e poi realizzata a partire dal 1938, i progetti originali (planimetria e sezioni) sono di natura cartacea. Pertanto, ai fini della realizzazione del modello geometrico (modello su cui si basano le successive analisi condotte con il programma Ansys), il punto di partenza è stato la digitalizzazione dei documenti. Tale fase è stata realizzata per mezzo di foto ottenute mantenendo il più possibile l'ortogonalità della camera nei confronti dei documenti originali. A seguito delle distorsioni geometriche a cui sono soggette le foto scattate da un punto di ripresa non ottimale, il passo successivo consiste nell'operazione di fotoraddrizzamento, effettuato tramite il programma RDF³⁷. Il fotoraddrizzamento è una tecnica che permette di ottenere, per la foto considerata, una prospettiva centrale a partire da una prospettiva generica. Questo è possibile grazie al ricampionamento dell'immagine che passa da una proiezione prospettica generica ad una proiezione prospettica ad un punto di fuga (relativo alla direzione perpendicolare al piano di raddrizzamento). L'immagine così ottenuta viene quindi depurata dagli errori di distorsione geometrica derivanti dalla non perfetta ortogonalità tra la camera e l'oggetto che si vuole digitalizzare. Viene di seguito riportato il processo di fotoraddrizzamento della planimetria (pianta) in scala 1:100 e degli altri elementi, utili per la definizione del modello geometrico 3D. Le operazioni eseguite per il fotoraddrizzamento tramite RDF sono:

³⁷ Software sviluppato dal Laboratorio di fotogrammetria CIRCE dell'università di Venezia

1. Caricamento dell'immagine da raddrizzare:

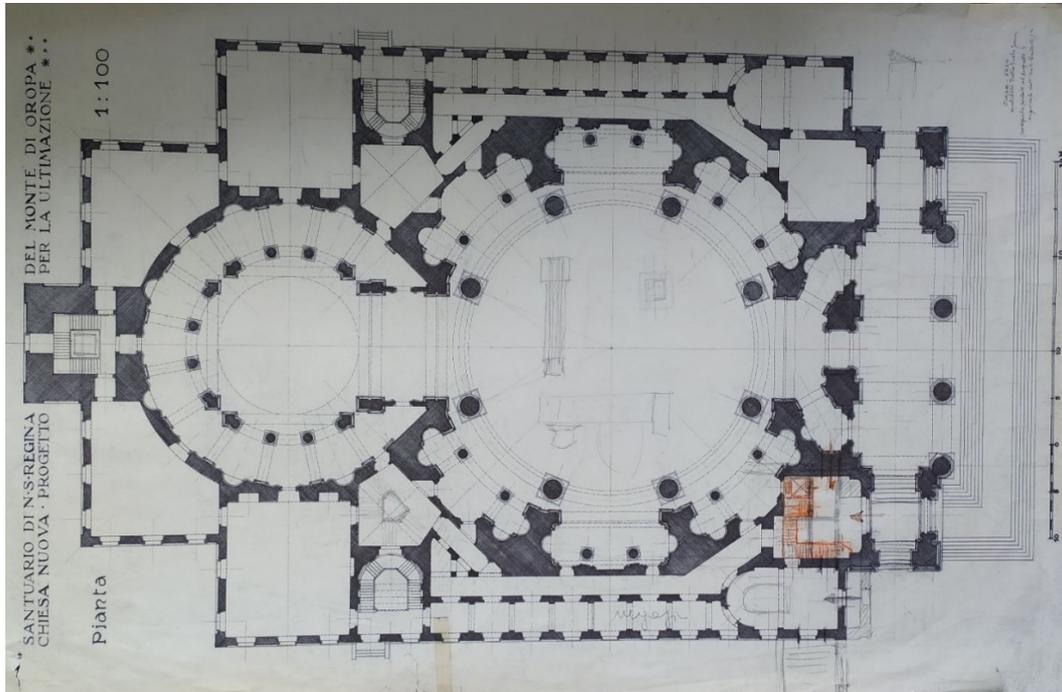


Figura 37: Pianta sezione 1:100 da fotoraddrizzare

2. Definizione delle rette orizzontali e verticali:

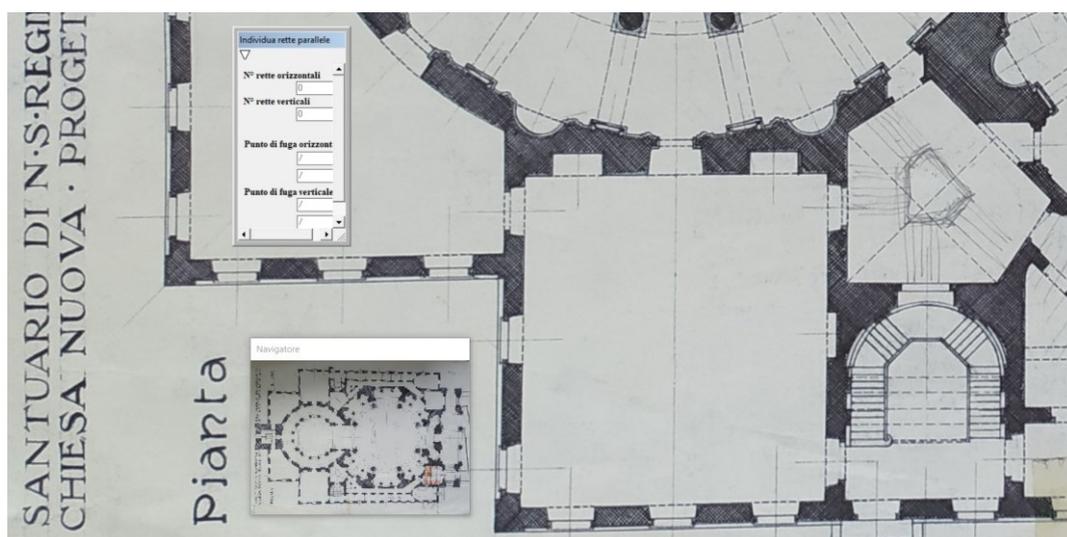


Figura 38: Definizione rette orizzontali e verticali

La definizione di tali rette permette di definire i parametri della trasformazione e il punto di fuga orizzontale e verticale che per l'immagine considerata risulta:

$$\text{Punto di fuga orizzontale:} \quad \left\{ \begin{array}{l} 51877,005 \\ 1537,585 \end{array} \right.$$

$$\text{Punto di fuga verticale:} \quad \left\{ \begin{array}{l} -210,792 \\ 242083,72 \end{array} \right.$$

$$\text{Parametri per la trasformazione:} \quad \left\{ \begin{array}{l} aa1 = 150.69047 \\ aa2 = 3.38487 \\ bb1 = 0.07664 \\ bb2 = 21.69760 \\ cc1 = 952.49023 \\ cc2 = 2014.96618 \end{array} \right.$$

Viene di seguito riportato l'output dei parametri sopra citati forniti dal software RDS

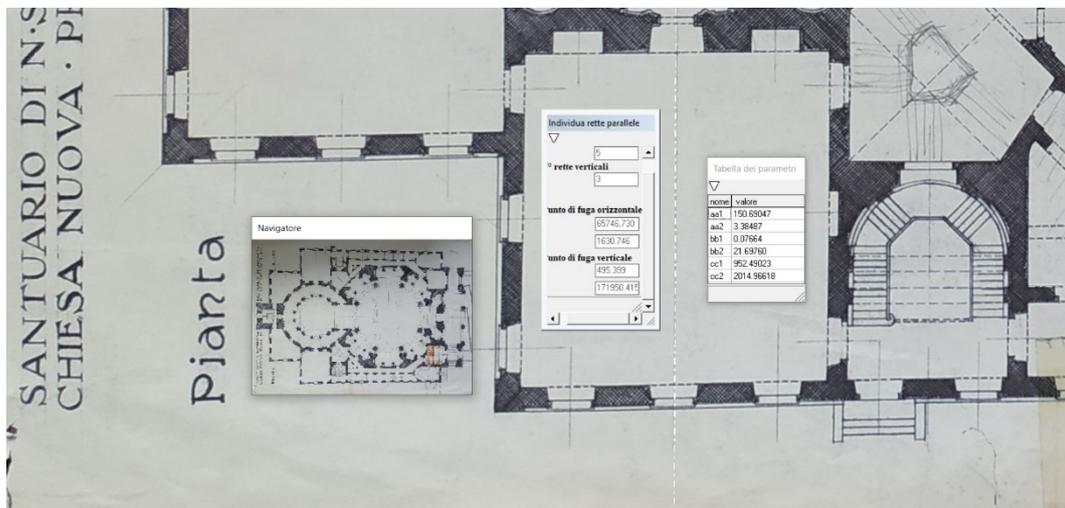


Figura 39: Punti di fuga e parametri di trasformazione

3. Selezione area di ricampionamento:

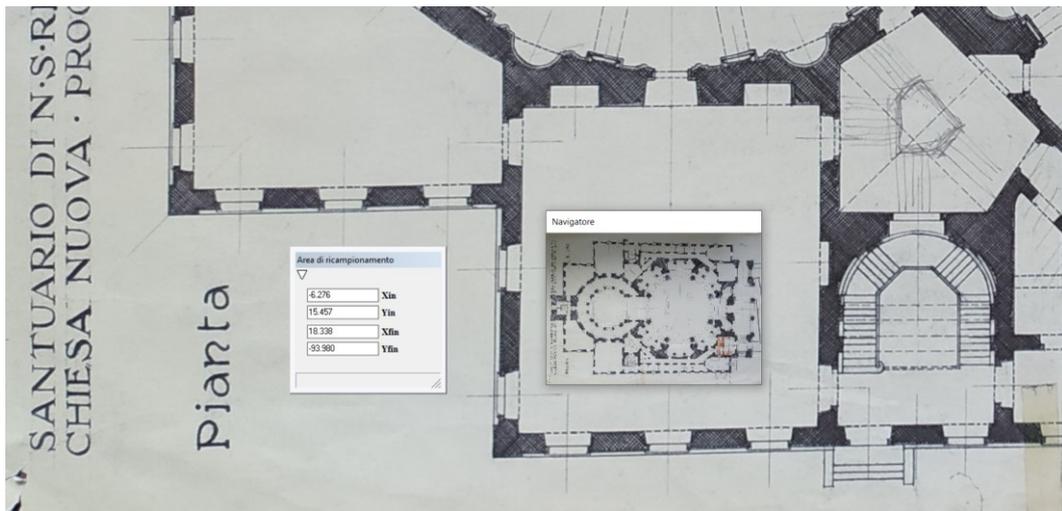


Figura 40: Definizione area di ricampionamento

Area di ricampionamento:

$$\begin{cases} X_{in} = -6.276 \\ Y_{in} = 15.457 \\ X_{fin} = 18.338 \\ Y_{fin} = -93.980 \end{cases}$$

4. Definizione dell'interpolazione che consente il raddrizzamento dell'immagine e del fattore di scala per le dimensioni X e Y:

È possibile definire il tipo di interpolazione con il quale il programma effettua il fotoraddrizzamento e per il caso in esame è stata scelta l'interpolazione bilineare che risulta più accurata rispetto a quella lineare. Come ultimo input occorre definire il rapporto x/y, che viene definito inserendo nel programma delle misure reali (misure ottenute tramite sopralluogo al Santuario di Oropa).

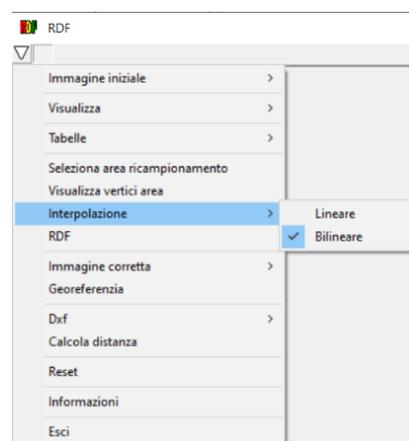


Figura 41: Definizione tipologia di interpolazione

5. Restituzione dell'immagine fotoraddrizzata:

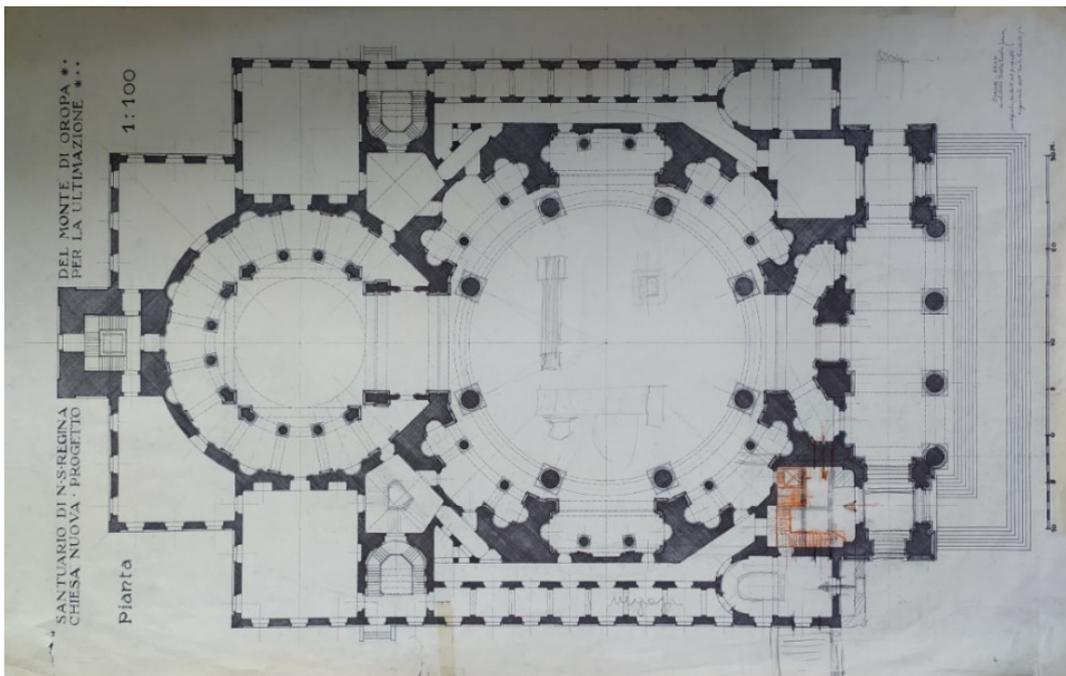


Figura 42: Planimetria fotoraddrizzata

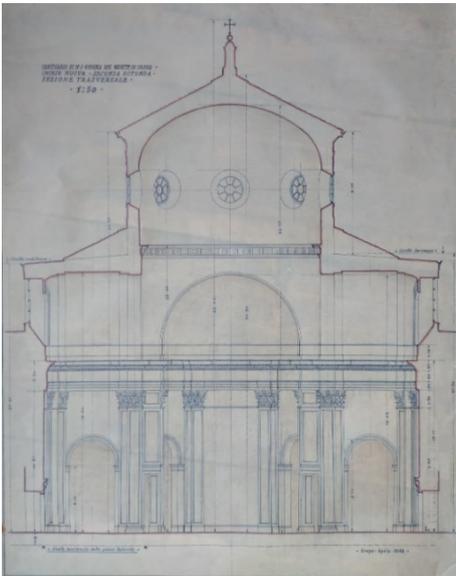
Tramite l'immagine fotoraddrizzata è stato possibile definire le dimensioni planimetriche della Chiesa Nuova. Tali dimensioni insieme alle grandezze altimetriche hanno permesso di definire il modello geometrico 3D della Chiesa Nuova. Vengono di seguito riportati gli ulteriori elementi utili alla definizione del modello geometrico 3D.



Figura 43: Sezione trasversale Cupola Maggiore

La Figura 43 mostra la sezione trasversale della Cupola maggiore. Come è possibile osservare è riportata la scala metrica, il quale ha permesso tramite il software Autocad di ottenere le dimensioni in metri delle colonne (2 m) che sostengono la Cupola Maggiore, della Trabeazione (2.65 m), dello spessore murario del macroelemento Tamburo (1m), lo spessore della calotta della cupola maggiore (1m). Ha permesso di definire geometricamente il macroelemento lanternino avente piano di imposta della cupola (6m) e raggio

(2.5m). Infine ha permesso di definire l'altezza massima della Cupola maggiore e quindi della Chiesa Nuova (78,64 m, misura riferita al piano del pavimento).



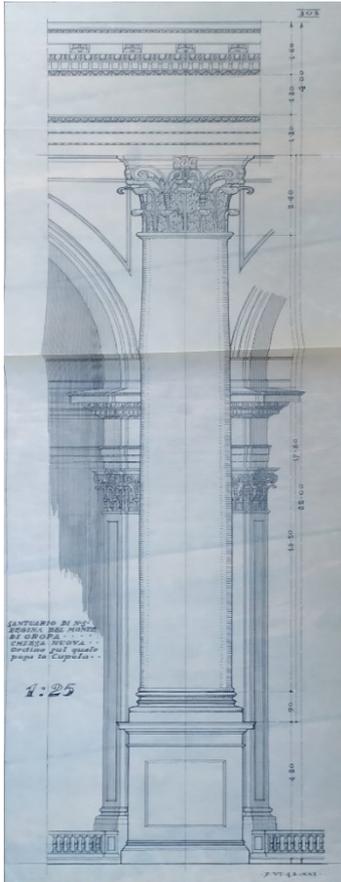
La Figura 44 mostra la sezione trasversale della Cupola Minore. Essa riporta tutte le grandezze geometriche che hanno permesso di definire le quote altimetriche e di definire le grandezze che definiscono le 4 volte a botte in corrispondenza dell'Altare della Chiesa Nuova.

Figura 44: Sezione trasversale Cupola Minore



La Figura 45 riporta la vista laterale della Chiesa Nuova, essa risale agli anni precedenti il 1956, quando vennero iniziati i lavori di sostituzione della copertura molto deteriorata e sostituita con l'odierna cupola minore rappresentata nella Figura 44. Tramite la vista laterale è stato possibile risalire alle altezze dei piani delle due ali laterali e risalire allo spessore dei solai in laterocemento.

Figura 45: Vista laterale (non riferita allo stato di fatto del Santuario)



Nella Figura 46, si riporta il particolare di una delle otto colonne che sostengono la Cupola Maggiore. Da tale immagine è stato possibile definire l'altezza della colonna in metri (22m), verificare la dimensione della Trabeazione definita tramite la sezione trasversale riportata nella Figura 43.

Figura 46: Colonna interna su cui poggia la Cupola Maggiore

Definite le grandezze planimetriche e altimetriche è stato ottenuto il modello 3D suddiviso in macro-elementi strutturali. I macro-elementi individuati sono:

- Basamento;
- Colonne sienite pronao;
- Orizzontamenti in latero-cemento;
- Tamburo;
- Contrafforti;
- Cupole;
- Lanternino.

Per ogni dei macro-elemento è stato definito un layer, procedura che come verrà esposto in seguito risulta utile per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali e per lo svolgimento dell'analisi di sensitività locale. Il modello geometrico 3D che ne risulta è di seguito riportato.

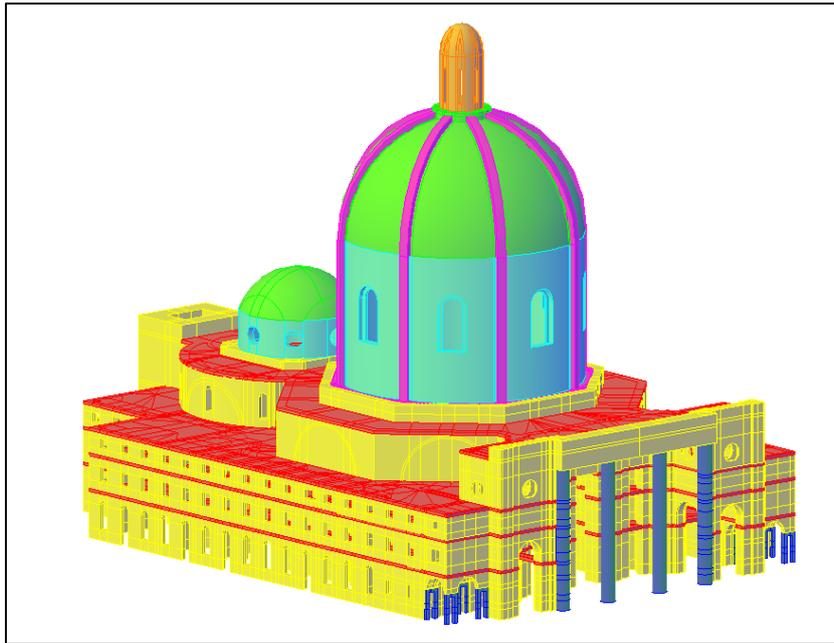


Figura 47; Modello geometrico 3D

Per il modello geometrico 3D così definito (Figura 48) è importante sottolineare che a seguito dell'impossibilità di effettuare sopralluoghi in situ, non risultano modellati alcune parti della struttura come è possibile vedere dalle figure 48 e 49.

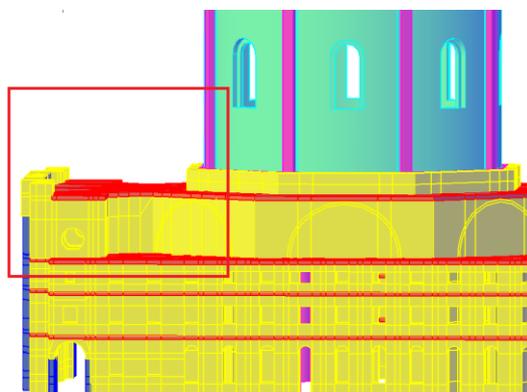
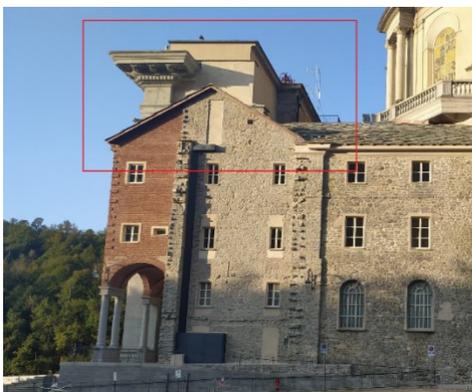


Figura 48: Parte anteriore della struttura non modellata

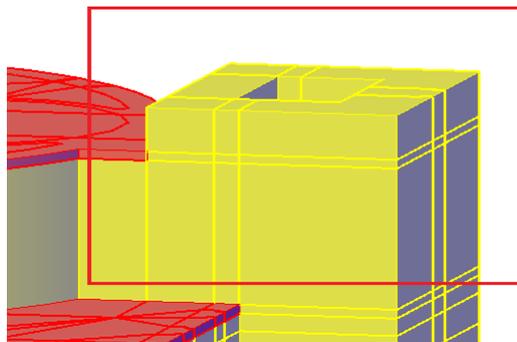
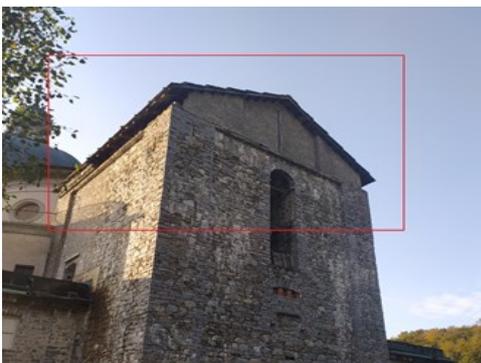


Figura 49: Parte posteriore della struttura non modellata

3.2 Modello agli elementi finiti (modello meccanico)

Successivamente alla definizione del modello geometrico 3D, l'obiettivo della tesi è la definizione del modello meccanico tramite il quale poter svolgere le analisi FEM. Pertanto, tutti i macro-elementi che costituiscono il modello geometrico 3D sono stati esportati in formato **Sat** e importati all'interno del programma di calcolo Ansys. La suddivisione dell'intero complesso strutturale in macroelementi (caratterizzati da un comportamento caratteristico e definiti da un unico materiale) presenta il vantaggio di poter intervenire sul modello meccanico in maniera specifica mantenendo inalterato il resto del modello.

Di seguito sono riportati le mesh dei singoli sat che hanno permesso l'importazione sul software Ansys dei macro-elementi che compongono l'intera struttura.

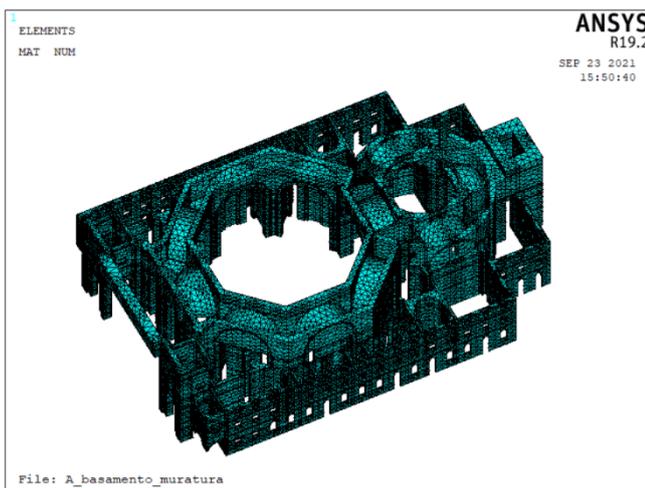


Figura 50: Sat Basamento in muratura

Nella Figura 50 viene riportato il sat relativo al macroelemento Basamento. Esso si sviluppa a partire dal piano terreno a quota $z = 0$ m, fino alla quota $z = 22$ m, quota in corrispondenza della quale a partire dalle otto colonne in cemento armato si sviluppa la Trabeazione.

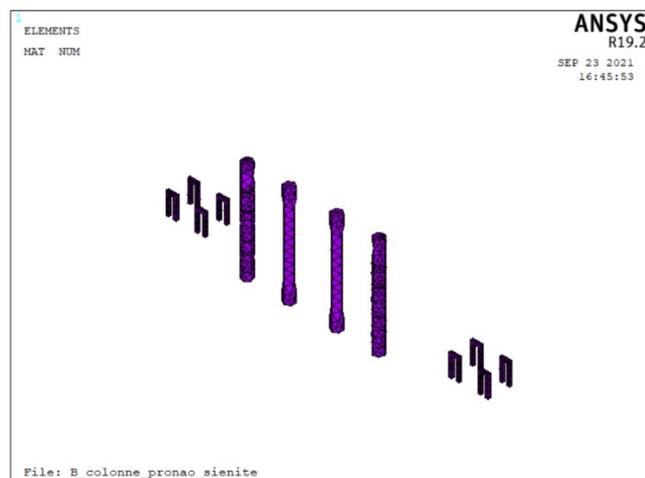


Figura 51: Sat Colonne in sienite

La Figura 51 riporta le quattro colonne del pronao che si sviluppano per un'altezza di 19,4 m e aventi raggio 1m, Vengono inoltre riportate le sedici colonne con i relativi elementi orizzontali (in sienite) che si trovano al di sotto delle due volte a botte da cui si sviluppano le due ali laterali

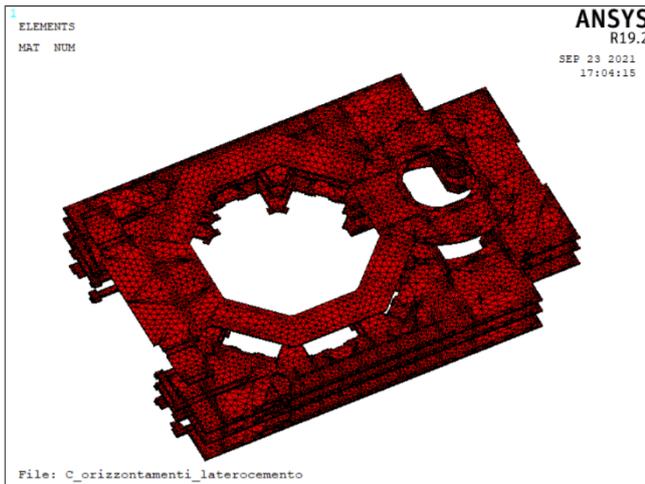
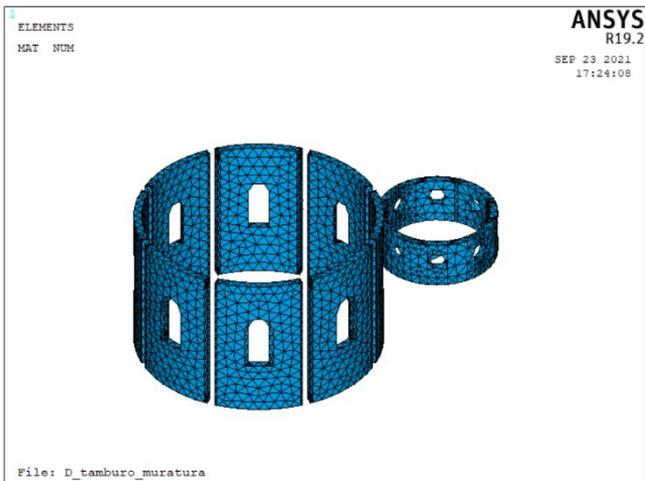


Figura 52: Sat Orizzontamenti in laterocemento

A fianco viene riportato il sat relativo agli orizzontamenti in laterocemento. Come è possibile osservare dalla Figura 52, i solai si sviluppano su 4 livelli. Dal punto di vista strutturale, essi permettono di distribuire l'azione sismica sui diversi elementi resistenti che caratterizzano la struttura.



In Figura 53 è riportato il macroelemento Tamburo. Storicamente la realizzazione del tamburo è dovuta alla necessità di rendere visibile la Cupola e di poter realizzare delle chiese a croce latina. L'estrusione verso l'alto della cupola grazie alla realizzazione del tamburo ha di fatto indotto alla definizione di un

sistema strutturale noto come sistema Cupola-Tamburo che risulta molto vulnerabile nei confronti dell'azione sismica.

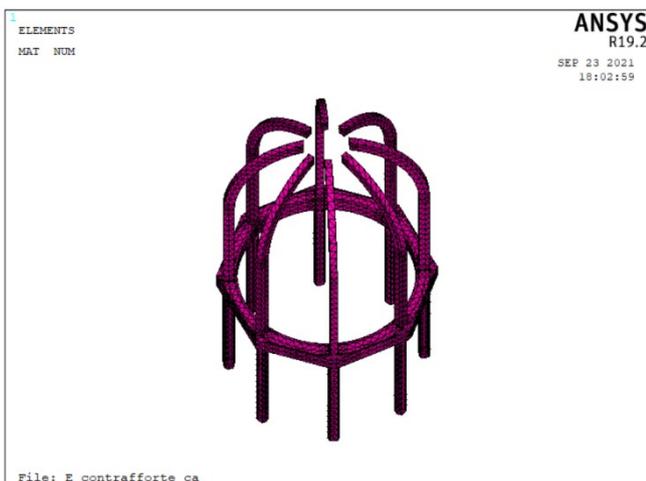


Figura 54: Sat Contrafforti in cemento armato

Nella figura accanto viene riportato il sat relativo al macroelemento Contrafforte. Il quale è costituito dalle otto colonne in cemento armato (raggio 1m e altezza 22m) che sostengono la Cupola Maggiore (Raggio 33m). In prosecuzione alle colonne e al di sopra della Trabeazione è possibile osservare le otto costolature costolature in cemento armato di

m 1,15 x 1,76, che dal punto di vista strutturale rappresentano un irrigidimento del sistema cupola tamburo nei confronti delle azioni orizzontali.

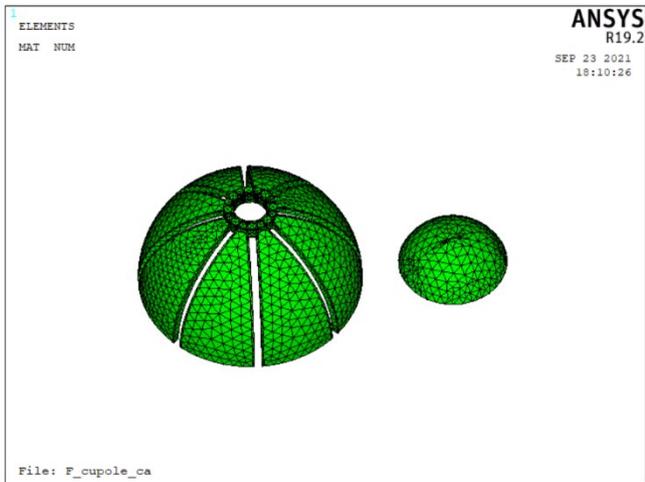


Figura 55: Sat Cupole in cemento armato

Il sat riportato in Figura 55, riporta le due cupole della Chiesa Nuova. Particolare interesse riveste la cupola Maggiore. Quest'ultima di raggio di 33 m e realizzata in cemento armato (si discosta dal punto di vista strutturale alle tecniche di realizzazione delle cupole in muratura) fa parte delle cupole in cemento armato più grandi al mondo. La cupola minore anch'essa realizzata in

cemento armato presenta invece un raggio di 7.5 m, motivo per cui lo studio del suo comportamento statico e dinamico è di secondo piano rispetto all'ambiziosa Cupola Maggiore.

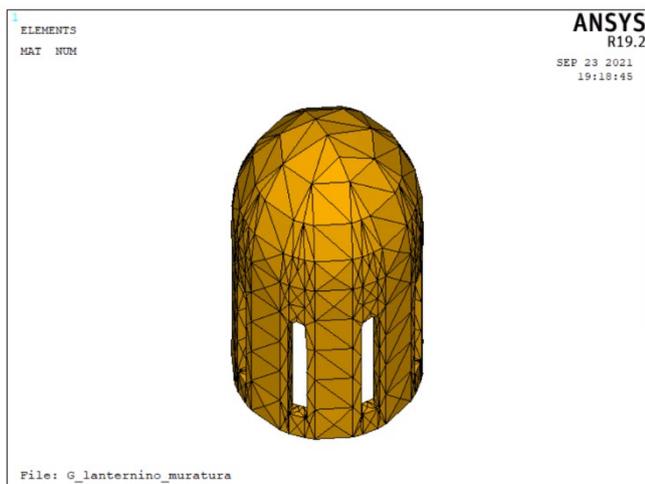


Figura 56: Sat Lanternino in muratura

La Figura 56 riporta il sat del Lanternino il quale rappresenta l'ultimo macroelemento che definisce l'intero sistema strutturale della Chiesa Nuova. Tale macroelemento dal punto di vista strutturale riveste molta importanza in quanto dalla la sua particolare snellezza rappresenta un elemento particolarmente vulnerabile nei confronti delle azioni orizzontali.

Avendo importato la geometria per macro-elementi dal software Autocad, la complessità riscontrata sul software Ansys è stata la corretta definizione della mesh, la quale deve essere tale da permettere ai vari elementi che costituiscono i singoli sat di collegarsi tra loro e inoltre deve essere tale da permettere il perfetto collegamento tra i singoli sat. Il perfetto collegamento di ogni singolo volume del modello FEM è stato possibile tramite complesse operazioni di tranciatura, effettuate durante la definizione del modello geometrico 3D. Terminata l'operazione di mesh definita pari a 1.5,

in Figura 41 è possibile osservare la perfetta coincidenza tra i nodi di tutti i volumi che presentano delle facce in comune. Questo si traduce in un modello meccanico globale in cui tutti i macro-elementi risultino perfettamente connessi tra loro.

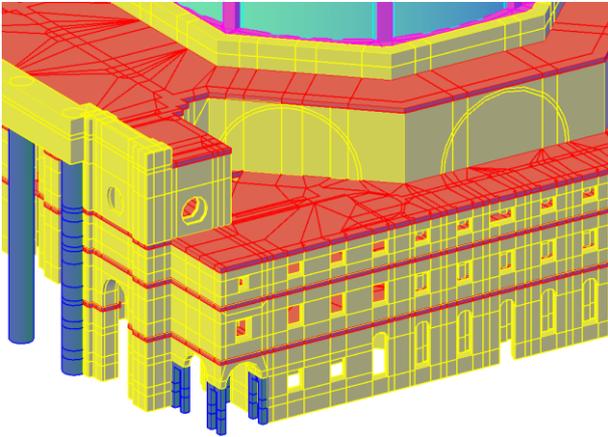


Figura 57: Operazione di taglio elementi solidi 3D su software Autocad

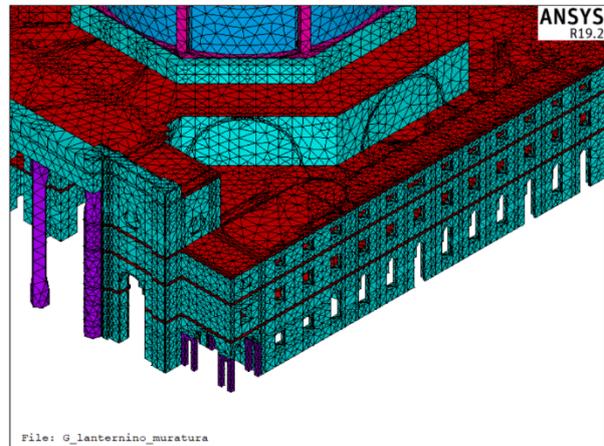


Figura 58: Particolare continuità mesh tra macro-elementi software Ansys

La verifica della robustezza del modello meccanico definito, è stata svolta su tre livelli.

1. **Controllo sull'analisi statica:** L'analisi statica condotta dal software Ansys prevede l'inversione della matrice di rigidezza. Se sono presenti dei termini di rigidezza nulli o comunque molto piccoli (rappresentano delle disconnessioni nel modello meccanico) durante l'operazione di inversione la matrice si instabilizza e quindi il programma non converge.
2. **Controllo tramite Analisi agli autovalori:** Gli autovalori devono essere strettamente maggiori di zero. Autovalori molto piccoli o uguali a zero significa che vi sono delle parti del modello molto deformabili o al limite vi sono dei moti rigidi (il modello presenta dei volumi non collegati e quindi non vincolati internamente e pertanto liberi di muoversi nello spazio).
3. **Controllo sulle forme modali:** È possibile avere degli autovalori e quindi frequenze che apparentemente sembrano corrette, ma ad esse sono associate delle forme modali non coerenti con i vincoli del modello che si vuole rappresentare.

Il modello meccanico definito a partire dal modello geometrico 3D soddisfa tutte e tre le verifiche per cui risulta validato.

Di seguito sono riportate le caratteristiche meccaniche dei materiali costituenti i singoli macro-elementi.

Macro-elementi	Materiale	Caratteristiche meccaniche		
		E [GPa]	ν	ρ [Kg/m ³]
BASAMENTO	MURATURA	4	0,25	1800
COLONNE PRONAO	SIENITE	60	0,25	2900
SOLAI	LATERO-CEMENTO	20	0,25	2200
TAMBURO	MURATURA	4	0,25	1800
CONTRAFFORTE	CEMENTO ARMATO	30	0,25	2500
CUOLA	CEMENTO ARMATO	30	0,25	2800
LANTERNINO	MURATURA	4	0,25	1800

Tabella 1: Caratteristiche meccaniche del modello meccanico

L'elemento utilizzato durante l'operazione di mesh dal software Ansys per la discretizzazione dei volumi importati da Autocad è l'elemento SOLID 185:

SOLID185

Questo elemento è utilizzato per la modellazione 3D di strutture solide. È definito da 8 nodi, ciascuno dei quali presenta 3 gradi di libertà: traslazione in direzione x, y e z. Tale elemento consente degenerazioni prismatiche, tetraedriche e piramidali in modo da poter discretizzare in modo efficace le regioni irregolari. Il sistema di coordinate di default fa riferimento alle direzioni globali.

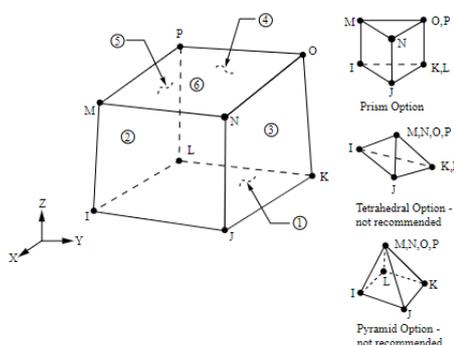


Figura 59: Elemento solid 185

Il modello meccanico che ne risulta è composto da 11.098 volumi, 638.111 elementi e 310105 nodi a cui corrispondono 930.315 gradi di libertà.

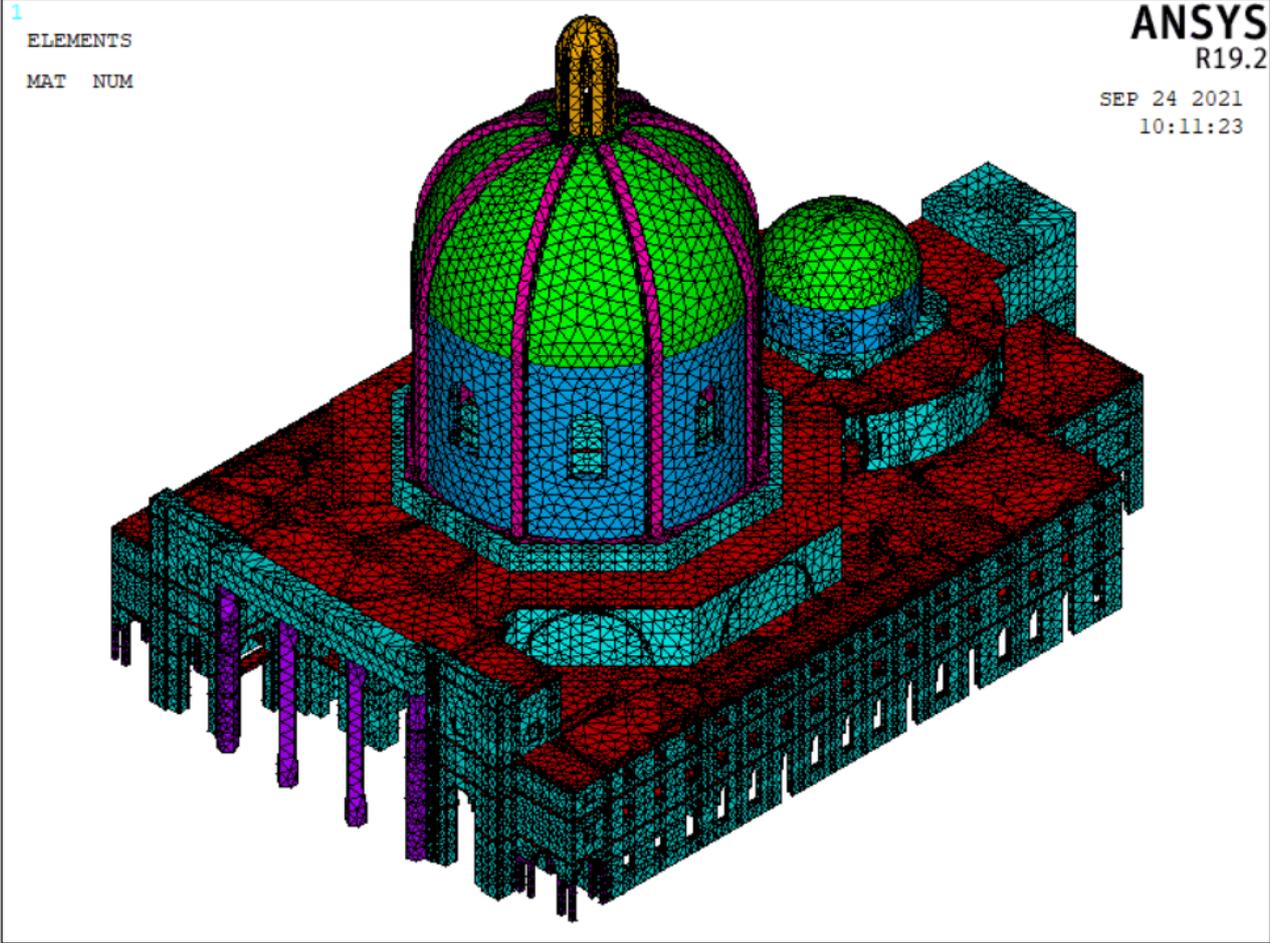


Figura 60:Modello FEM

4. Analisi e risultati

Il presente lavoro di tesi si configura come l'inizio di un percorso di studio che per approfondimenti successivi permette di comprendere il comportamento statico e dinamico del Santuario di Oropa. Le analisi condotte propedeutiche per gli studi successivi che verranno trattati in ulteriori elaborati di tesi sono:

- Analisi statica;
- Analisi modale;
- Analisi di sensitività locale.

4.1 Analisi statica

L'analisi statica effettuata sul modello 3D della Chiesa Nuova (realizzato tramite il software Autocad ed importato in Ansys) ha il duplice scopo di validare il modello, permettendo quindi l'esecuzione della successiva analisi modale e di sensitività locale e inoltre di indagare il comportamento statico dell'intera struttura individuando le zone più critiche. Le equazioni utilizzate dal software per la definizione del campo tensionale e del duale campo deformativo sono le classiche equazioni che regolano la teoria dell'elasticità. Definite le **caratteristiche meccaniche dei materiali** (vedi Tabella 1), definito l'elemento solido con cui effettuare la discretizzazione che nel caso in esame è rappresentato dall'elemento SOLID 185, imposte le **condizioni vincolari** che per il caso studio sono rappresentati dagli spostamenti generalizzati nulli di tutti i nodi che ricadono nell'intervallo $-1 \leq z \leq \frac{ELDIM}{2}$, applicati tramite il seguente script:

```
NSEL,S,LOC,Z,-1,ELDIM/2
```

```
D,ALL,,,,,ALL,,,,,
```

```
ALLSEL,ALL.
```

Imposto il valore di accelerazione tramite il seguente script

```
ACEL,0,0,9.81.
```

Il software Ansys procede alla risoluzione del sistema di equazioni differenziali alle derivate parziali rappresentato dalla seguente relazione:

$$\{F\} = [K]\{U\} \quad (4.1.1)$$

In cui i seguenti termini rappresentano:

$\{F\}$: vettore delle forze nodali, che nel caso in esame sono relative al peso proprio della struttura.

$[K]$: la matrice di rigidezza totale

$\{U\}$: vettore degli spostamenti generalizzati

La soluzione dell'analisi statica passa quindi attraverso l'inversione della matrice di rigidezza, condizione espressa dalla relazione (4.1.2)

$$\{U\} = [K]^{-1}\{F\} \quad (4.1.2)$$

L'inversione della matrice di rigidezza implica che in essa non siano presenti dei termini nulli o piccoli in relazione agli altri termini. La loro presenza rappresenterebbe delle disconnessioni in termini di rigidezza tale per cui la matrice di rigidezza si instabilizza e durante l'operazione di solving per ricavare il campo di spostamenti $\{U\}$ il software non è in grado di risolvere la (4.1.2). Per tale motivo prima di effettuare l'analisi di sensitività locale è utile effettuare il debug del modello meccanico tramite la risoluzione dell'analisi statica che permette di definire il campo di spostamenti e il duale campo tensionale. Viene di seguito riportato l'output deformativo e tensionale ottenuto con riferimento al peso proprio della struttura.

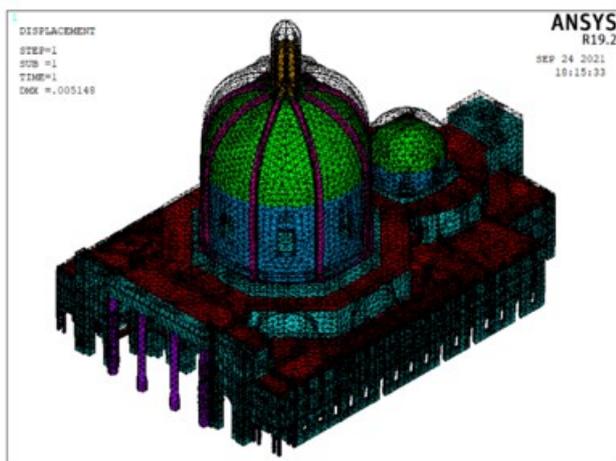


Figura 61: Confronto configurazione deformatata e indeformatata

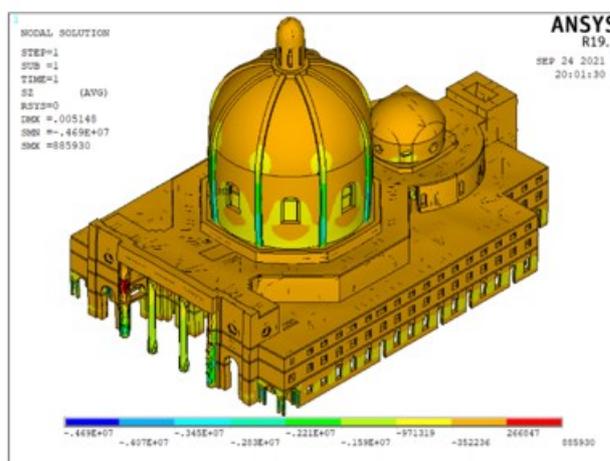


Figura 62: Stato tensionale σ_z

Verificato il debug del modello meccanico, tramite l'analisi statica è stato definito il campo tensionale di Von Mises e il duale campo deformativo.

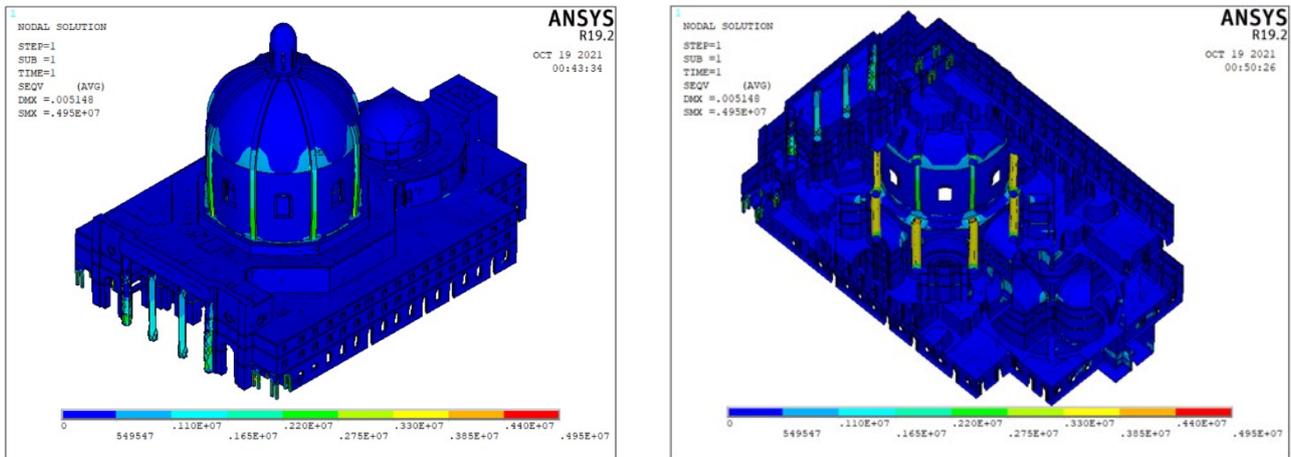


Figura 63: Campo Tensionale Von Mises

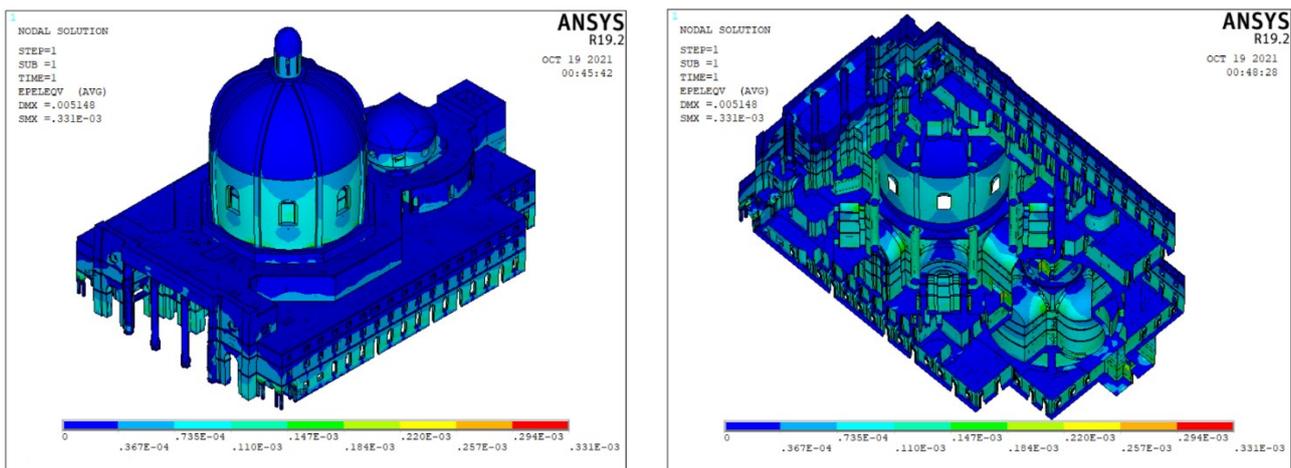


Figura 64: Campo deformativo Von Mises

Dalle Figure 63 e 64 è possibile osservare che dal punto di vista tensionale le tensioni massime interessano il macroelemento contrafforti-colonne c.a, invece dal punto di vista deformativo le deformazioni massime interessano anche il macroelemento tamburo, basamento di cui risultano interessate le mura perimetrali e le volte a botte.

4.2 Analisi modale

L'analisi modale tramite la risoluzione del problema degli autovalori e autovettori permette di verificare come detto in precedenza la robustezza del modello meccanico tramite la definizione delle frequenze naturali (proprie) e delle relative forme modali di un sistema dinamico. La definizione delle quali dal momento che caratterizzano il comportamento dinamico delle strutture, avviene in condizione di oscillazione libera ovvero il sistema dinamico oggetto di studio viene analizzato in condizione di smorzamento nullo e forzante esterna nulla.

L'equazione di partenza su cui si basa l'analisi modale è l'equazione del moto (equazione di equilibrio) che come detto in precedenza in condizione di eccitazione esterna nulla e smorzamento nullo assume la seguente forma:

$$[M]\{\ddot{u}\} + [K]\{u\} = \{0\} \quad (4.2.1)$$

dove $[M]$ e $[K]$ rappresentano rispettivamente la matrice delle masse e delle rigidità le quali sono entrambe semidefinite positive e sono simmetriche (in campo elastico lineare per il teorema di reciprocità di Maxwell). Al fine di risolvere l'equazione (4.2.1) si ipotizza la soluzione nella forma:

$$\{u\} = \{\Phi\}e^{jw_k t} \quad (4.2.2)$$

dove $\{\Phi\}$ esprime una forma spaziale ed invece la funzione esponenziale complessa $e^{jw_k t}$ quella temporale. Tramite l'operazione di derivazione dalla (4.2.2) si ottiene:

$$\{\ddot{u}\} = -w_k^2 \{\Phi\}e^{jw_k t} \quad (4.2.3)$$

che introdotta nell'equazione del moto (4.2.1) permette di ricondursi alla relazione del problema agli autovalori:

$$([K] - w_k^2[M]) \{\Phi\} = \{0\} \quad (4.2.4)$$

Tale equazione ammette una soluzione banale $\{\Phi\} = 0$ che corrisponde all'equilibrio in assenza di moto (condizione di quiete) e soluzioni che descrivono la condizione di oscillazione libera se risulta verificata la seguente condizione:

$$\det([K] - w_k^2[M]) = 0 \quad (4.2.5)$$

La risoluzione della (5) permette di ricavare gli autovalori w_k^2 ovvero le pulsazioni naturali o modali di ciascun modo di vibrare. Ottenute le quali sostituendole singolarmente nella relazione (4.2.4) è possibile definire i corrispondenti autovettori ovvero le forme modali che caratterizzano il sistema dinamico. L'analisi modale è stata condotta sul modello FEM della Chiesa Nuova del Santuario di Oropa tramite il codice agli elementi finiti ANSYS, tramite il quale sono stati estratti con riferimento alle caratteristiche meccaniche da letteratura i primi 25 modi di vibrare della struttura e le corrispondenti frequenze riportate nella tabella seguente.

MODO	FREQUENZA [Hz]	DESCRIZIONE
1	2,6590	MODO FLESSIONALE LUNGO Y
2	2,7579	MODO FLESSIONALE LUNGO X
3	5,0192	MODO TORSIONALE SISTEMA CUPOLA TAMBURO CONTRAFFORTI
4	5,1471	PRIMO MODO TORSIONALE LANTERNINO
5	5,4946	SECONDO MODO TORSIONALE LANTERNINO
6	6,0947	MODO VERTICALE
7	6,4183	PRIMO MODO DI OVALIZZAZIONE
8	6,7797	MODO FLESSIONALE LANTERINO LUNGO Y
9	6,8365	PRIMO MODO FLESSIONALE LANTERNINO LUNGO X
10	6,8500	SECONDO MODO FLESSIONALE LANTERNINO LUNGO X
11	8,3783	MODO VERTICALE
12	8,5789	MODO TORSIONALE
13	8,7174	MODO MISTO
14	9,2102	MODO FLESSIONALE CUPOLA MINORE LUNGO Y
15	9,6044	MODO FLESSIONALE CUPOLA MINORE LUNGO X
16	9,7167	MODO MISTO
17	9,9196	MODO VERTICALE SISTEMA TAMBURO CONTRAFFORTI
18	9,9415	MODO VERTICALE SISTEMA TAMBURO CONTRAFFORTI
19	10,1415	MODO VERTICALE SISTEMA TAMBURO CONTRAFFORTI
20	10,4596	MODO MISTO
21	10,6825	MODO MISTO SISTEMA CUPOLA TAMBURO CONTRAFFORTI E LANTERNINO
22	10,7667	MODO MISTO SISTEMA CUPOLA TAMBURO CONTRAFFORTI E LANTERNINO
23	10,7848	MODO TORSIONALE
24	11,3664	MODO MISTO
25	12,0092	MODO VERTICALE CUPOLA MINORE

Tabella 2: Modi di vibrare e frequenze relativi alle caratteristiche dei materiali reperiti da letteratura

Le caratteristiche meccaniche dei singoli macroelementi che compongono l'intera struttura sono stati definiti con riferimento ai valori di letteratura poiché non sono state svolte indagini conoscitive sulla struttura. Per tale motivo i risultati dell'analisi modale condotta fungono da riferimento per la successiva analisi di sensitività locale. Infatti, a seguito dell'incertezza relativa alla definizione delle caratteristiche meccaniche è importante capire come varia la risposta dinamica della struttura al variare dei parametri che caratterizzano i materiali dei singoli macroelementi.

Lo script dell'analisi statica e modale condotta attraverso il software di calcolo Ansys è riportato nell'*Allegato A*.

4.3 Analisi di sensitività locale

L'analisi di sensitività locale è uno strumento utile per la modellazione di strutture storiche come la Chiesa Nuova del Santuario di Oropa. Tali strutture risultano infatti caratterizzate da complessità spaziali, differenti fasi costruttive e da un elevato livello di incertezza legato all'intrinseca eterogeneità dei materiali, alla presenza di danneggiamenti e alle complesse interazioni tra gli elementi strutturali (nel caso in esame sono stati individuati 7 macroelementi ciascuno dei quali presenta un comportamento strutturale caratteristico).

Tale analisi locale presenta un'elevata versatilità, può infatti essere utilizzata per:

- Identificare i parametri che richiedono ulteriori approfondimenti;
- Validare la robustezza del modello meccanico;
- Comprensione del comportamento strutturale della struttura analizzata.

Nel caso in esame, tramite la SA locale viene indagato come al variare di un fattore di input varia la risposta strutturale (output). Lo scopo è quello di discriminare quali tra parametri elastici (**E**: modulo elastico **v**: coefficiente di poisson, ρ_0 : densità) che caratterizzano i materiali dei singoli macroelementi risultano influenti e non influenti nella risposta dinamica del modello meccanico. Dal punto di vista operativo l'analisi di sensitività locale nota come approccio one factor time (OTM)

consiste nel far variare singolarmente all'interno di un definito range i dati di input di ciascun macroelemento mantenendo gli altri parametri costanti.

I parametri di partenza che definiscono i materiali dei singoli macroelementi sono stati definiti con riferimento ai valori di letteratura riportati nella tabella seguente.

Macro-elementi	Materiale	Caratteristiche meccaniche		
		E [GPa]	ν	ρ [Kg/m ³]
BASAMENTO	MURATURA	4	0,25	1800
COLONNE PRONAO	SIENITE	60	0,25	2900
SOLAI	LATERO-CEMENTO	20	0,25	2200
TAMBURO	MURATURA	4	0,25	1800
CONTRAFFORTE	CEMENTO ARMATO	30	0,25	2500
CUPOLA	CEMENTO ARMATO	30	0,25	2800
LANTERNINO	MURATURA	4	0,25	1800

Tabella 3: Caratteristiche meccaniche che caratterizzano i singoli macroelementi

Con riferimento ai suddetti parametri vengono di seguito riportate le prime tre frequenze e i relativi modi vibrare (due flessionali e uno torsionale).

MODO	FREQUENZA [Hz]	DESCRIZIONE
1	2,6590	MODO FLESSIONALE LUNGO Y
2	2,7579	MODO FLESSIONALE LUNGO X
3	5,0192	MODO TORSIONALE SISTEMA CUPOLA TAMBURO CONTRAFFORTI

Tabella 4: Frequenze relative ai primi tre modi di vibrare

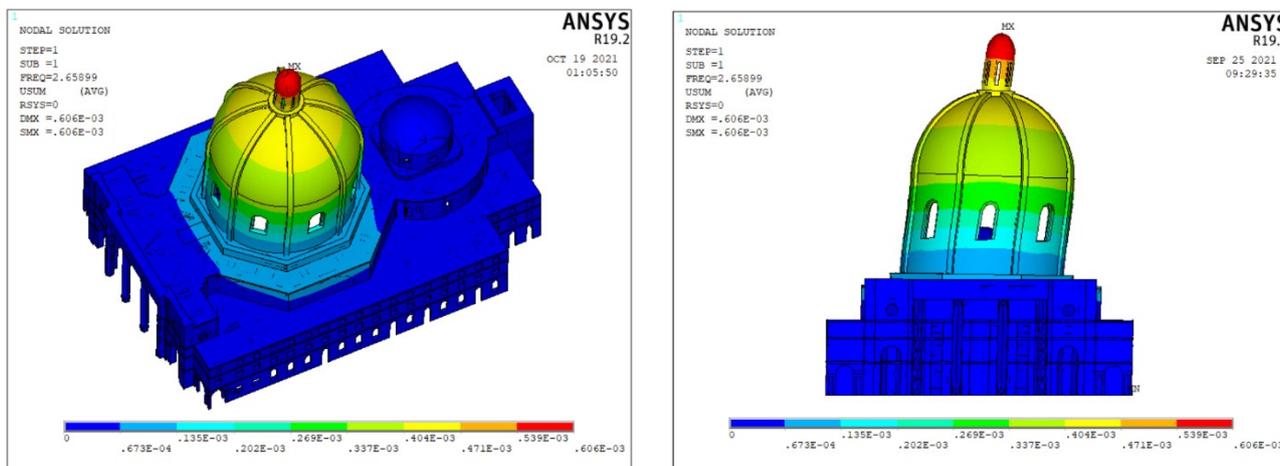


Figura 65: Forma modale relativa al primo modo di vibrare (Frequenza = 2,659 Hz)

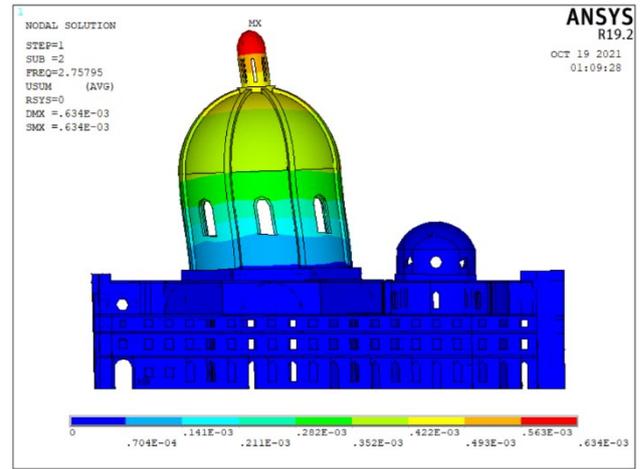
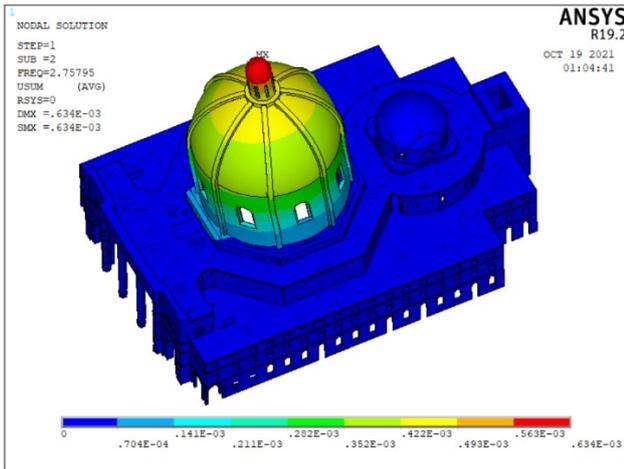


Figura 66: Forma modale relativa al secondo modo di vibrare (Frequenza 2,75795 Hz)

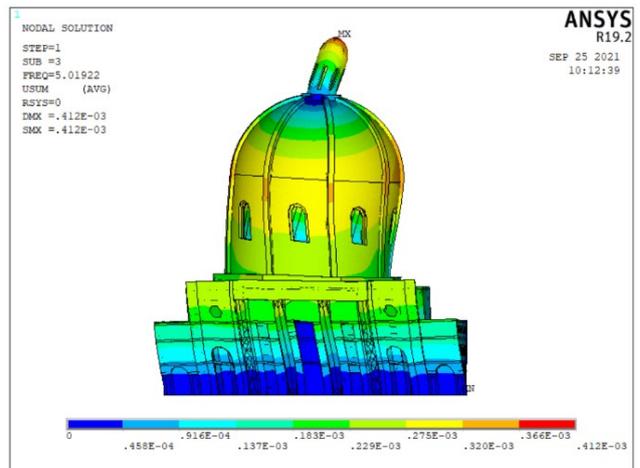
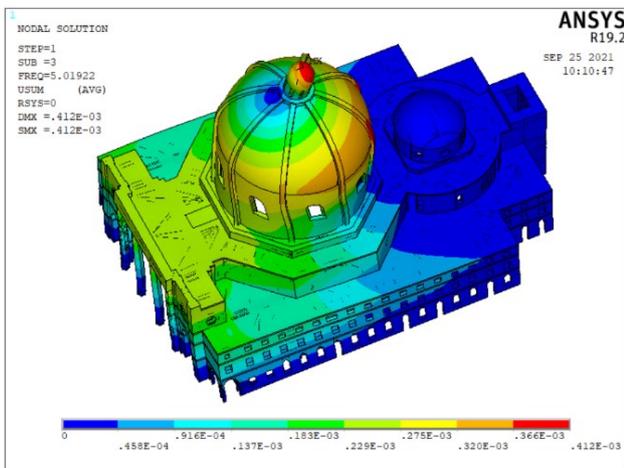


Figura 67: Forma modale relativa al terzo modo di vibrare (Frequenza 5,01922)

Come è possibile osservare dalla Tabella 4, le due frequenze relative ai primi due modi flessionali sono simili tra loro. Il motivo di tale somiglianza risiede nella scelta progettuale adottata dal Galletti che prevede una geometria circolare per il sistema cupola-tamburo-contrafforti-colonne.

I parametri utilizzati nella SA locale sono riportati nelle tabelle seguente con i relativi valori iniziali (assunti da letteratura), con i rispettivi valori di massimo e minimo e l'incremento assunto per ogni analisi svolta.

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			ν [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
BASAMENTO	MURATURA	4			0,25			1800		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		0,2	0,2	6,2	0,0135	0,045	0,45	60	900	2700

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			ν [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
COLONNE PRONAO	SIENITE	60			0,25			2900		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		3	3	93	0,0135	0,045	0,45	100	1500	4500

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			v [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
ORIZZONTAMENTI	LATEROCEMENTO	20			0,25			2200		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		1	1	31	0,0135	0,045	0,45	80	1200	3600

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			v [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
TAMBURO	MURATURA	4			0,25			1800		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		0,2	0,2	6,2	0,0135	0,045	0,45	60	900	2700

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			v [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
CONTRAFFORTI-COLONNE	CEMENTO ARMATO	30			0,25			2500		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		2	2	62	0,0135	0,045	0,45	100	1500	4500

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			v [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
CUPOLE	CEMENTO ARMATO	30			0,25			2500		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		2	2	62	0,0135	0,045	0,45	100	1500	4500

Macro-elemento	Materiale	E [GPa]			v [n.a]			ρ [Kg/m ³]		
LANTERNINO	MURATURA	4			0,25			2500		
		INCREMENTO Δ [GPa]	VALORE MINIMO [GPa]	VALORE MASSIMO [GPa]	INCREMENTO Δ [n.a]	VALORE MINIMO [n.a]	VALORE MASSIMO [n.a]	INCREMENTO Δ [Kg/m ³]	VALORE MINIMO [Kg/m ³]	VALORE MASSIMO [Kg/m ³]
		0,2	0,2	6,2	0,0135	0,045	0,45	60	900	2700

L'analisi SA locale per il seguente caso di studio è stato quindi condotto sui 21 parametri (di cui 7 Moduli Elastici, 7 Coefficienti di Poisson e 7 Densità) che definiscono le caratteristiche meccaniche dei singoli macroelementi. I valori di massimo e minimo dei parametri rispettano la seguente normalizzazione:

$$\begin{cases} \frac{E_{max} - E_{min}}{E_{min}} = 30 \\ \frac{\nu_{max} - \nu_{min}}{\nu_{min}} = 9 \\ \frac{\rho_{max} - \rho_{min}}{\rho_{min}} = 2 \end{cases} \rightarrow \begin{cases} E_{max} = 31 E_{min} \\ \nu_{max} = 10 \nu_{min} \\ \rho_{max} = 3 \rho_{min} \end{cases}$$

Gli incrementi con cui è stata indagata la risposta modale della struttura sono tali da rispettare la seguente relazione.

$$\begin{cases} \Delta_E = \frac{E_{max} - E_{min}}{30} \\ \Delta_v = \frac{v_{max} - v_{min}}{30} \\ \Delta_\rho = \frac{\rho_{max} - \rho_{min}}{30} \end{cases}$$

La definizione dei valori di massimo a partire dai valori minimi e gli incrementi prima definiti permettono di indagare tutti i possibili scenari, che a seguito delle reali condizioni delle caratteristiche meccaniche, si possono avere in termini di risposta modale. In tal modo è inoltre garantito lo stesso range di variazione che permette il confronto dei risultati tra tutti i 21 parametri indagati.

4.3 Risultati dell'analisi di sensitività locale

Il risultato dell'analisi di sensitività locale per i primi tre modi di vibrare della struttura, è riassunto nella tabella seguente e nei relativi grafici. La Tabella 5 riporta i valori delle varianze (normalizzate rispetto alla somma delle varianze dei 21 parametri) dei primi tre modi di vibrare, ottenute modificando un solo parametro e mantenendo costanti i valori di tutti gli altri parametri. Questo permette di capire come la variazione di un parametro, che caratterizza un singolo macroelemento influisce sulla risposta modale della struttura.

	Modo I	Modo II	Modo III
	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3
E Basamento muratura	0,27006827	0,23236078	0,35954930
E Colonne pronao sienite	0,00002727	0,00001283	0,00142291
E Orizzontamenti laterocemento	0,01268431	0,00813644	0,02532742
E Tamburo muratura	0,42882285	0,45525152	0,34313836
E Contrafforti colonne c.a.	0,06947758	0,07304254	0,01435275
E Cupole c.a.	0,00385997	0,00459451	0,00056900
E Lanternino muratura	0,08415722	0,09293523	0,20078261
v Basamento muratura	0,00007443	0,00005028	0,00036165
v Colonne pronao sienite	0,00000003	0,00000002	0,00000136
v Orizzontamenti laterocemento	0,00002576	0,00000797	0,00004774
v Tamburo muratura	0,00139795	0,00162104	0,00063433
v Contrafforti colonne c.a.	0,00003017	0,00003668	0,00001209
v Cupole c.a.	0,00000517	0,00000641	0,00000065
v Lanternino muratura	0,00000003	0,00000004	0,00000002
ro Basamento muratura	0,00029906	0,00012863	0,01511334
ro Colonne pronao sienite	0,00000007	0,00000005	0,00003310
ro Orizzontamenti laterocemento	0,00004873	0,00001720	0,00294199
ro Tamburo muratura	0,00789765	0,00720515	0,00513919
ro Contrafforti colonne c.a.	0,01546575	0,01487674	0,00727271
ro Cupole c.a.	0,10518080	0,10917534	0,02323503
ro Lanternino muratura	0,00047694	0,00054060	0,0006445

Tabella 5: Varianza delle frequenze delle prime tre forme modali

Per poter meglio comprendere il risultato analitico riportato nella Tabella 5, sono stati ottenuti i seguenti grafici a barre che mostrano in termini di varianza come il singolo parametro influisce sul comportamento dell'intera struttura.

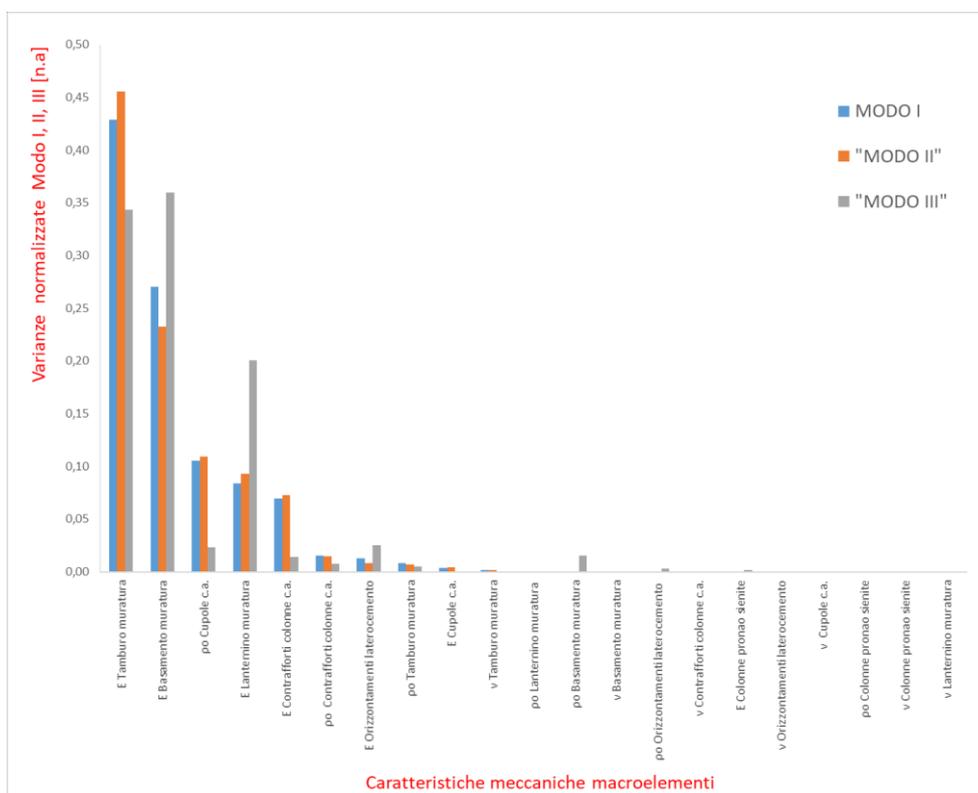


Figura 68: Varianza normalizzata relative alle frequenze dei primi tre modi di vibrare

L'analisi dei precedenti grafici permette quindi di dedurre che dei 21 parametri indagati solamente cinque presentano un effetto significativo nei confronti della risposta modale del sistema strutturale.

I parametri per ordine di importanza per la prima forma modale (Modo I) sono:

1. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Tamburo;
2. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Basamento;
3. Densità cemento armato (ρ_0) del macroelemento Cupole;
4. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Lanternino;
5. Modulo Elastico c.a. (E) del macroelemento Contrafforti – Colonne.

Per la seconda forma modale (Modo II) sono:

1. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Tamburo;
2. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Basamento;
3. Densità Cemento armato (ρ_0) del macroelemento Cupole;
4. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Lanternino.
5. Modulo Elastico cemento armato (E) del macroelemento Contrafforti – Colonne.

Per la terza forma modale (Modo III):

1. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Basamento;
2. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Tamburo;
3. Modulo Elastico muratura (E) del macroelemento Lanternino;
4. Modulo Elastico laterocemento (E) del macroelemento Orizzontamenti;
5. Densità (ρ_0) cemento armato del macroelemento Cupole.

Per i suddetti parametri viene inoltre riportata la risposta strutturale in funzione dei 5 parametri e le relative forme modali riferite ai valori di massimo e minimo dei corrispettivi parametri. In tal modo viene analizzato l'impatto che la variazione del singolo parametro ha sui primi tre modi di vibrare della struttura, permettendo di comprenderne il comportamento strutturale.

4.3.1 MODO I: flessionale rispetto asse y

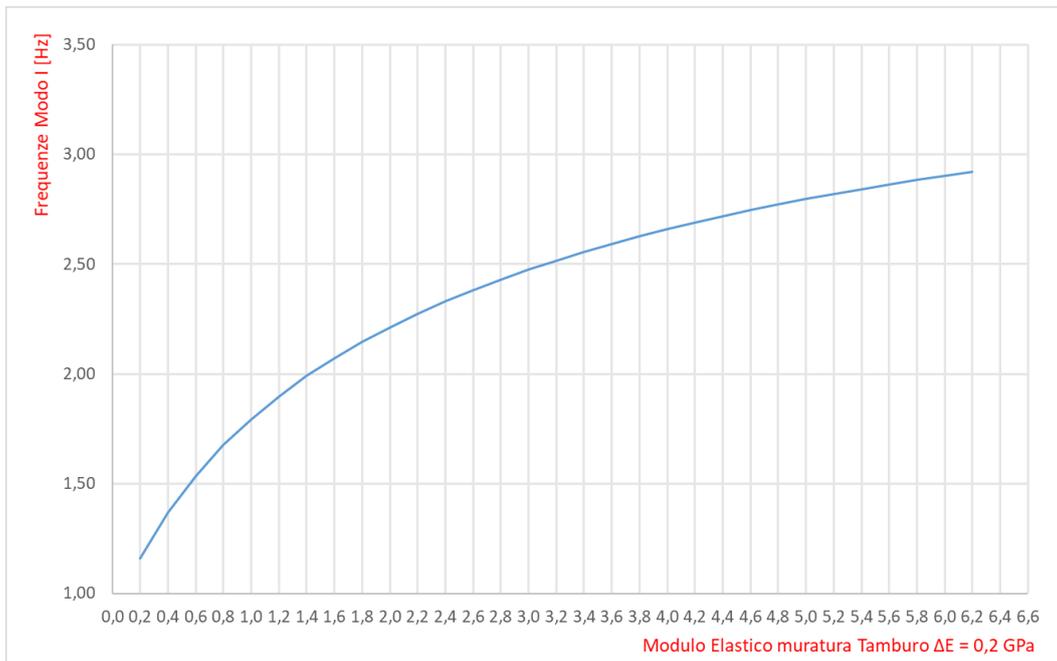


Figura 69: Frequenze modo I al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Tamburo

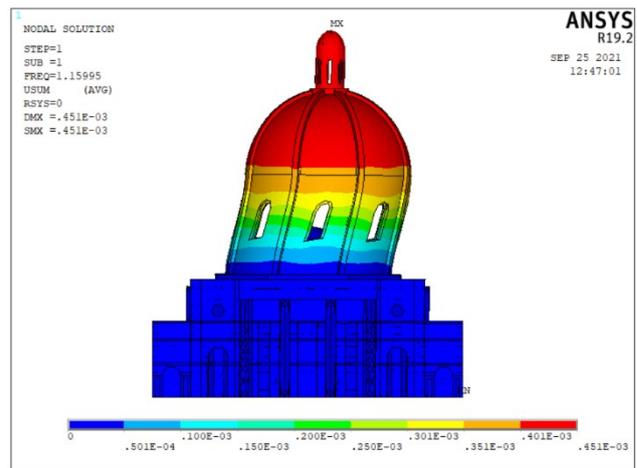
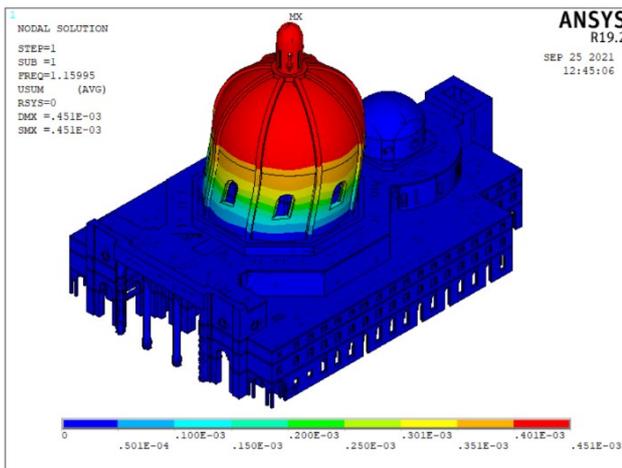


Figura 70: Modo I ($f = 1.15995$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Tamburo ($E=0.2$ GPa)

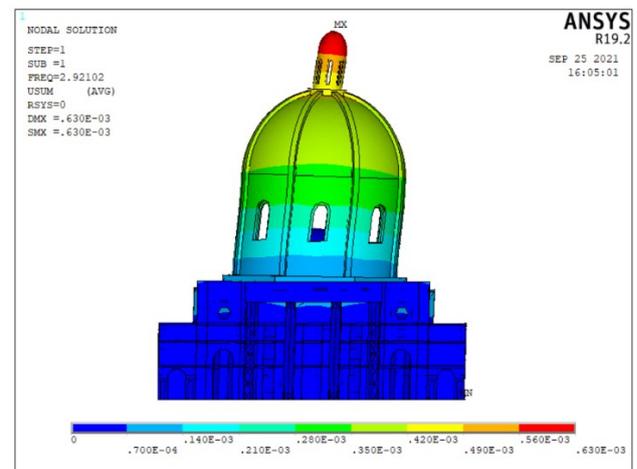
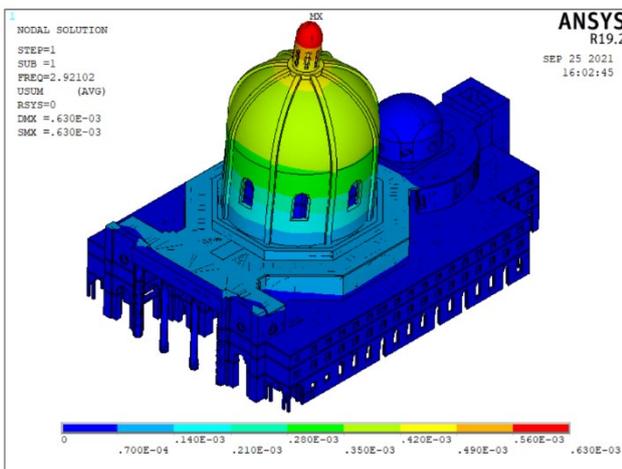


Figura 71: Modo I ($f = 2.92102$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Tamburo ($E=6.2$ GPa)

La Figura 69 mostra come la risposta modale relativa al primo modo di vibrare (modo flessionale lungo l'asse y), sia fortemente influenzata dalla rigidità espressa in termini di modulo elastico (E) della muratura del macroelemento Tamburo. La correlazione che lega le frequenze ai valori del modulo elastico è di tipo non lineare e tale per cui l'effetto che quest'ultimo ha sulla risposta modale si affievolisce man mano che esso aumenta. Infatti, rispetto al valore di frequenza $f = 2.6590$ [Hz] (riferito alle caratteristiche meccaniche da letteratura) per bassi valori del modulo elastico si assiste ad un crollo dei valori di frequenza che raggiunge il minimo valore di $f_{min} = 1.1599$ [Hz] per $E = 0.2$ [GPa]. All'aumentare del valore del modulo elastico si assiste ad un aumento sempre più debole della frequenza, infatti in corrispondenza del massimo valore di modulo elastico $E = 6.2$ [GPa] il valore della frequenza è $f_{max} = 2.92102$ [Hz] che si discosta solamente del 9%. Le due risposte modali riportate nelle Figure 70 e 71, riferite al valore minimo e massimo di E , fanno entrambe riferimento al modo flessionale lungo y. Questo risultato legato alla mancanza di discontinuità dei valori assunti dalle frequenze al variare del modulo elastico (Figura 69) permette la validazione del modello meccanico. Ciò afforza l'ipotesi di alta correlazione tra i modi e che quindi il calcolo della varianza effettuato al variare del modulo elastico sia sempre riferito al medesimo modo di vibrare. L'analisi della risposta modale (Figura 69) suggerisce quindi di porre attenzione nei successivi studi della risposta dinamica del sistema Cupola-Tamburo-Contrafforti, in quanto variazioni del modulo elastico della muratura del tamburo a seguito di fenomeni di danneggiamento o degrado ne influenzano significativamente la risposta modale.

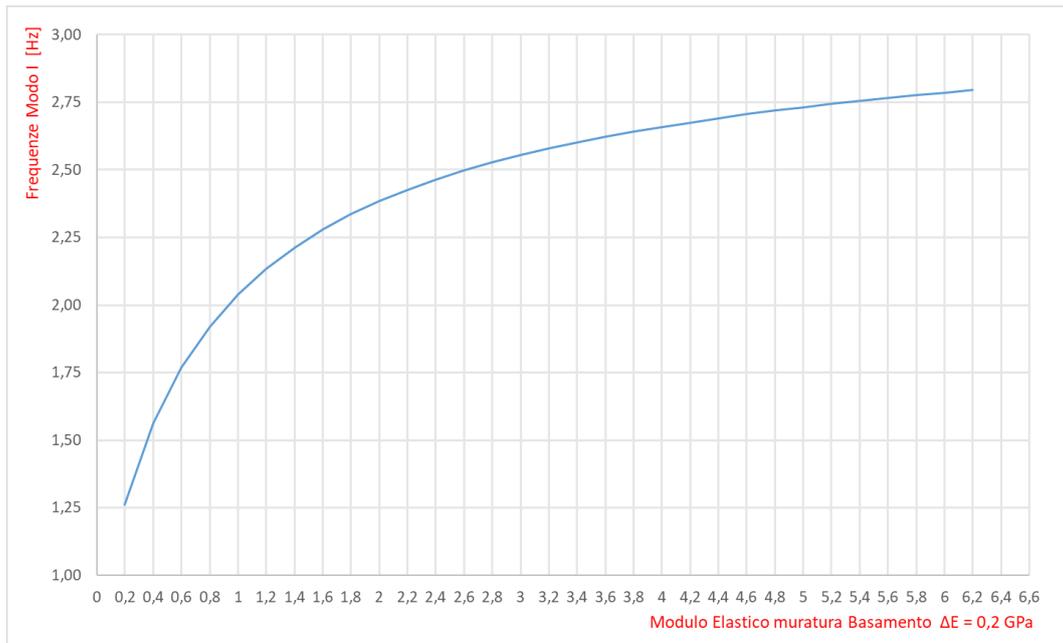


Figura 72: Frequenze del modo I al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Basamento

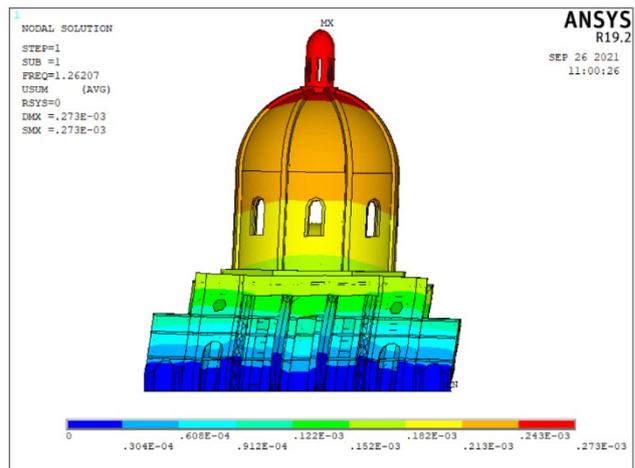
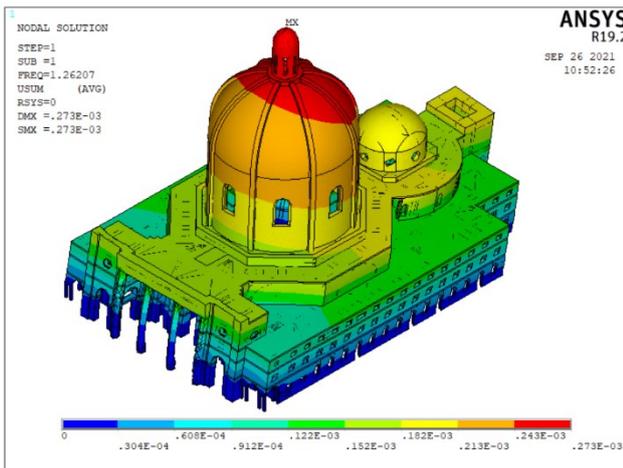


Figura 73: Modo I ($f = 1.26207$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Basamento ($E=0.2$ GPa)

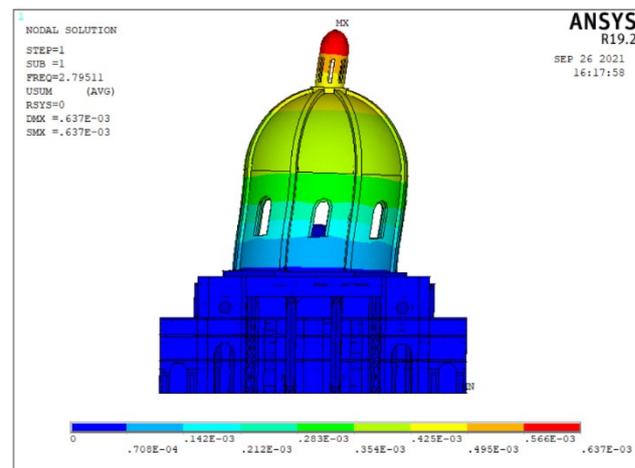
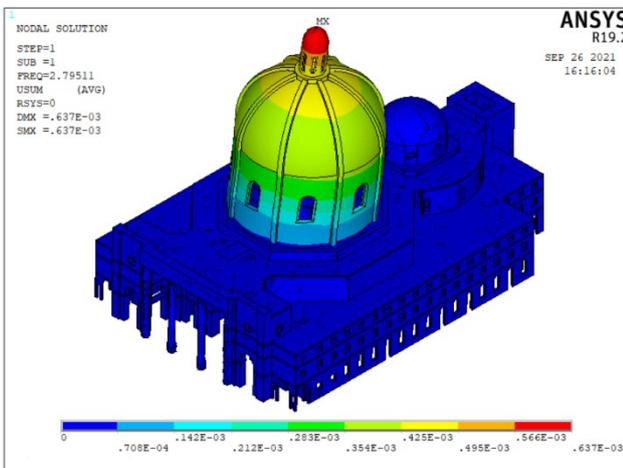


Figura 74: Modo I ($f = 2.79511$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Basamento ($E=6.2$ GPa)

L'analisi della Figura 72, riportante la variazione in frequenza al variare del valore assunto dal modulo elastico della muratura (caratterizzante il macroelemento Basamento), sintetizza l'importanza del parametro considerato in termini di frequenza della risposta modale. Tale risultato può essere spiegato in termini di rigidezza flessionale, la quale risulta definita dalla seguente relazione:

$$K_{My} = EJ_Y \quad (4.3.1)$$

Poiché il momento di inerzia rimane costante (le due forme modali fanno riferimento alle medesime caratteristiche geometriche) la rigidezza flessionale dipende esclusivamente dal valore assunto dal modulo elastico. Per bassi valori del modulo elastico, condizione che rappresenta un elevato danneggiamento della muratura del basamento, corrisponde un'elevata deformabilità del sistema strutturale. La condizione peggiore è ovviamente rappresentata dalla condizione di modulo elastico prossimo al valore nullo, infatti per $E = 0.2 [GPa]$ la risposta modale risulta caratterizzata dal seguente valore di frequenza:

$$f_{min} = 1.26207 \quad [Hz]$$

Anche in questo caso come per il parametro precedente, la curva frequenze-modulo elastico è tale per cui ad un aumento monotono crescente del modulo elastico, corrisponde un aumento di frequenza che segue un andamento non lineare iperbolico che per incrementi successivi, risulta caratterizzato da una tangente alla curva che tende sempre più all'orizzontale. Per tale motivo anche in questo caso il valore assunto in corrispondenza di $E = 6.2 [GPa]$ è $f_{max} = 2.79511 [Hz]$ che si discosta rispetto al valore ottenuto con riferimento al valore di letteratura $f = 2.6590 [Hz]$ di solo il 5%.

Il confronto delle risposte modali effettuato con riferimento al minimo e massimo valore del modulo elastico confermano anche per questo secondo parametro (E muratura macroelemento Basamento) la validazione del modello meccanico e del corretto calcolo della varianza effettuata sempre su una concordanza di modi che si riferiscono al modo flessionale lungo y.

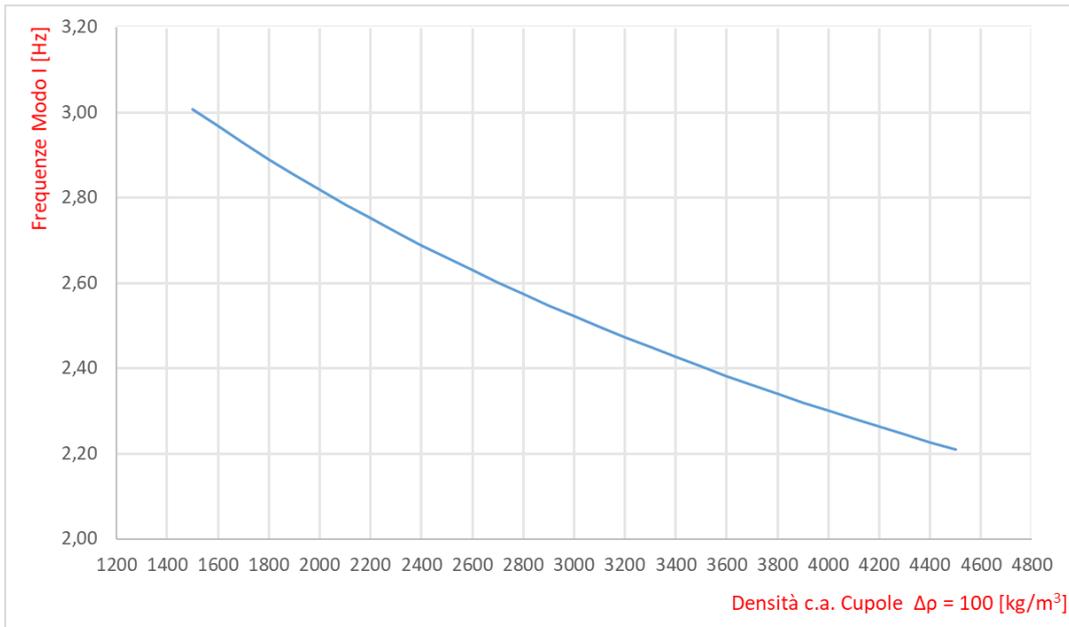


Figura 75: Frequenze del modo I al variare della Densità del cemento armato del macroelemento Cupole

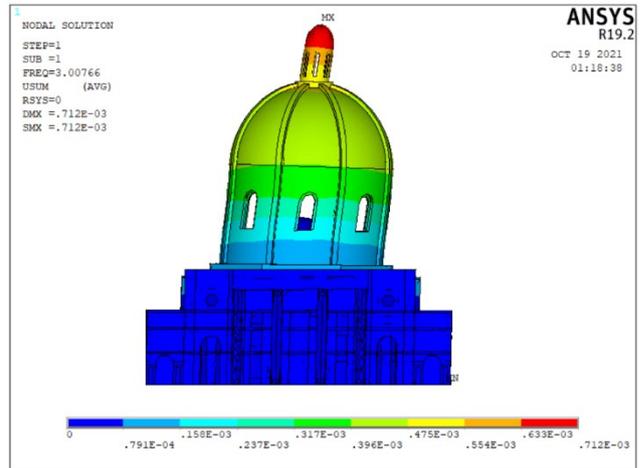
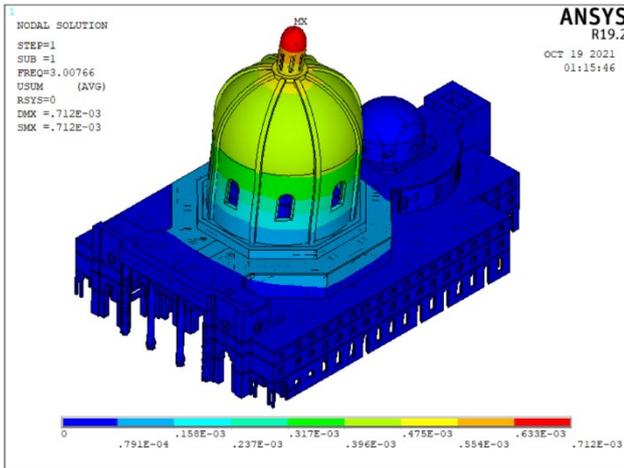


Figura 76: Modo I ($f = 3.00766$ [Hz]) relativo al minimo valore di ρ del macroelemento Cupole ($\rho=1500$ Kg/m³)

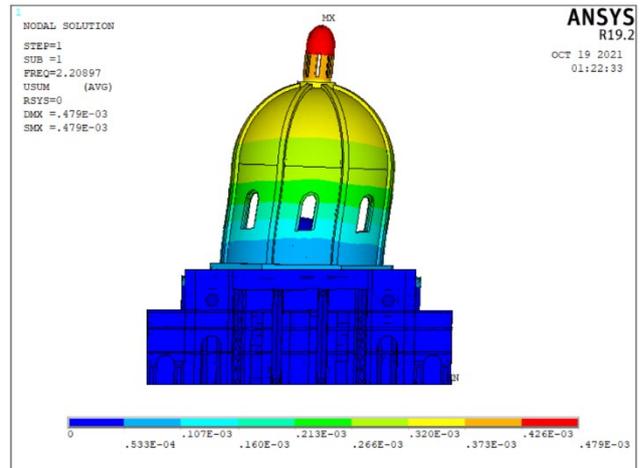
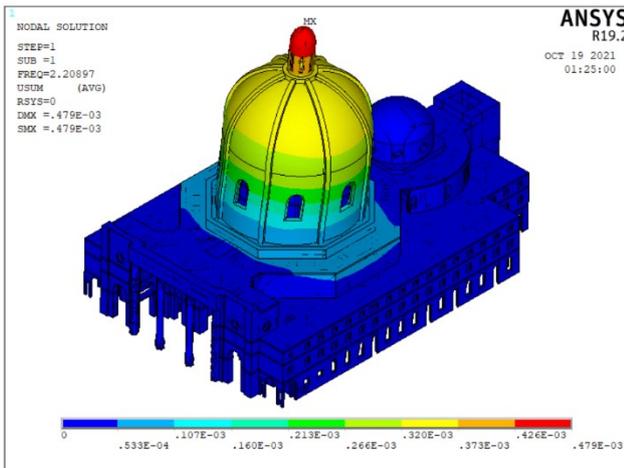


Figura 77: Modo I ($f = 2.20897$ [Hz]) relativo al massimo valore di ρ del macroelemento Cupole ($\rho=4500$ Kg/m³)

Rispetto ai primi due parametri, il legame tra le frequenze di modo I e i valori di densità risulta non lineare, ma all'aumentare del valore assunto dalla densità delle cupole si assiste ad una continua decrescita della frequenza caratterizzante il primo modo di vibrare dell'intera struttura, quest'ultima risulta quindi sempre più deformabile nei confronti dell'azione sismica. Dal punto di vista strutturale i valori sempre più bassi assunti dalle frequenze all'aumentare della densità e quindi del peso delle due cupole è da attribuire alla forza inerziale. Le due cupole risultano infatti lontane dalle condizioni vincolari, (rappresentate dai vincoli di incastro alla base dell'intera struttura) per cui l'oscillazione (ovvero lo spostamento) dovuta dall'eccitazione sismica risulta tanto maggiore tanto maggiore è il peso che le caratterizza. Le due risposte modali (Figura 76 e Figura 77) confermano la robustezza dell'analisi di sensitività locale svolta in quanto risultano essere perfettamente concordi differenziandosi solamente dal punto di vista di intensità di spostamenti per i motivi sopra citati.

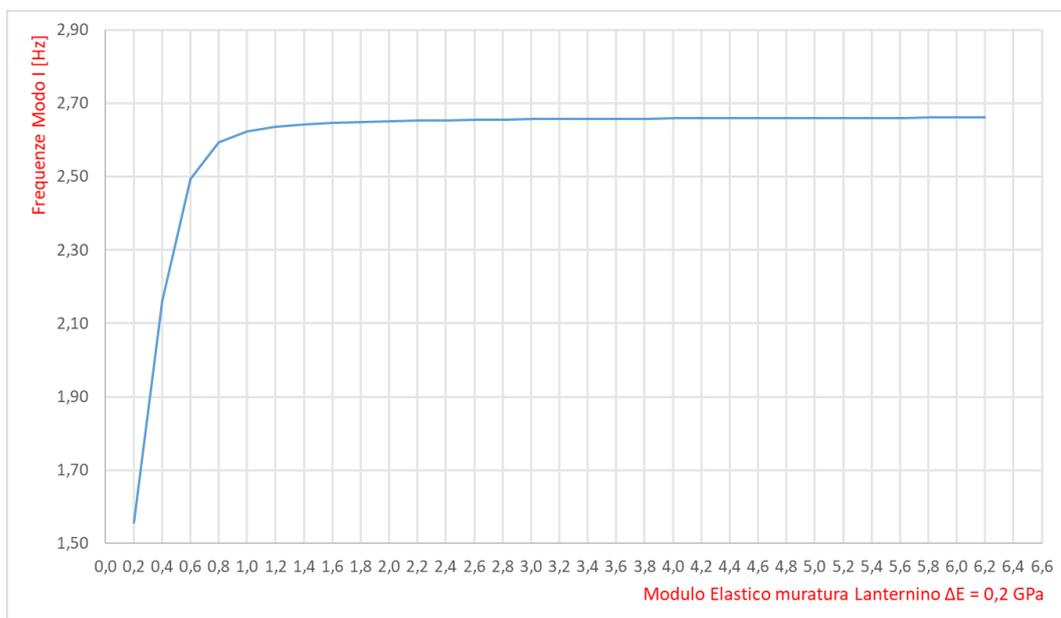


Figura 78: Frequenze del modo I al variare del Modulo elastico della muratura del macroelemento Lanternino

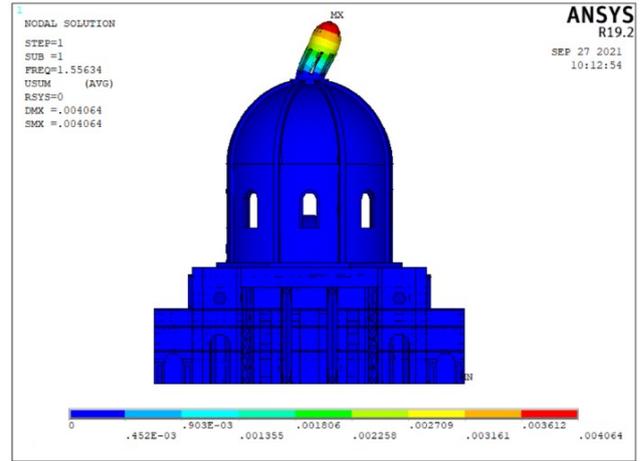
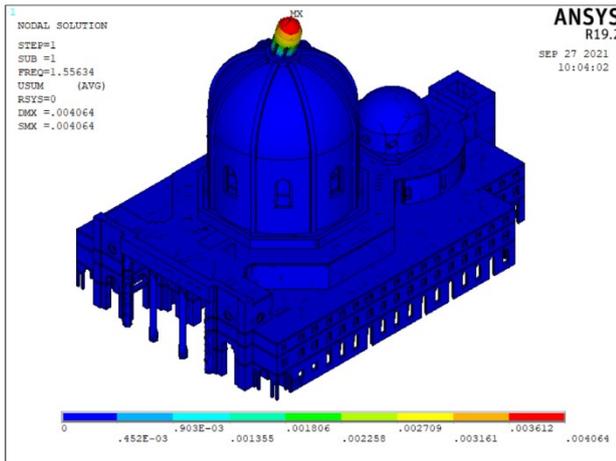


Figura 79: Modo I ($f = 1.55634$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Lanternino ($E=0.2$ GPa)

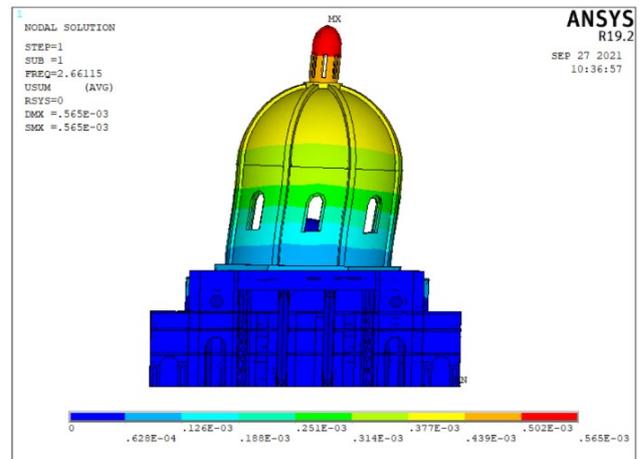
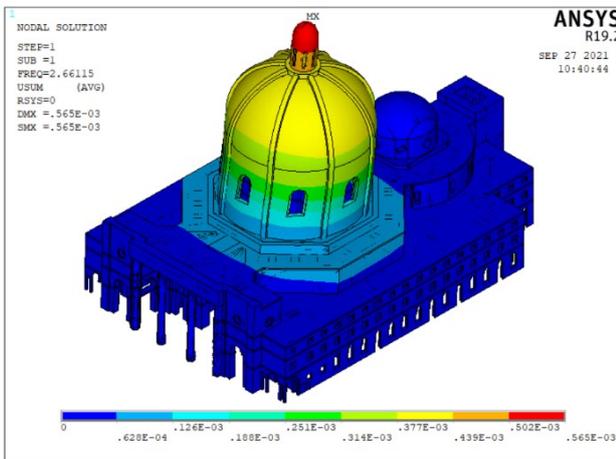


Figura 80: Modo I ($f = 2.66115$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Lanternino ($E=6.2$ GPa)

Dalla risposta in frequenza del modo I al variare del parametro E muratura del macroelemento Lanternino (Figura 78), è possibile distinguere tre range di comportamento. Nel primo intervallo $0.2 \leq E \leq 0.8$ [GPa] la frequenza varia da 1.5563 [Hz] al valore di 2.5944 [Hz]. Il secondo intervallo $0.8 \leq E \leq 1.4$ [GPa] è caratterizzato da un lieve aumento della frequenza che tende sempre più al valore ultimo di 2.6612 [Hz]. L'ultimo intervallo $1.4 \leq E \leq 6.2$ [GPa] dal punto di vista strutturale è il più interessante, infatti rispetto ai primi due che rappresentano una condizione di elevato degrado della muratura del Lanternino, il terzo intervallo rispecchia i possibili valori che una prova in situ potrebbe fornire per il modulo elastico. Tale intervallo è inoltre caratterizzato da un plateau orizzontale. L'importanza di questo quarto parametro è quindi solo riferito ai casi di estremo danneggiamento del Lanternino, infatti nell'ultimo intervallo il calcolo della varianza risulterebbe

nullo e quindi la risposta modale risulta insensibile alla variazione del valore di tale parametro. Per tale motivo risulta utile indagare le reali condizioni delle caratteristiche meccaniche della muratura del Lanternino in modo da poter escludere tale parametro per i successivi studi di global sensitivity, optimal sensor placement e identificazione dinamica. È inoltre importante sottolineare che osservando le Figure 79 e 80, siano interessati più macroelementi, questa evidenza si lega bene con il successivo approfondimento dell'interazione tra i vari macroelementi indagata dalla global sensitivity. Nonostante le due risposte modali interessino diversi macroelementi, il modo risulta per entrambe di tipo flessionale lungo y, confermando anche per questo parametro la validità del calcolo della varianza su cui si basa l'analisi di sensitività svolta.

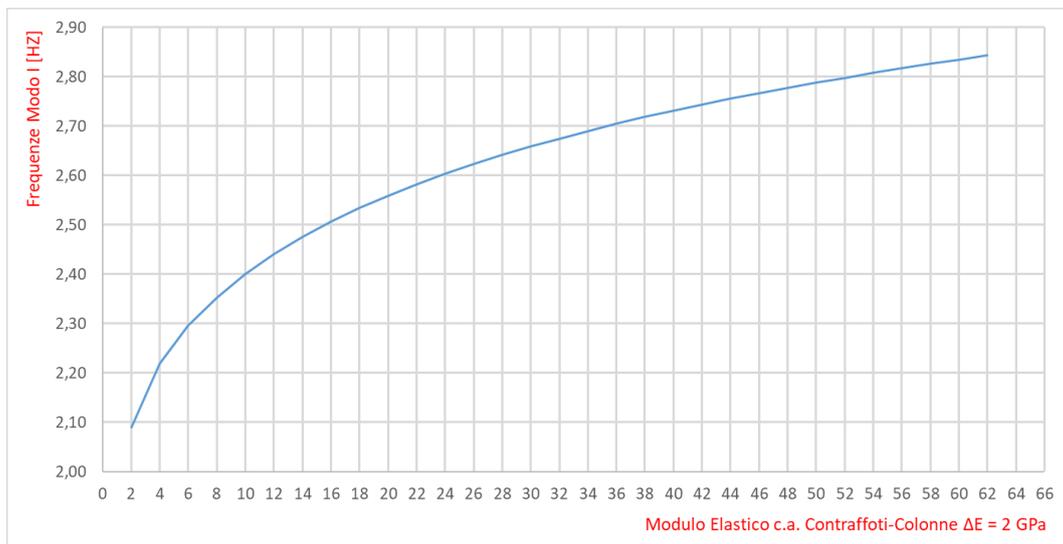


Figura 81: Frequenze del modo I al variare del Modulo elastico del cemento armato del macroelemento Contrafforti- Colonne

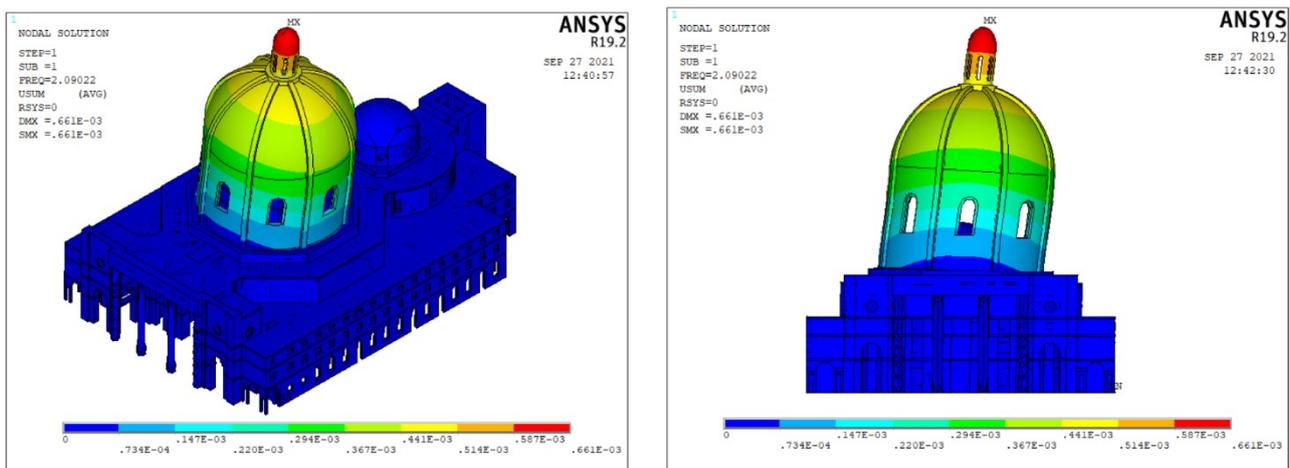


Figura 82: Modo I ($f=2.09022$ [Hz]) relativo al minimo valore di E c.a. del macroelemento Contrafforti-Colonne ($E=2$ GPa)

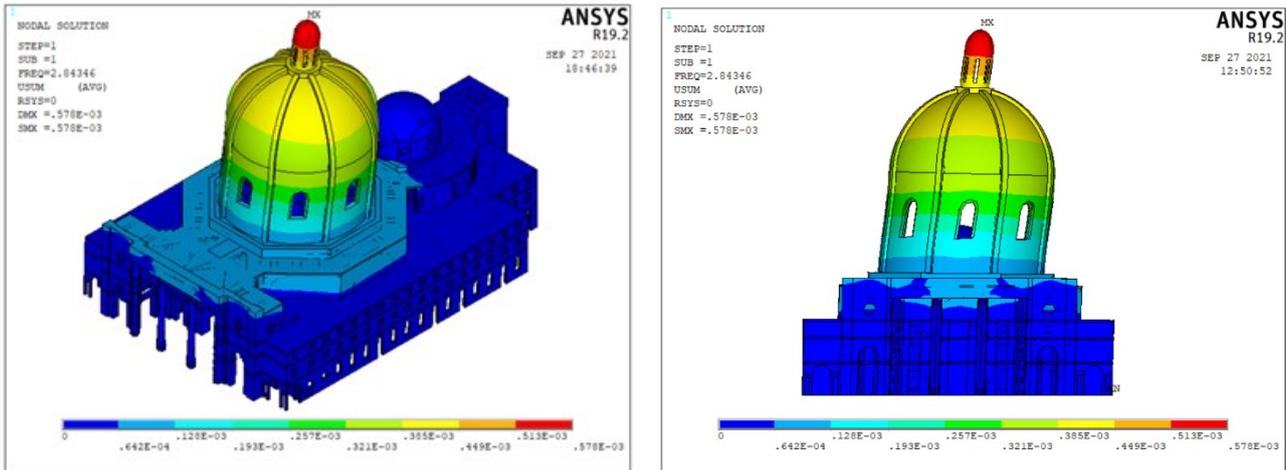


Figura 83: Modo I ($f=2.84346$ [Hz]) relativo al massimo valore di E c.a. del macroelemento Contrafforti-Colonne ($E=62$ GPa)

Nella Figura 81 è riportato l'andamento delle frequenze del modo I in funzione della variazione dell'ultimo parametro significativo (E c.a. macroelemento Contrafforti-Colonne) individuato dall'analisi di sensitività locale. La correlazione anche in questo caso è di tipo non lineare approssimabile ad un'iperbole definito un valore minimo di frequenza $f_{min} = 2,0902$ [Hz] ottenuto per $E = 2$ [GPa] e un valore massimo $f_{max} = 2,8435$ [GPa] relativo a $E = 62$ [GPa]. Come per il parametro E muratura del macroelemento Tamburo, anche in questo caso come è possibile osservare dalle forme modali (ottenute per il minimo e massimo valore del modulo elastico riportate rispettivamente nella Figura 82 e Figura 83) le frequenze del modo I sono riferite al modo flessionale che interessa il sistema costituito dai seguenti macroelementi:

- Lanternino;
- Cupole;
- Tamburo;
- Contrafforti-Colonne.

La minore importanza del modulo elastico c.a. del macroelemento Contrafforti-Colonne rispetto al modulo elastico della muratura del macroelemento Tamburo può essere spiegata in termini di rigidità flessionale espressa dalla relazione (4.3.1). Nonostante infatti E del cemento armato sia di un ordine di grandezza superiore a quello della muratura, il momento di inerzia offerto dal tamburo

è tale per cui la risposta flessionale sia governata dalla rigidezza (E) della muratura del tamburo e non dalla rigidezza (E) dei contrafforti-colonne.

Anche per quest'ultimo parametro le due risposte modali risultano concordi in relazione al modo flessionale lungo y, confermando quindi il corretto calcolo della varianza che ad ogni variazione del modulo elastico si riferisce al medesimo modo flessionale.

4.3.2 MODO II: flessionale rispetto asse x

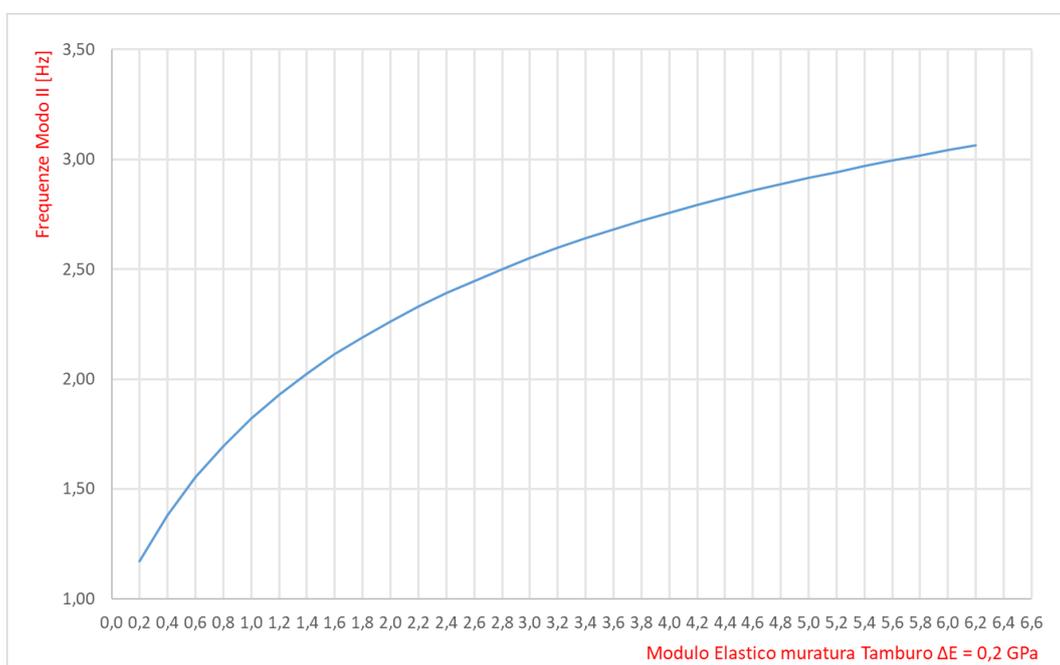


Figura 84: Frequenze del modo II al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Tamburo

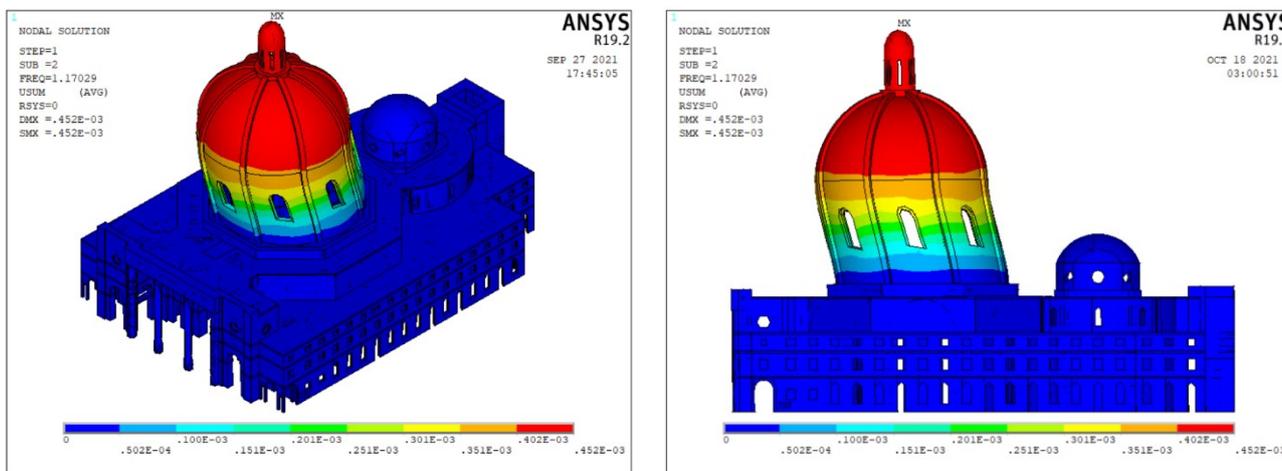


Figura 85: Modo II ($f = 1.17029$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Tamburo ($E=0.2$ GPa)

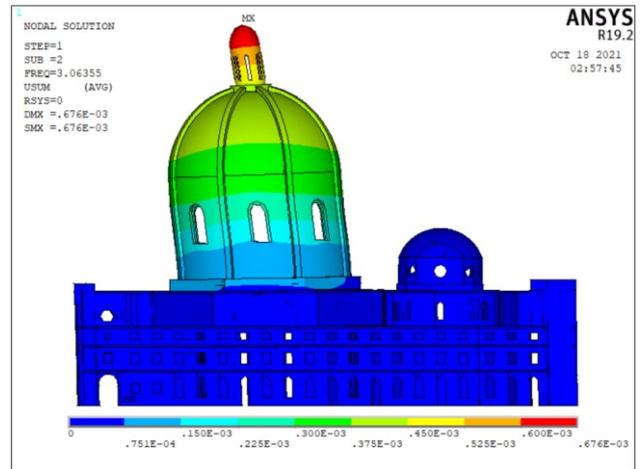
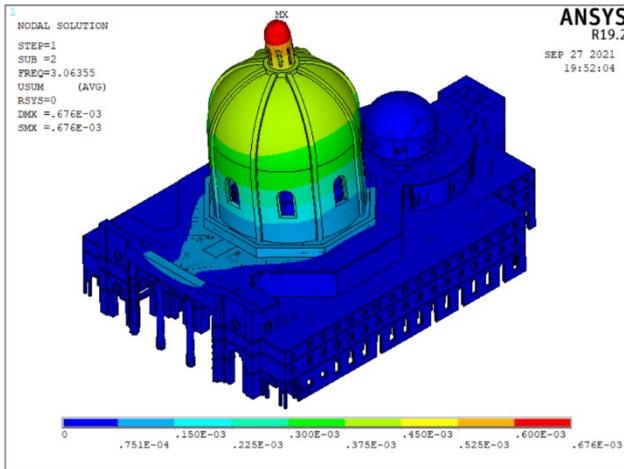


Figura 86: Modo II ($f = 3.06355$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Tamburo ($E=6.2$ GPa)

La figura 84 che mostra l'andamento delle frequenze di modo II in funzione del modulo elastico della muratura del macroelemento Tamburo, conferma la simmetria dei due modi flessionali lungo x e lungo y (legata alla geometria circolare del sistema Cupola-Tamburo). Infatti, le frequenze relative al massimo e minimo valore di E che definiscono l'andamento non lineare (simile al corrispettivo di Figura 69), si discostano solamente di 0.01 [Hz] rispetto alle medesime riferite al moto flessionale lungo y. La validità del calcolo della varianza anche in questo caso risulta soddisfatta dalle risposte modali riportate in figura 85 e Figura 86. Questo risultato conferma quindi che il parametro analizzato influenza significativamente la risposta globale di tipo flessionale nelle due direzioni x e y.

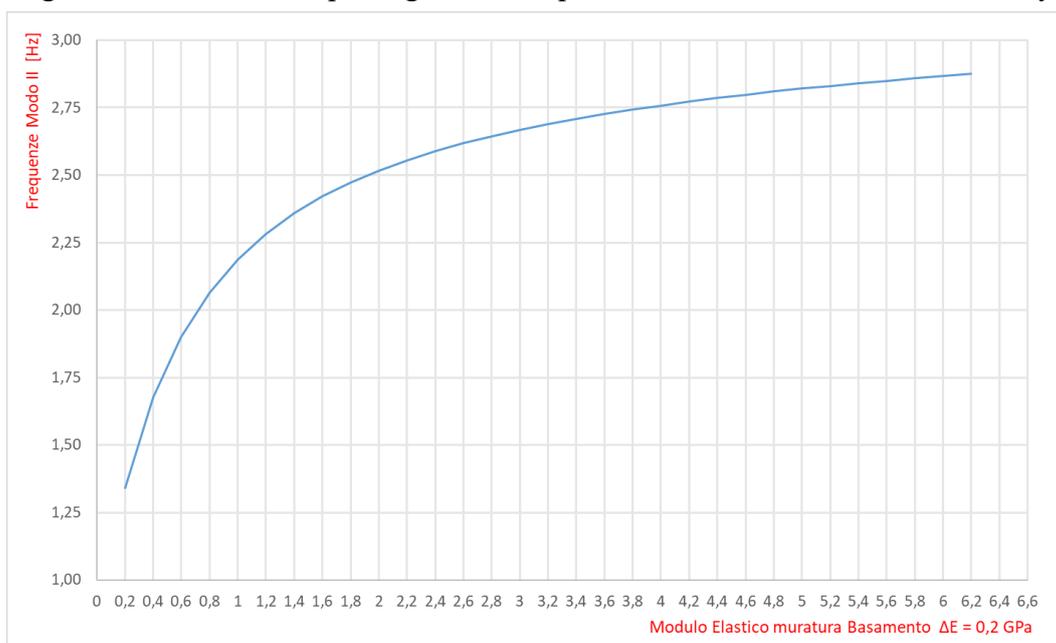


Figura 87: Frequenze del modo II al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Basamento

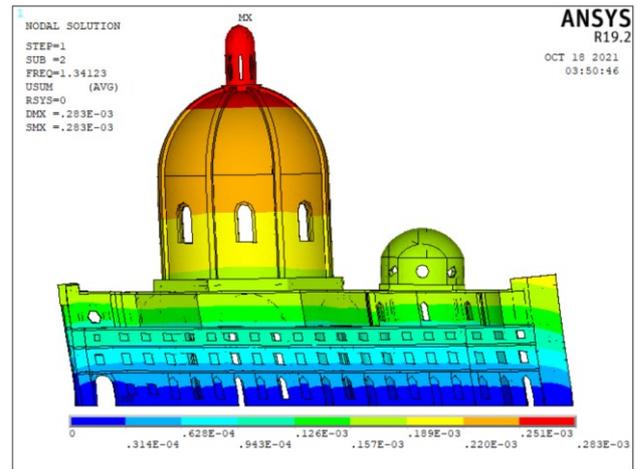
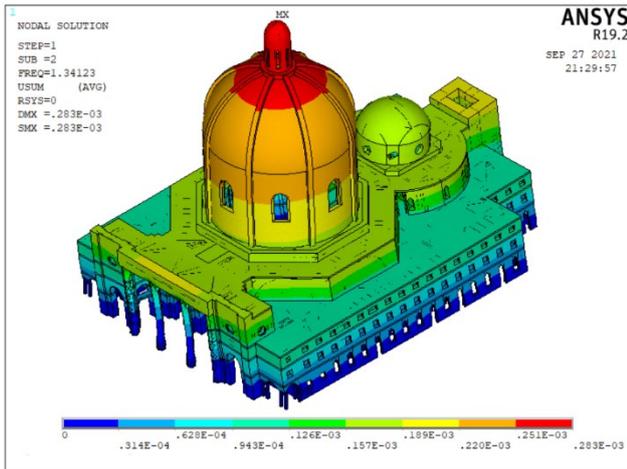


Figura 88: Modo II ($f = 1.34123$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Basamento ($E=0.2$ GPa)

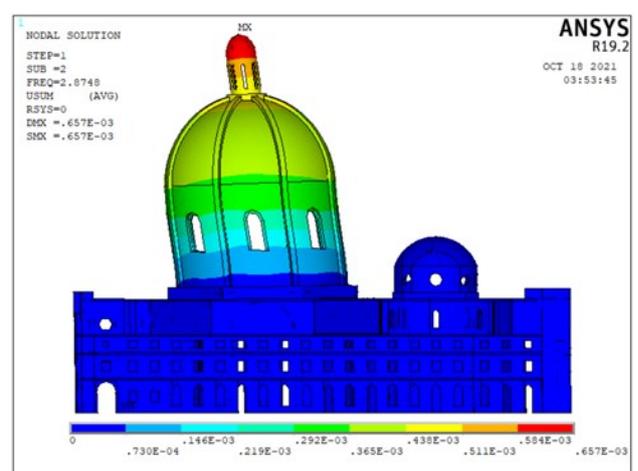
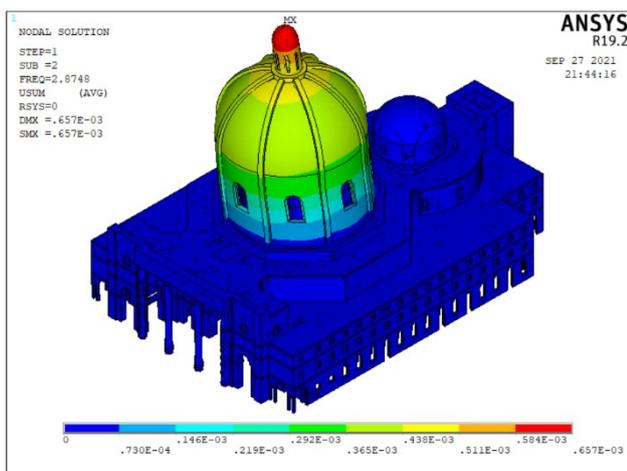


Figura 89: Modo II ($f = 2.8748$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Basamento ($E=6.2$ GPa)

L'analisi della Figura 87 rispecchia il risultato ottenuto nella Figura 72, i risultati però si differenziano poiché in questo caso il moto flessionale si sviluppa lungo x . Pertanto la relazione che esprime la rigidità flessionale rispetto alla (4.3.1) è espressa dalla seguente relazione:

$$K_{Mx} = EJ_x \quad (4.3.2)$$

Anche in questo caso l'influenza sulla risposta modale è influenzata dalla rigidità (E) della muratura del basamento, in quanto J_x rimane costante per ogni incremento del modulo elastico. La funzione $f = f(E)$ è di tipo non lineare e tale per cui nell'intervallo $0.2 \leq E \leq 6.2$ [GPa] le frequenze variano nel range $1.34123 \leq f \leq 2.8748$ [Hz]. Questo risultato conferma l'esigenza di indagare le effettive caratteristiche dei materiali tramite prove in situ, infatti in base al valore assunto dal modulo elastico della muratura si possono avere ampie variazioni in frequenza e quindi ad una non corretta valutazione del reale comportamento dell'intera struttura.

Per il parametro descritto, la concordanza delle forme modali Figure 88 e 89 conferma che esso risulta significativo nei confronti della risposta globale rappresentata dai due modi flessionali.

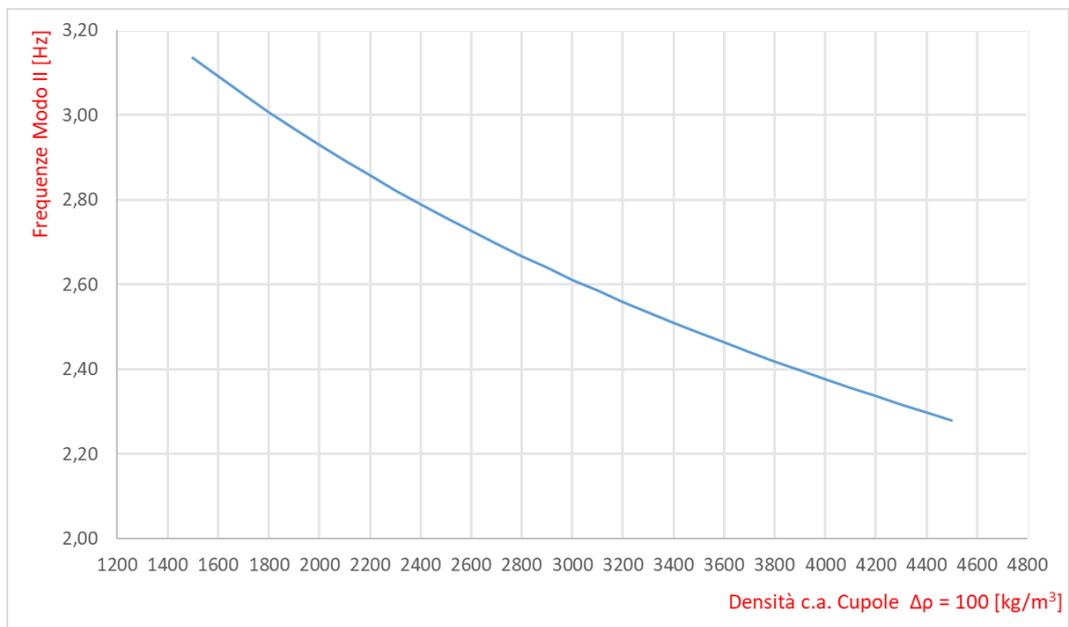


Figura 90: Frequenze del modo II al variare della Densità della muratura del macroelemento Cupole

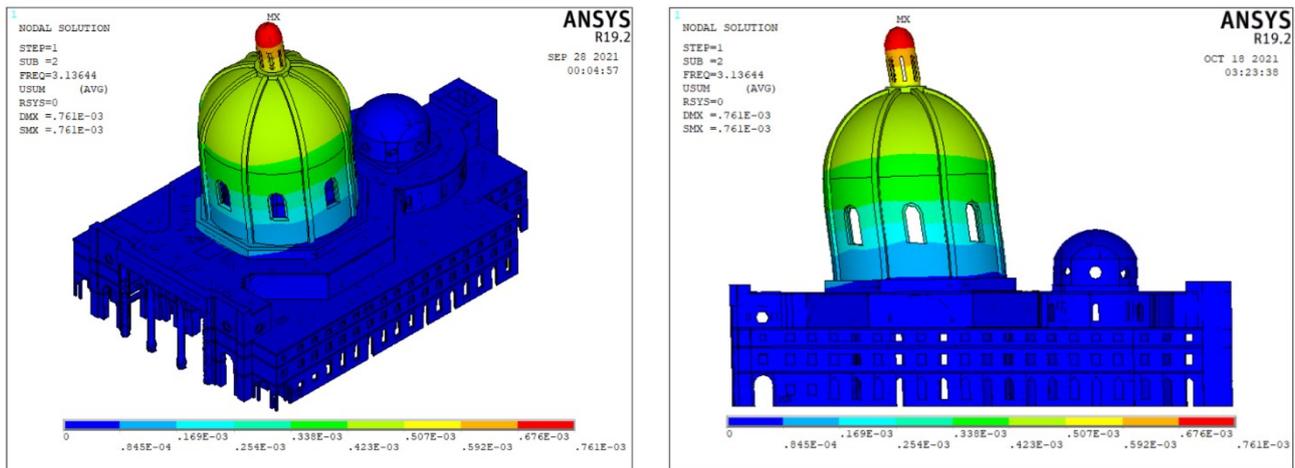


Figura 91: Modo II ($f = 3.13644$ [Hz]) relativo al minimo valore di ρ c.a. del macroelemento Cupole ($\rho = 1500$ Kg/m³)

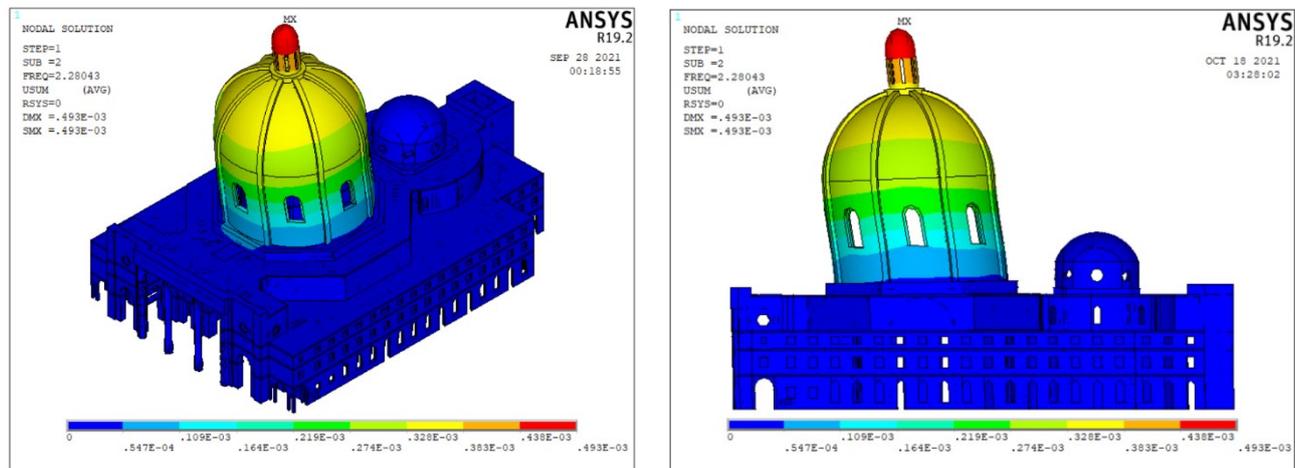


Figura 92: Modo II ($f = 2.28043$ [Hz]) relativo al massimo valore di ρ c.a. del macroelemento Cupole ($\rho = 4500$ Kg/m³)

Rispetto ai primi due parametri significativi nei confronti del modo flessionale lungo x, per il parametro descritto (ρ c.a. del macroelemento cupole) il legame tra le frequenze di modo II e i valori di densità risulta sempre di tipo non lineare, ma all'aumentare del valore assunto dalla densità delle cupole si assiste ad una continua decrescita della frequenza che caratterizza il secondo modo di vibrare e quindi una sempre maggiore deformabilità della struttura nei confronti dell'azione sismica. Il modo flessionale come è possibile vedere dalle Figure 91 e 92 interessa il sistema Cupole-Tamburo-Contrafforti e poiché tale sistema risulta lontano dalle condizioni vincolari, (rappresentate dai vincoli di incastro alla base dell'intera struttura) gli spostamenti a seguito dall'eccitazione sismica risultano tanto maggiori tanto maggiore è il peso che le caratterizza (maggiore infatti risulta la forza di inerzia che è direttamente proporzionale alla massa). Essendo che entrambe le forme modali si riferiscono allo stesso modo flessionale (riferendosi a campi di spostamenti differenti per i motivi sopra esposti), anche in questo caso è possibile concludere che il parametro supera la convalida del calcolo della varianza e rientra tra le caratteristiche meccaniche da indagare in possibili indagini in situ da svolgere sulla Basilica Superiore.

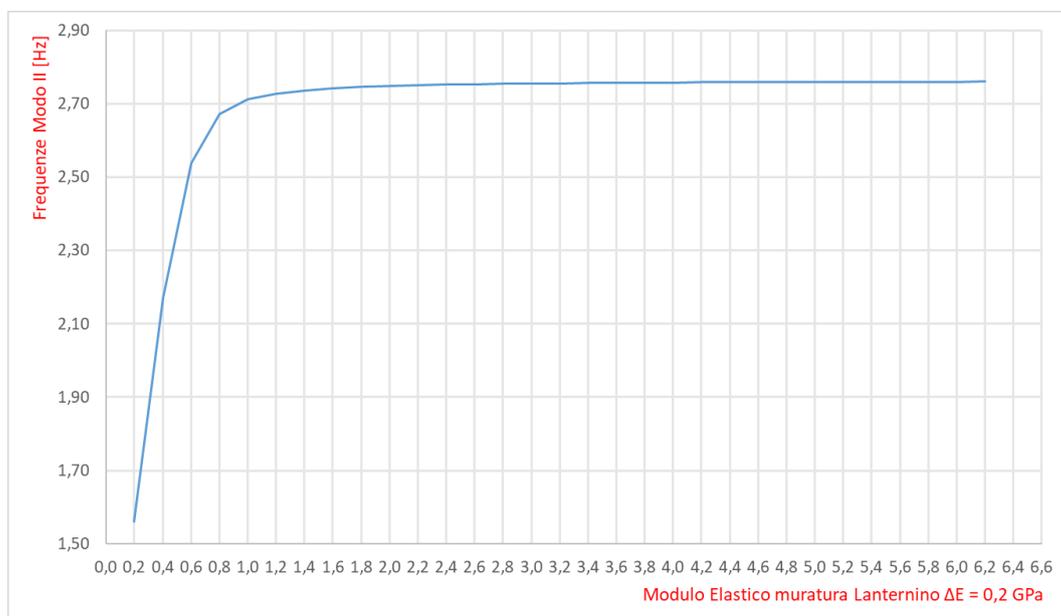


Figura 93: Frequenze del modo II al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Lanternino

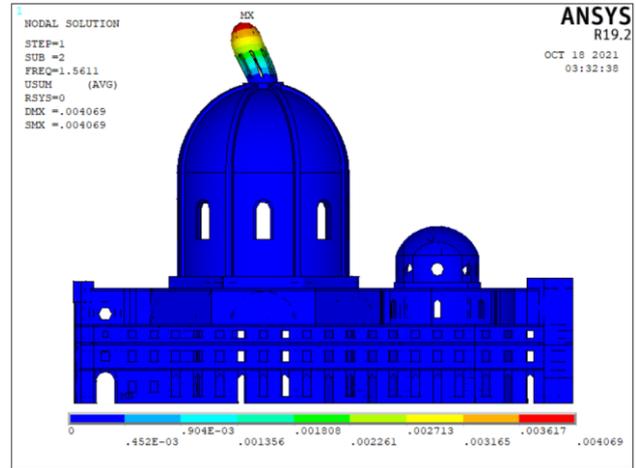
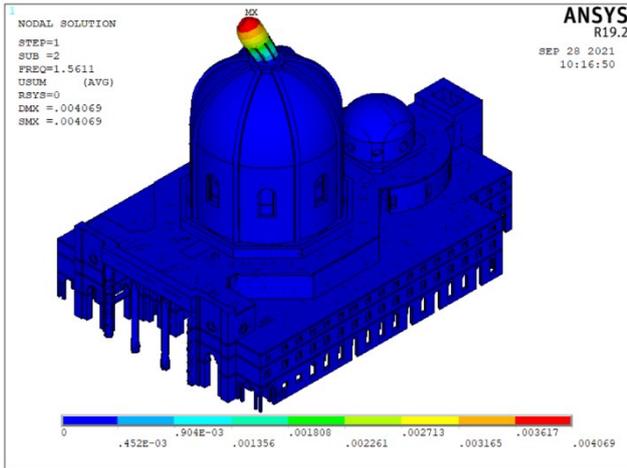


Figura 94: Modo II ($f = 1.5611$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Lanternino ($E=0.2$ GPa)

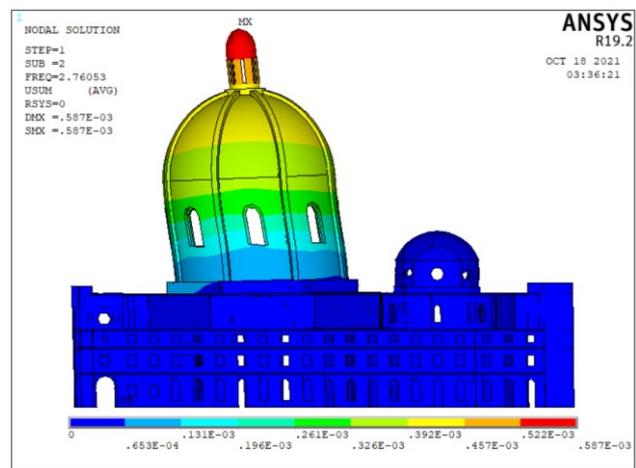
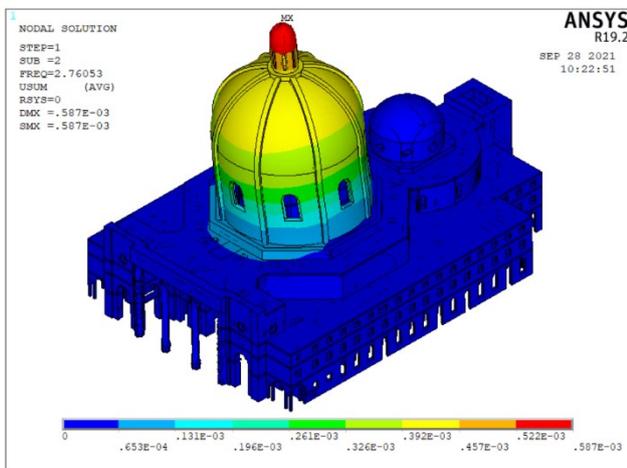


Figura 95: Modo II ($f = 2.76053$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Lanternino ($E=6.2$ GPa)

La risposta in frequenza ottenuta al variare del parametro E muratura del macroelemento Lanternino riportata in Figura 93, rispecchia lo stesso comportamento osservato dall'influenza che esso assume nei confronti dell'ortogonale modo flessionale riferito all'asse y (riportato in Figura 78). Le due forme modali (sopra riportate) presentano infatti le medesime caratteristiche delle corrispettive forme modali di Figura 79 e Figura 80. Le conclusioni sono quindi le medesime riportate in precedenza, dove si sottolinea la necessità di indagini in situ per verificare il range in cui ricade il modulo elastico della muratura del Lanternino. In quanto se esso ricade nell'intervallo caratterizzato dal plateau orizzontale la varianza ad esso legato è nulla e quindi dal punto di vista dinamico tale parametro non risulta significativo.

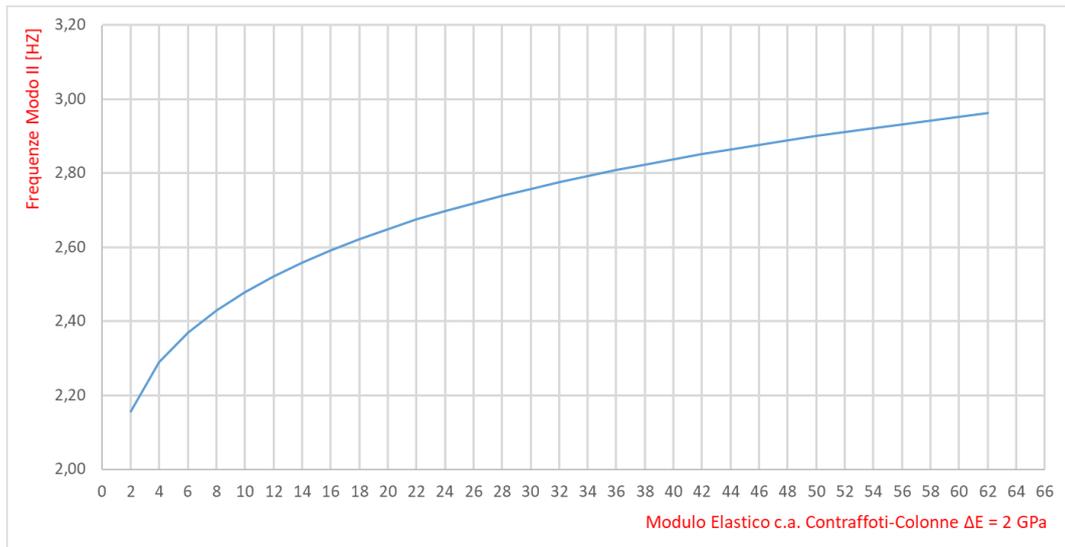


Figura 96: Frequenze del modo II al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Contrafforti-Colonne

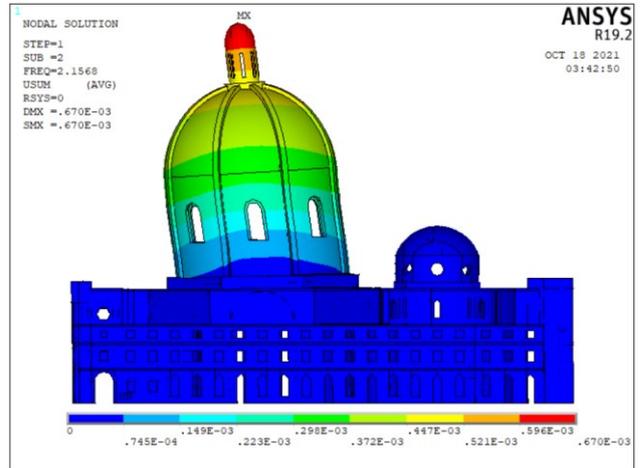
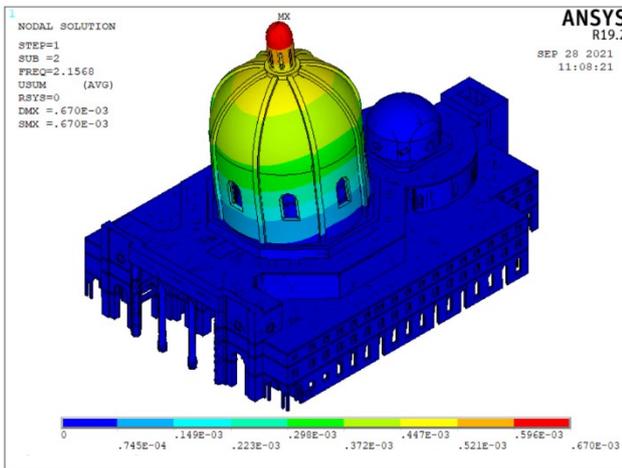


Figura 97: Modo II ($f=2.1568$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Contrafforti-Colonne ($E=2$ GPa)

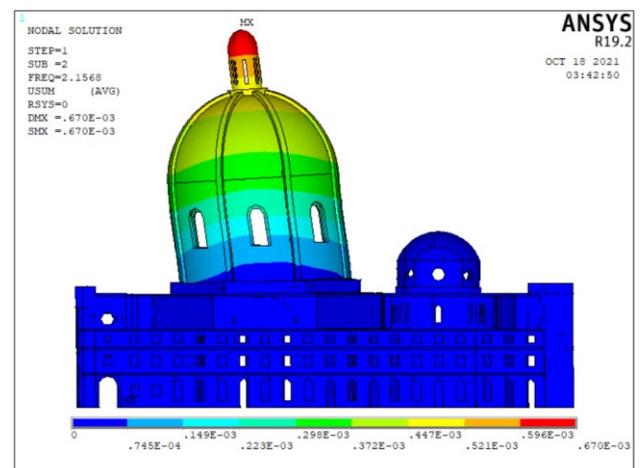
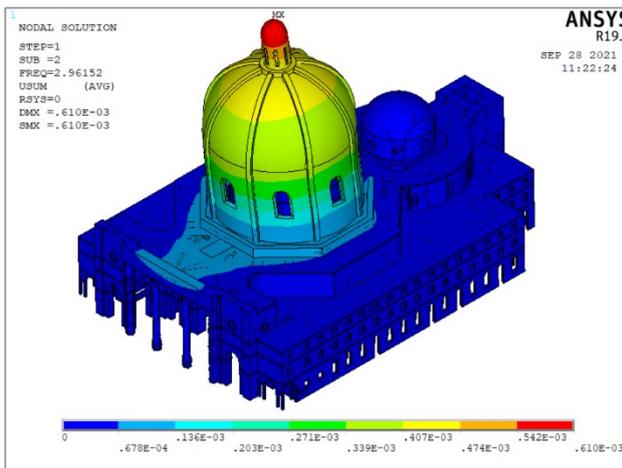


Figura 98: Modo II ($f=2.96152$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Contrafforti-Colonne ($E=62$ GPa)

Nella Figura 96 è riportato l'andamento delle frequenze del modo II in funzione della variazione dell'ultimo parametro significativo individuato dall'analisi di sensitività locale. Data la geometria circolare definita dal Galletti per il sistema cupola-tamburo-contrafforti, la funzione che descrive le frequenze di modo II al variare del parametro E del macroelemento rispecchia l'andamento già osservato in Figura 83. Il valore della frequenza minima è $f_{min} = 2,1568 [Hz]$ ottenuto per $E = 2 [GPa]$ e un valore massimo $f_{max} = 2,96152 [GPa]$ relativo a $E = 62 [GPa]$. Come per il parametro E muratura del macroelemento Tamburo, anche in questo caso come è possibile osservare dalle forme modali (ottenute per il minimo e massimo valore del modulo elastico riportate rispettivamente nella Figura 97 e Figura 98) che le frequenze del modo II sono riferite al modo flessionale che interessa il sistema costituito dai seguenti macroelementi:

- Lanternino;
- Cupole;
- Tamburo;
- Contrafforti-Colonne.

La minore importanza del modulo elastico c.a. del macroelemento Contrafforti-Colonne rispetto al modulo elastico della muratura del macroelemento Tamburo può essere spiegata in termini di rigidità flessionale espressa dalla relazione (4.3.2). Nonostante infatti il modulo elastico del cemento armato sia di un ordine di grandezza superiore a quella della muratura, il momento di inerzia offerto dal tamburo è tale per cui la risposta flessionale sia governata dalla rigidità (E) della muratura del tamburo e non dalla rigidità (E) dei contrafforti-colonne.

Anche per quest'ultimo parametro le due risposte modali risultano concordi in relazione al modo flessionale lungo x , confermando quindi il corretto calcolo della varianza che ad ogni variazione del modulo elastico si riferisce al medesimo modo flessionale.

4.3.3 MODO III: torsionale

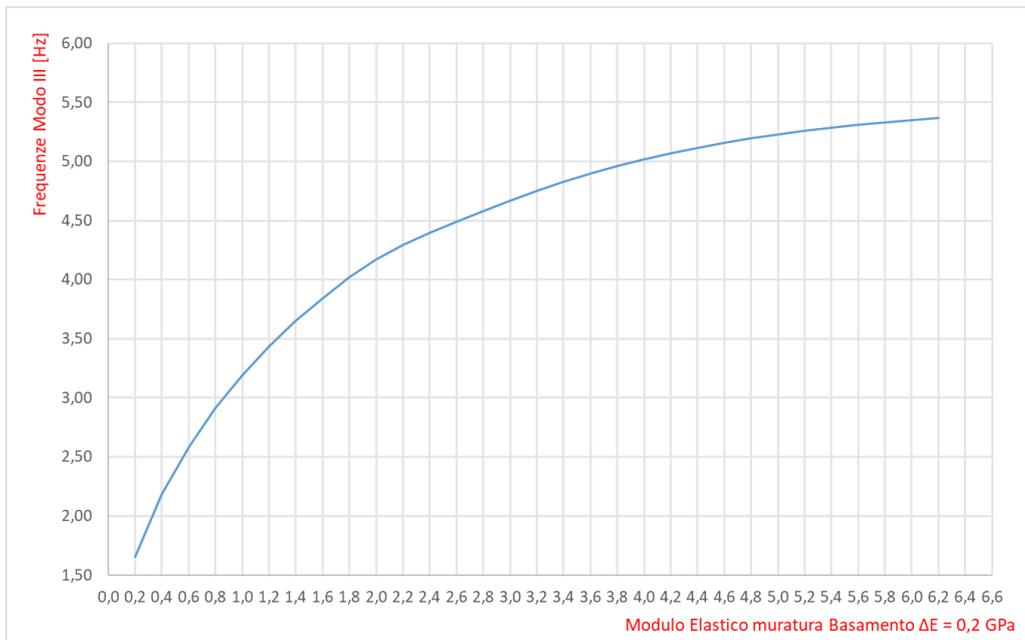


Figura 98: Frequenza del modo III al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Basamento

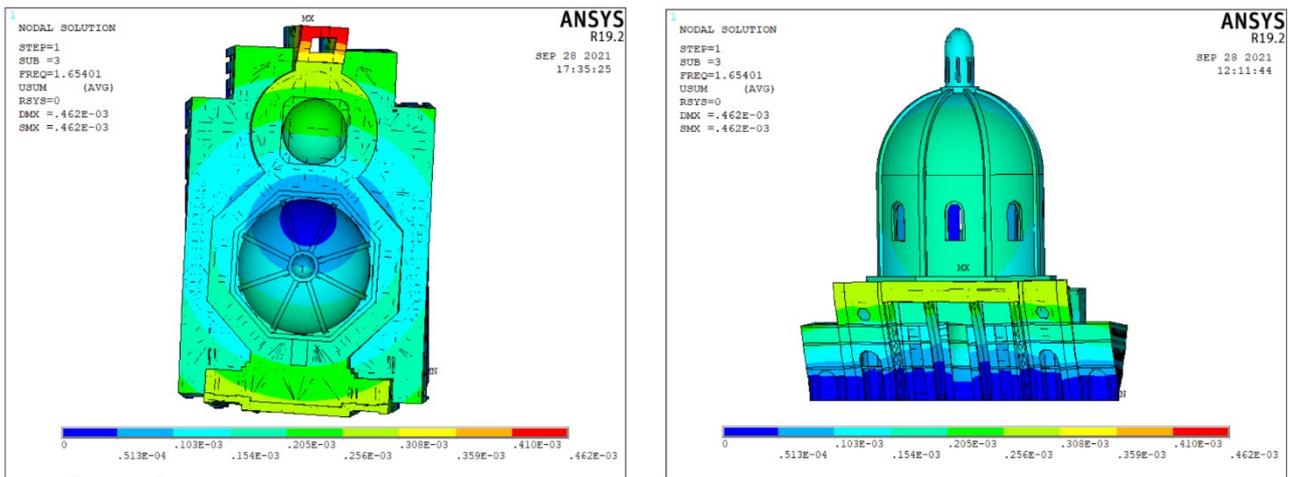


Figura 99: Modo III ($f = 1.65401$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Basamento ($E=0.2$ GPa)

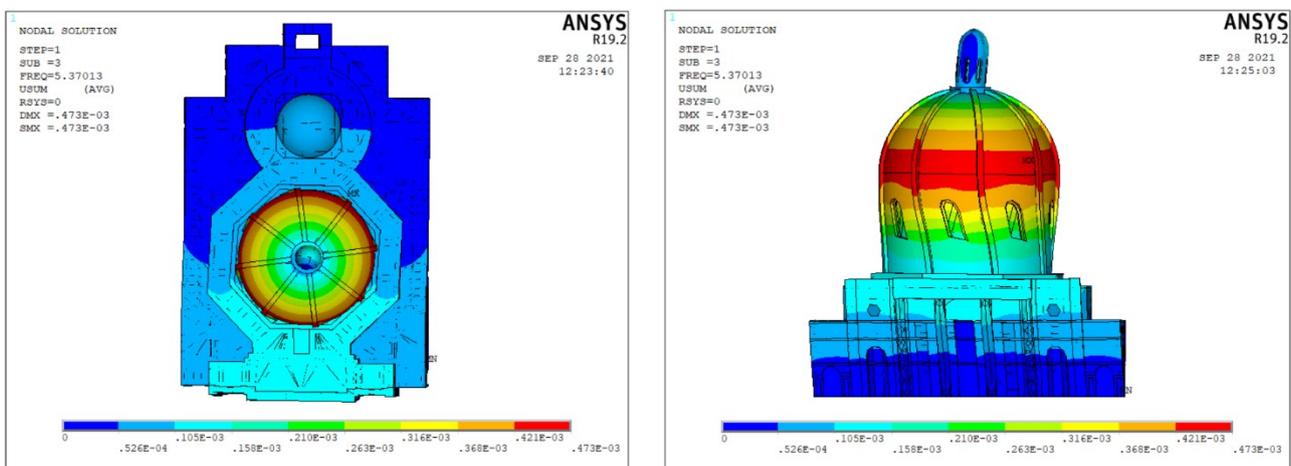


Figura 100: Modo III ($f = 5.37013$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Basamento ($E=6.2$ GPa)

I valori assunti dalla frequenza di modi III in funzione del parametro E muratura del macroelemento Basamento (Figura 99) mostrano che ad un aumento costante del modulo elastico $\Delta E = 0.2 [GPa]$ corrisponde un aumento della frequenza secondo un ramo iperbolico (non lineare). Rispetto al valore di frequenza $f = 5.0192 [Hz]$ ottenuto con riferimento alle caratteristiche meccaniche da letteratura (Tabella 3), il valori di minimo e massimo che descrivono la correlazione tra la risposta modale e il parametro indagato dall'analisi di sensitività locale valgono:

$$\begin{cases} f_{min} = 1.6540 [Hz] \\ f_{max} = 5.3701 [Hz] \end{cases}$$

Dal punto di vista strutturale il valore di frequenza che definisce il modo III dipende dalla rigidezza torsionale che il basamento offre nei confronti dell'azione sismica. Quest'ultima dal punto di vista analitico risulta definita dalla seguente relazione:

$$K_{Mz} = G_c J_t \quad (4.3.3)$$

La (4.3.3) permette inoltre di capire il motivo per cui la risposta modale di tipo torsionale (Figura 101) sia influenzata dal modulo elastico piuttosto che dal coefficiente di Poisson. Infatti, a parità di momento polare J_t (la geometria durante l'analisi di sensitività locale rimane costante), la rigidezza torsionale è governata dal modulo di elasticità tangenziale (G_c) il quale dipende da E e ν tramite la relazione:

$$G_c = \frac{E}{2(1 + \nu)} \quad (4.3.4)$$

La rigidezza torsionale risulta infatti direttamente proporzionale al modulo elastico e inversamente proporzionale al coefficiente di poisson.

Dal confronto delle due forme modali (Figura 100 e Figura 101) è possibile osservare che all'aumentare della rigidezza torsionale, il campo degli spostamenti risulta più amplificato in corrispondenza del sistema Cupola-Tamburo-Contrafforti, il quale per $E = 62 [Pa]$ presenta una

forma modale relativa ad un modo puramente torsionale. L'analisi critica delle due forme modali (che si riferiscono entrambe al modo torsionale) mette inoltre in risalto la necessita di studi di analisi di sensitività globale, infatti per il minimo e massimo valore del modulo elastico, la risposta modale si concentra in maniera più o meno significativa sui differenti macroelementi che compongono la struttura.

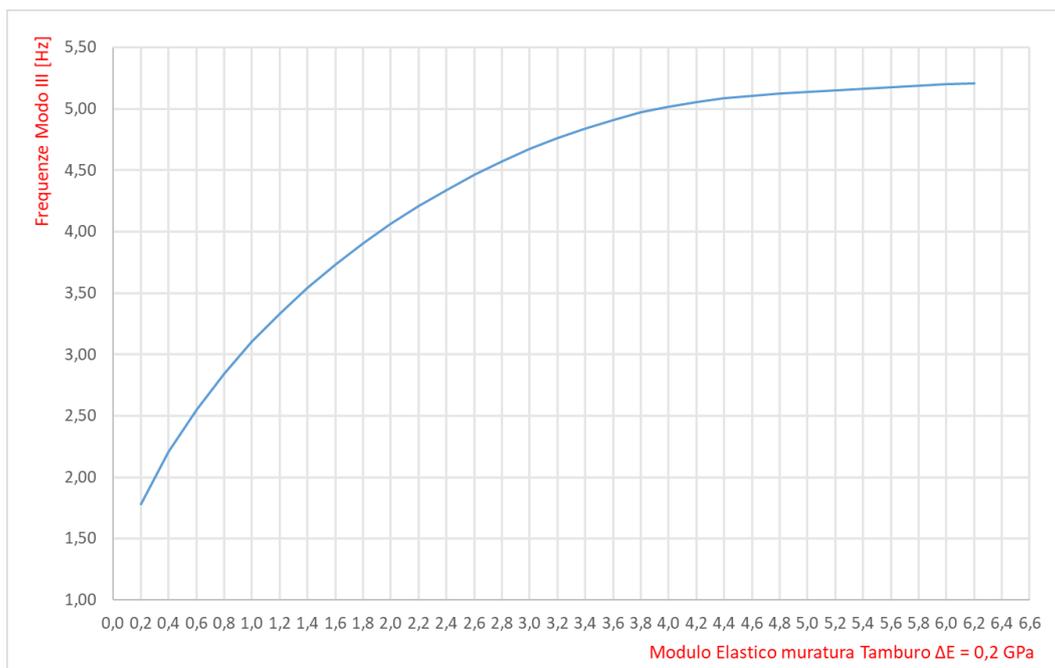


Figura 101: Frequenze del modo III al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Tamburo

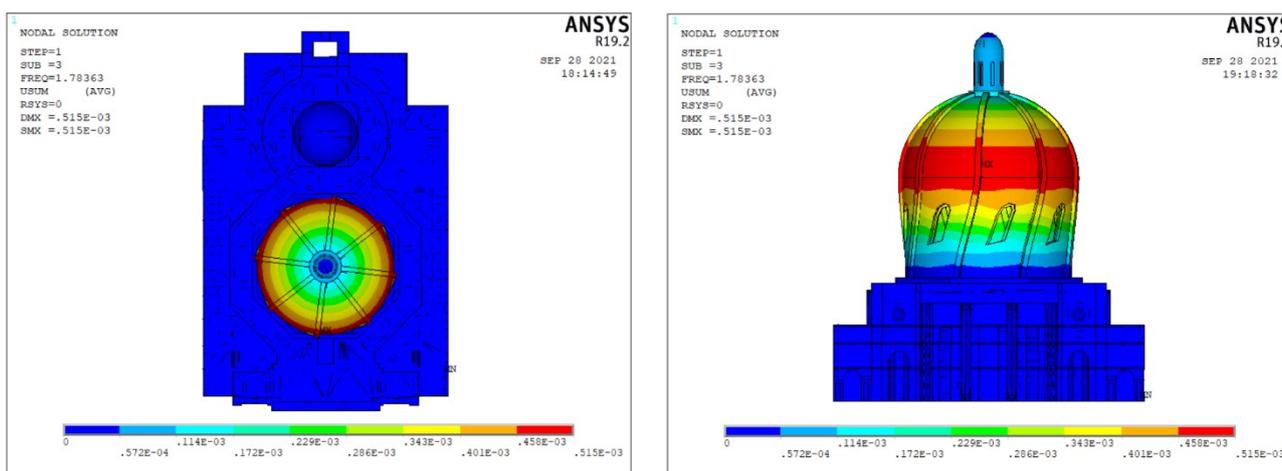


Figura 102: Modo III ($f = 1.78363$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Tamburo ($E = 0.2$ GPa)

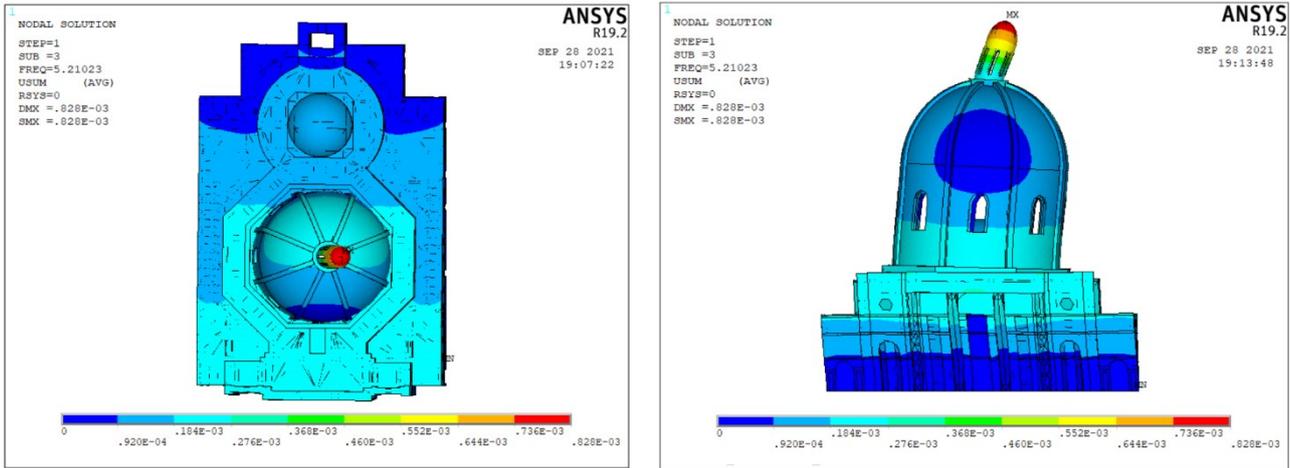


Figura 103: Modo III ($f = 5.21023$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Tamburo ($E=6.2$ GPa)

L'analisi della variazione della frequenza di modo III in funzione del parametro E muratura del macroelemento Tamburo, presenta un aspetto significativo nel range $4.4 \leq E \leq 6.2$ [GPa], dove la correlazione tra i valori delle frequenze e dei moduli elastici non segue più l'andamento non lineare (approssimabile ad un ramo iperbolico) ma si appiattisce seguendo un andamento lineare. In questo caso, rispetto ai casi precedentemente esaminati, conduce ad una perdita di correlazione visibile dal confronto tra le due forme modali di Figura 103 e Figura 104. Questo conduce a porre attenzione sui risultati ottenuti ma solamente in relazione al modo III, in quanto il calcolo della varianza di tale parametro con riferimento al modo I e modo II è già stato validato in precedenza.

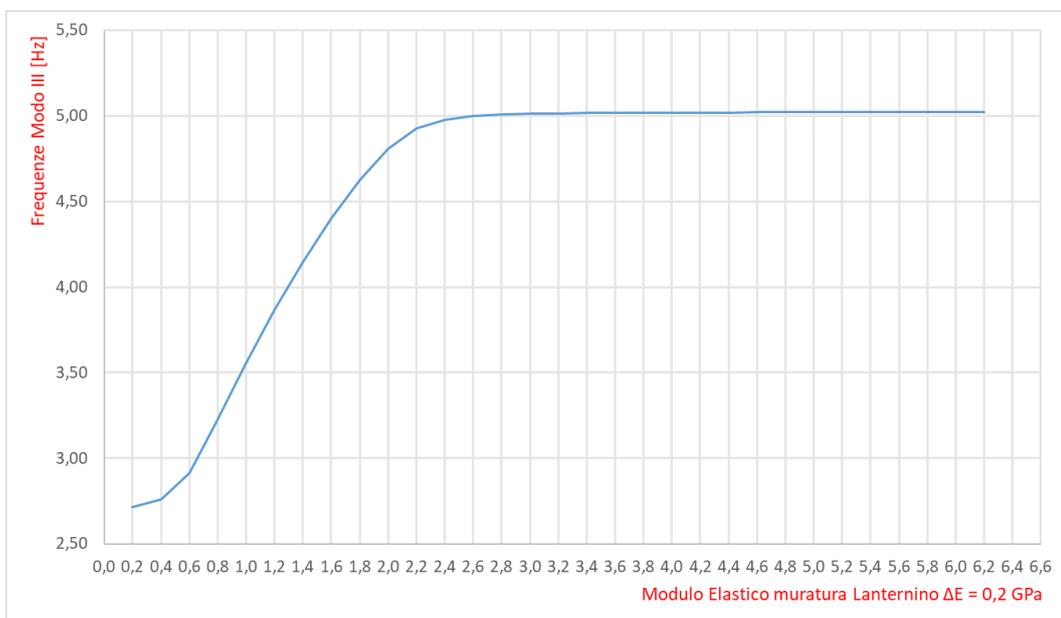


Figura 104: Frequenze del modo III al variare del Modulo Elastico della muratura del macroelemento Lanternino

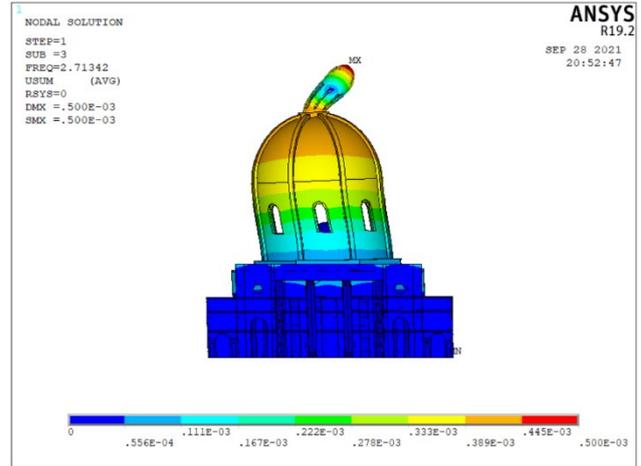
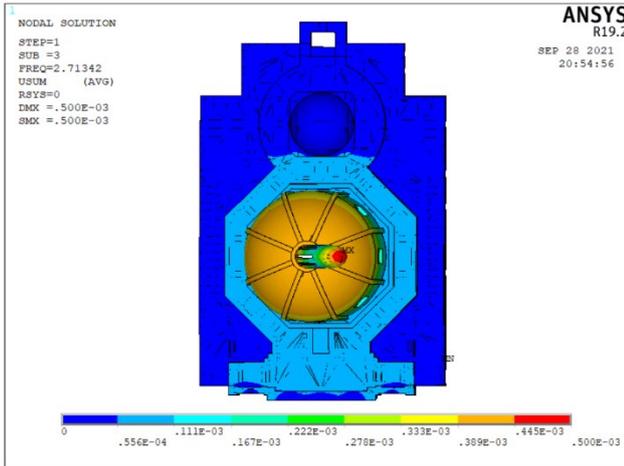


Figura 105: Modo III ($f = 2.71342$ [Hz]) relativo al minimo valore di E muratura del macroelemento Lanternino ($E=0.2$ GPa)

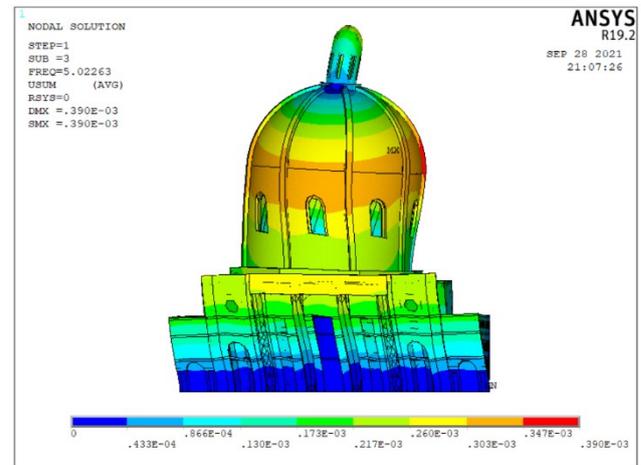
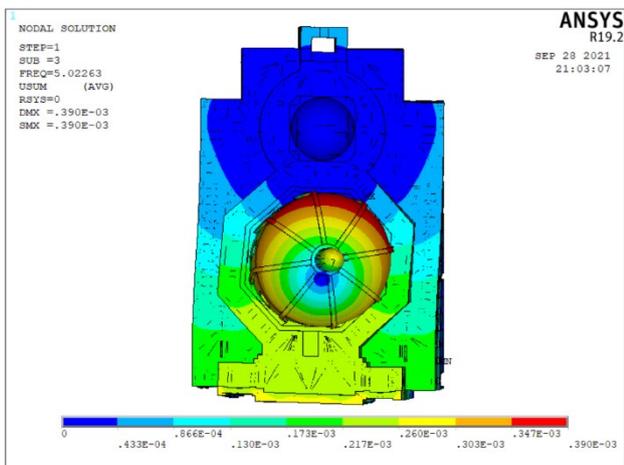


Figura 106: Modo III ($f = 5.02263$ [Hz]) relativo al massimo valore di E muratura del macroelemento Lanternino ($E=6.2$ GPa)

L'effetto che il parametro E muratura del macroelemento ha sul valore assunto dalle frequenze è simile a quello osservato per il modo I e modo II. In questo caso però si osserva un doppio cambio di pendenza che precede il plateau precedentemente osservato. Le due risposte modali confermano inoltre l'incertezza legata al terzo modo di vibrare, infatti la risposta modale passa da un modo flessionale rispetto l'asse y per $E = 0.2$ [GPa] ad una forma modale torsionale per $E = 6.2$ [GPa].

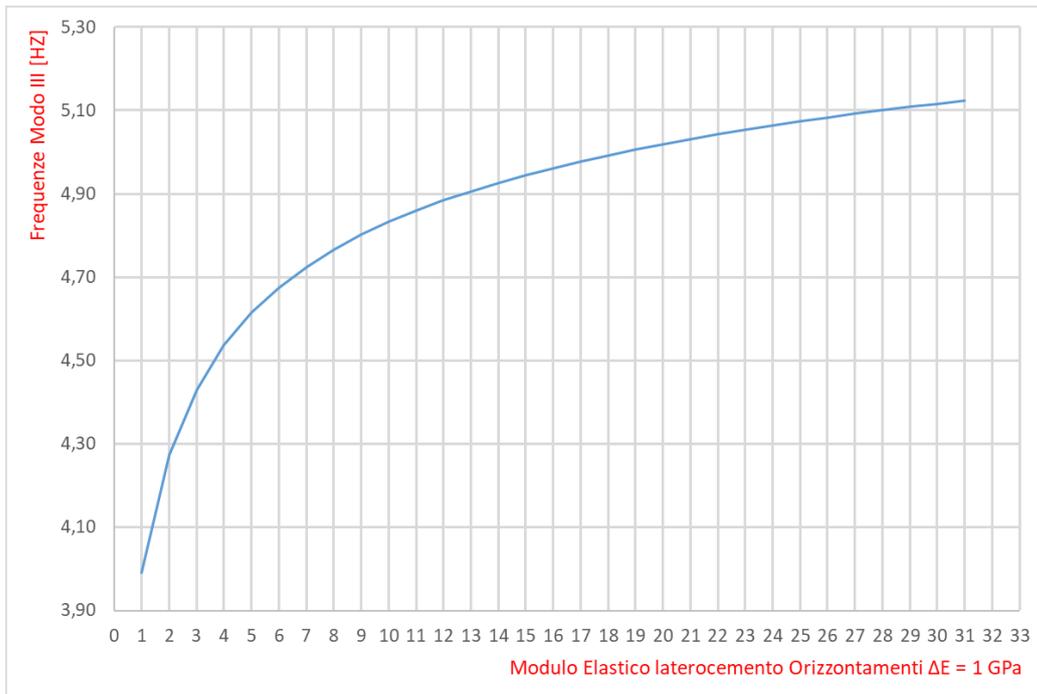


Figura 107: Frequenze del modo III al variare del Modulo Elastico laterocemento del macroelemento Orizzontamenti

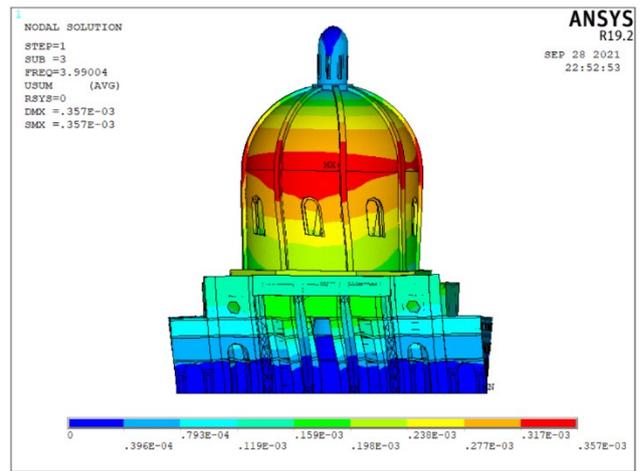
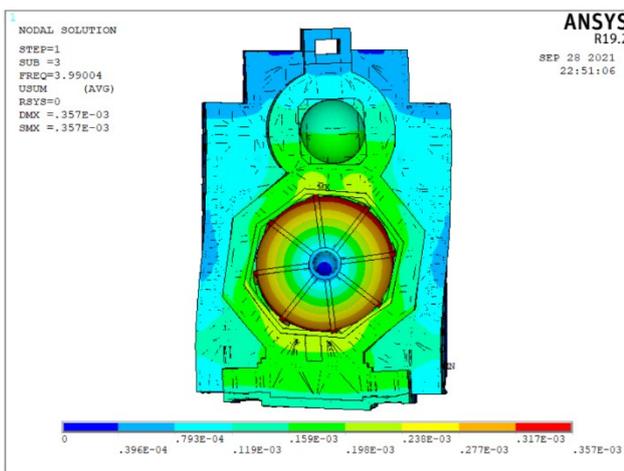


Figura 108: Modo III ($f = 3.99004$ [Hz]) relativo al minimo valore di E laterocemento del macroelemento Orizzontamenti ($E=1$ GPa)

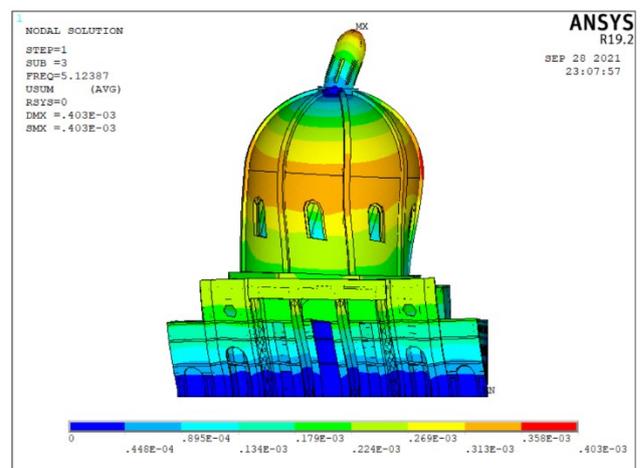
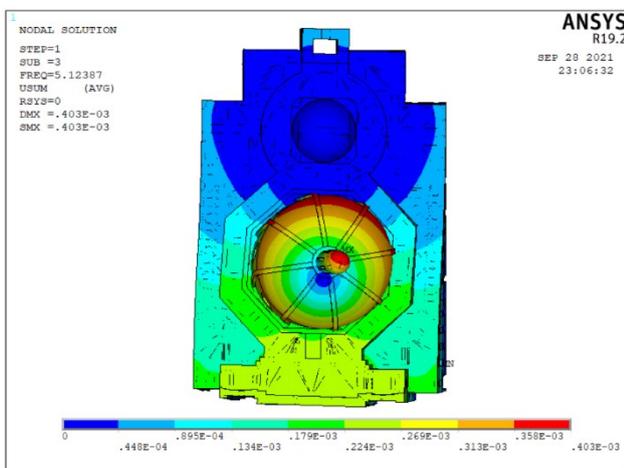


Figura 109: Modo III ($f = 5.12387$ [Hz]) relativo al massimo valore di E laterocemento del macroelemento Orizzontamenti ($E=61$ GPa)

La descrizione dell'andamento delle frequenze in funzione del parametro E laterocemento del macroelemento Orizzontamenti riportato nella Figura 108 e delle forme modali delle Figure 109 e 110, esula dai risultati ottenuti dall'analisi di sensitività locale condotta in questo elaborato di tesi. Tale parametro infatti non rientra tra i cinque parametri significativi che caratterizzano i primi due modi di vibrare, i quali risultano significativi per la comprensione del comportamento globale dell'intera struttura.

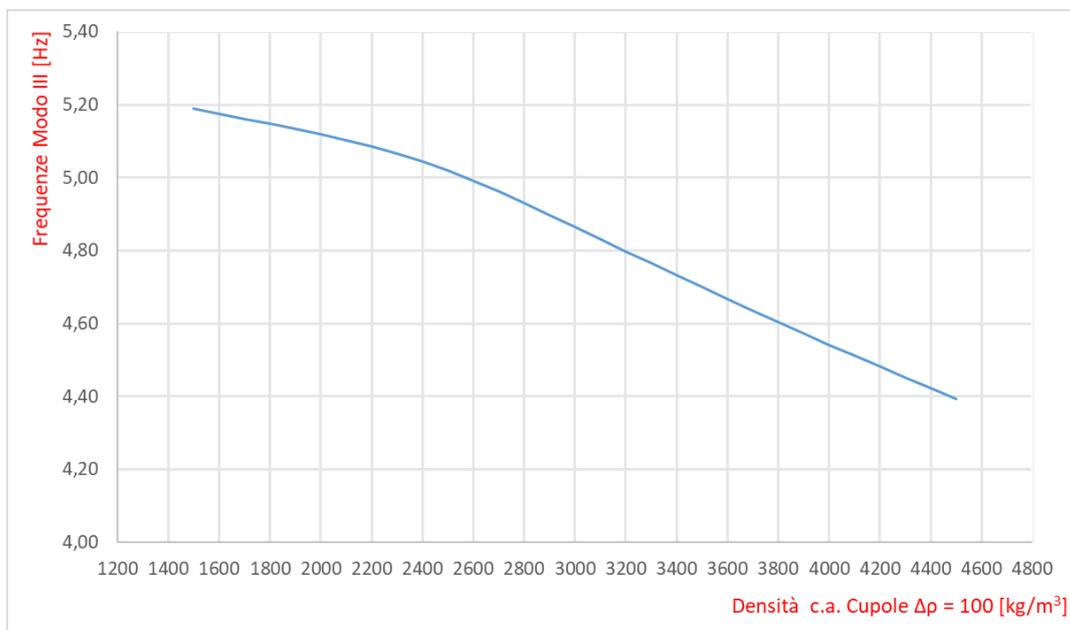


Figura 110: Frequenze del modo III al variare della Densità della muratura del macroelemento Cupole

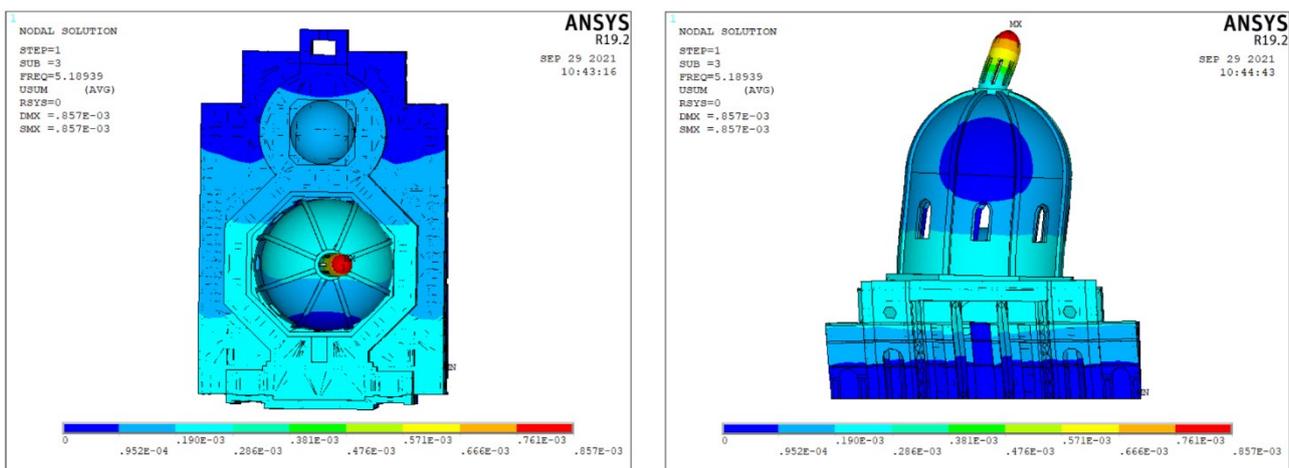


Figura 111: Modo II ($f = 5.18939$ [Hz]) relativo al minimo valore di p c.a. del macroelemento Cupole ($\rho = 1500$ Kg/m³)

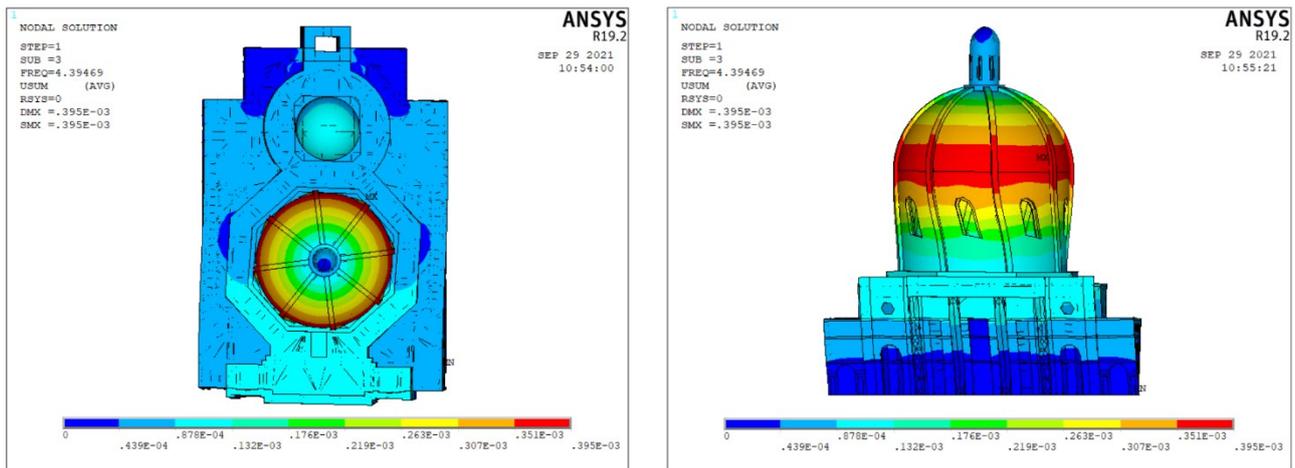


Figura 112: Modo II ($f = 4.39469$ [Hz]) relativo al massimo valore di ρ c.a del macroelemento Cupole ($\rho=4500$ Kg/m³)

La risposta modale in termini di frequenze ottenute per incrementi costanti del parametro densità del cemento armato del macroelemento Cupole, presenta la medesima correlazione osservata in corrispondenza del modo flessionale y e x (modo I e modo II), per cui dal punto di vista strutturale valgono le stesse considerazioni. In questo caso però, viene confermata l'incertezza legata al modo III, infatti il confronto delle forme modali relative al minimo e massimo valore di densità, mostra una possibile non correlazione delle forme modali nei confronti al modo torsionale. Infatti, per la prima forma modale si potrebbe concludere che il modo sia di tipo flessionale e per la seconda invece di tipo torsionale. Per tale motivo il calcolo della varianza potrebbe non essere veritiero in quanto non riferito al medesimo modo di vibrare e quindi i risultati ottenuti sono soggetti ad incertezza. Nonostante però l'incertezza dell'influenza di tale parametro nei confronti della risposta modale dell'intera struttura, esso viene comunque preso in considerazione in quanto soddisfa le verifiche per i primi due modi flessionale che come detto in precedenza sono rappresentativi del comportamento globale del sistema dinamico analizzato.

In conclusione per i primi due modi flessionali, l'analisi di sensitività condotta tramite il calcolo della varianza normalizzata rispetto alla somma dei 21 parametri indagati è stata validata tramite il confronto delle risposte modali ottenute in corrispondenza del massimo e minimo valore. Il modo III presenta invece un parametro (E laterocemento macroelemento Orizzontamenti) che è stato scartato

in quanto non rientra tra parametri significativi dei primi due modi di vibrare e quindi non significativo nei riguardi della risposta globale del sistema. Inoltre per il modo III i parametri due parametri (E muratura macroelemento Tamburo e ρ c.a. macroelemento cupole) presentano delle incertezze legate alla mancata coerenza delle forme modali (riferite al minimo e massimo valore del parametro indagato). Per tale motivo, si rimanda a studi successivi, l'analisi delle forme modali tramite MAC (Modal Assurance Criterion) in modo da verificare la concordanza o meno delle forme modali al variare del parametro analizzato.

Lo script dell'analisi di sensitività locale condotta attraverso il software di calcolo Ansys è riportato nell'*Allegato B*.

4.4 Confronto risultati dell'analisi modale e di sensitività locale condotti sulla Basilica Superiore e sulla Chiesa di Santa Maria del Suffragio

Le strutture del patrimonio storico culturale a causa della loro intrinseca complessità geometrica, eterogeneità dei materiali utilizzati, differenti fasi costruttive (che possono interessare lunghi archi temporali e che quindi possono presentare differenti concezioni strutturali) presentano un comportamento statico e dinamico di difficile interpretazione. Tale aspetto viene messo in evidenza tramite il confronto dei risultati dell'analisi modale e di sensitività locale condotta per la Chiesa Nuova e la Chiesa di Santa Maria del Suffragio (Aquila)³⁸. Vengono di seguito riportati i risultati dell'analisi modale in termini di frequenza dei primi undici modi di vibrare.

³⁸ Global Sensitivity-Based Model Updating for Heritage Structures, Giosuè Boscato, Salvatore Russo, Rosario Ceravolo, Luca Zanotti Fragonara, Computer-Aided Civil and Infrastructure engineering, 2015

MODO	FREQUENZA [Hz]	DESCRIZIONE
1	2,6590	MODO FLESSIONALE ASSE Y
2	2,7579	MODO FLESSIONALE ASSE X
3	5,0192	MODO TORSIONALE SISTEMA CUPOLA TAMBURO CONTRAFFORTI
4	5,1471	PRIMO MODO TORSIONALE LANTERNINO
5	5,4946	SECONDO MODO TORSIONALE LANTERNINO
6	6,0947	MODO VERTICALE
7	6,4183	PRIMO MODO DI OVALIZZAZIONE
8	6,7797	MODO FLESSIONALE LANTERINO ASSE Y
9	6,8365	PRIMO MODO FLESSIONALE LANTERNINO ASSE X
10	6,8500	SECONDO MODO FLESSIONALE LANTERNINO ASSE X
11	8,3783	MODO VERTICALE

Tabella 7: Frequenza relative ai primi undici modi di vibrare, Chiesa Nuova Santuario di Oropa

MODO	FREQUENZA [Hz]	DESCRIZIONE
1	1,94	PRIMO MODO FLESSIONALE FACCIATA
2	2,12	PRIMO MODO FLESSIONALE CUPOLA ASSE Y
3	2,54	PRIMO MODO FLESSIONALE CUPOLA ASSE X
4	2,71	SECONDO MODO FLESSIONALE CUPOLA ASSE Y
5	2,86	PRIMO MODO DI OVALIZZAZIONE CUPOLA
6	3,15	SECONDO MODO DI OVALIZZAZIONE CUPOLA
7	3,24	-
8	3,37	-
9	3,54	-
10	3,82	-
11	4,28	-

Tabella 6: Frequenza relative ai primi undici modi di vibrare, Chiesa Santa Maria del Suffragio (Aquila)

Dal confronto delle due tabelle sopra è possibile osservare come le risposte modali delle due Chiese siano differenti, ma comunque caratterizzate da frequenze simili per i modi flessionali che interessano il sistema cupola-tamburo.

Un' altro aspetto che emerge dal confronto tra i risultati delle analisi di sensitività locale condotta è che l'influenza maggiore sul comportamento dinamico delle strutture è legato al valore assunto, per i singoli macroelementi, dal modulo elastico. Quanto detto è già stato osservato nelle Figure 68, 69 e

70 ed è riassunto nella figura seguente che riporta l'importanza dei parametri in funzione di $J(\theta)$ (funzione di costo), per i primi quattro modi di vibrare della struttura.

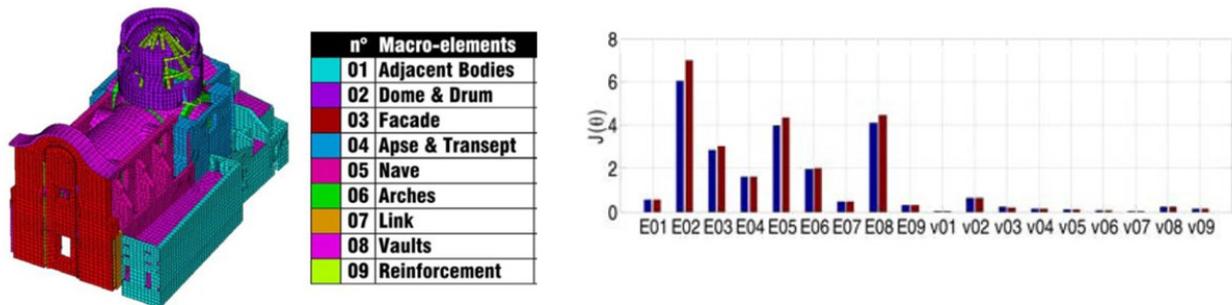


Figura 113:Indice di sensitività locale Chiesa Santa Maria del Suffragio

Per la Chiesa di Santa Maria del Suffragio i parametri significativi per ordine di importanza sono:

1. Modulo elastico muratura del sistema Cupola-Tamburo;
2. Modulo elastico muratura del macroelemento Volte;
3. Modulo elastico muratura del sistema Abside e Transetto;
4. Modulo elastico muratura del macroelemento Facciata;
5. Modulo elastico della muratura del macroelemento Navata.

In conclusione è possibile affermare che nonostante le due strutture presentano un comportamento strutturale unico, caratterizzate ma modi di vibrare differenti, i parametri più significativi nei confronti della risposta dinamica della struttura sono rappresentati anche se per ordine di importanza differente dai moduli elastici che caratterizzano ciascun macroelemento.

5. Conclusioni

Il presente lavoro di tesi si colloca all'inizio di un percorso di conoscenza, che attraverso analisi sempre più approfondite permette di comprendere il comportamento reale della struttura analizzata. Per gli edifici storici come il Santuario di Oropa ed in particolare per il caso studio la Chiesa Nuova, riveste particolare importanza la conoscenza della risposta strutturale nei confronti dei carichi statici e dinamici in modo da poter intervenire tempestivamente sulla struttura. La conoscenza del comportamento dinamico della struttura permette inoltre l'adozione di un efficace politica di prevenzione, tramite efficaci sistemi di monitoraggio, utile al fine della salvaguardia delle strutture esistenti e di conseguenza della tutela del ricco patrimonio storico culturale che caratterizza il nostro Paese. Il percorso di conoscenza può ritenersi completo quando il modello meccanico della struttura analizzata aderisce alla risposta reale della struttura monitorata dai sensori su di essa applicati. Le analisi e gli step che caratterizzano tale percorso, il punto di partenza è rappresentato ***dall'analisi di sensitività locale*** che, come detto in precedenza, permette di capire quali tra i parametri che caratterizzano il modello meccanico risultano significativi e quali non significati nei confronti della risposta dinamica della struttura. L'analisi successiva è invece rappresentata **dall'analisi di sensitività globale**; tale analisi permette inoltre di valutare le interazioni tra i parametri significativi definiti dalla precedente analisi di sensitività locale. Lo step successivo è rappresentato dall'**Optimal Sensor Placement**, ovvero definiti i parametri significativi nei confronti della risposta dinamica del modello meccanico si ricerca, con differenti configurazioni di tali parametri, la posizione ideale in cui applicare i sensori sulla struttura in modo da cogliere al meglio la reale risposta strutturale. Successivamente viene svolto un **processo di identificazione dinamica**; ciò avviene attraverso algoritmi a seguito dell'acquisizione dei dati provenienti dal sistema di monitoraggio, che permettono di ricavare informazioni inerenti sul comportamento dinamico della struttura oggetto di studio. In fine viene svolto un **processo di Updating** che sulla base delle informazioni dinamica ottenute dall'identificazione dinamica dal sistema di monitoraggio applicato alla struttura, consiste

nell'aggiornare i parametri significativi dal punto di vista dinamico, in modo da fare aderire la risposta strutturale del modello meccanico alla risposta reale della struttura.

L'obbiettivo del presente lavoro di tesi è la definizione tramite l'analisi di sensitività locale dei parametri che caratterizzano il modello meccanico nei confronti della risposta dinamica.

Per ottenere il risultato voluto, è stato innanzitutto necessario reperire le informazioni relative alla struttura sia dal punto di vista storico, in modo da poter individuare le fasi costruttive, le problematiche strutturali e realizzative riscontrate nel lungo periodo che hanno portato alla realizzazione della Chiesa Nuova; ed anche dal punto di vista degli elaborati progettuali, reperiti presso l'archivio storico del Santuario, grazie ai quali è stato possibile definire il modello geometrico 3D. Non sono stati reperiti invece documenti utili per la definizione delle caratteristiche meccaniche dei materiali utilizzati. Questa mancanza di dati non ha comportato nessun problema per lo svolgimento dell'analisi di sensitività locale; infatti quest'ultima collocandosi proprio all'inizio di un percorso di conoscenza, non risulta necessaria l'acquisizione delle reali condizioni delle caratteristiche meccaniche dei materiali. L'analisi di sensitività locale, per il caso di studio in esame, è stata infatti condotta assegnando ai parametri elastici (che caratterizzano ciascun macroelemento della struttura) dei valori che variano all'interno di intervalli, i quali si basano sui valori reperiti da letteratura (vedi Tabella 3). Questo ha permesso di indagare quali sono i parametri sensibili nei confronti della risposta dinamica della struttura e quindi si pone l'accento sui parametri su cui focalizzare l'attenzione per gli studi successivi.

Per il caso in esame i risultati dell'analisi di sensitività condotta nel precedente capitolo, riportati nella Figura 68, Figura 69 e Figura 70, hanno permesso di stabilire che tra i 21 parametri elastici indagati solamente 5 influiscono sensibilmente sulla risposta dinamica. La variazione dei restanti 17 parametri comporta variazioni in frequenza che risultano da 10 a 10000 volte più piccole. **In conclusione** per la struttura analizzata, grazie ai risultati ottenuti dall'analisi di sensitività locale, sono stati ottenuti i parametri da analizzare nella successiva Global sensitivity analysis, per la definizione del sistema di monitoraggio tramite l'Optimal Sensor Placement (basata su un numero di

configurazione che grazie ai risultati dell'analisi condotta si è ridotto da 30^{21} a soltanto 30^5 configurazioni), ed inoltre ha permesso di capire quali tra parametri elastici che caratterizzano ciascun macroelemento sono da focalizzare attraverso le prove in situ e i relativi studi in laboratorio per la successiva fase di identificazione dinamica.

Ringraziamenti

Desidero innanzitutto ringraziare il Prof. Rosario Ceravolo e il Prof. Mario Alberto Chiorino, grazie alla loro collaborazione ho potuto studiare un edificio monumentale come la Chiesa Nuova del Santuario di Oropa. La stesura di questa tesi di Laurea Magistrale ponendosi all'inizio di un lungo percorso di studi, che presenta come obiettivo ultimo la comprensione del comportamento strutturale di un'opera così complessa, mi ha permesso di capire e al contempo mi ha affascinato, quanto siano importanti questi studi per la salvaguardia e tutela del patrimonio storico culturale.

Ringrazio inoltre l'Architetto Emanuela Baietto e l'Archivista Danilo Craveia che hanno subito accettato la proposta del Professore Chiorino per lo sviluppo di questa tesi, inoltre mi hanno permesso di reperire gli elaborati progettuali originali e hanno colmato le lacune che quest'ultimi non potevano fornire.

Un doveroso grazie lo rivolgo al Dottore Ingegnere Gaetano Miraglia e alla Dottoressa Architetto Erica Lenticchia, per la loro disponibilità, per i preziosi chiarimenti che mi hanno permesso di modellare dal punto di vista geometrico e meccanico una struttura così complessa e per avermi seguito con dedizione e cura nella redazione di questo elaborato.

Passiamo adesso a noi.

Il ringraziamento più grande va ai miei genitori a cui dedico con tutto il mio cuore questa laurea. Nonostante vi avessi promesso un percorso di studio breve, al mancato riscontro del risultato da me voluto, non avete mai speso di credere in me. Avete pazientemente ascoltato ogni mio sfogo di rabbia e frustrazione per un traguardo che vedevo sempre più allontanarsi nonostante i miei sforzi, ma nonostante la lontananza, che ha complicato ancora di più le cose, ho sempre sentito il vostro conforto e incitamento a credere in me stesso. Quindi questo risultato da me ottenuto è anche il vostro e ve ne sarò per sempre grato.

Come non ringraziare mio fratello e la mia cognatina, vi voglio un bene dell'anima. Siete arrivati a Torino in un periodo per me molto complicato e grazie a voi ho capito tante cose su di me che

difficilmente avrei potuto capire da solo. Non posso anche non ringraziarvi per l'importante aiuto che mi avete dato, sono sicuro che senza voi due tutto sarebbe stato molto più difficile.

Angelina (volevo chiamarti con un nomignolo in particolare ma ti voglio risparmiare, ci siamo capiti!!!), sorellina del mio cuore, non mi scordo mica di te. Ti volevo ringraziare perché in questi anni mi sei stata molto vicina, non posso non ricordare ogni nostra chiamata piena di enfasi che solo tu mi potevi trasmettere. Il ringraziamento che però mi sento più di farti è però legato alla felicità che mi fai provare per come stai crescendo e soprattutto per la gioia immensa che mi hai e ci hai fatto provare per il risultato che tanto volevi e che hai ottenuto, sei un esempio da seguire.

Cara nonna Angela, ti avevo promesso di farti venire qua a Torino per gioire insieme e tu mi dicevi che avremmo festeggiato quando sarei tornato, purtroppo ho impiegato più tempo di quanto pensassi e questo non è più possibile, ma un pensiero oggi lo rivolgo a te che sono sicuro di quanto felice saresti stata e con quanta gioia mi avresti accolta al mio rientro.

Si Rosy, amore mio, proprio tu che avrai preso in mano questa tesi e sei subito corsa a leggere i ringraziamenti, ci sei anche tu ovviamente. Non posso esprimere a parole quanto devo ringraziarti, ma conoscendomi bene sono sicuro che sei in grado di leggerlo nei miei occhi che non hanno segreti per te. Oltre a ringraziarti mi volevo anche scusare perché comprendo quanto sia stato difficile tutta questa lontananza, che entrambi non ci aspettavamo. Mi auguro che con la chiusura di questo percorso le cose possano cambiare perché meriti un fidanzato che ti stia vicino per ogni situazione.

Non potrei non ringraziare i miei colleghi Andrea, Cristina, Luciano e Paolo con cui ho condiviso questi anni di studio, vi ringrazio perché insieme abbiamo affrontato ogni difficoltà che ci ha portato a raggiungere questo grande obiettivo. Infine un ringraziamento lo rivolgo a Ruggero, Ivan, Carola e Allegra, non è semplice ambientarsi quando si cambia casa, ma con voi è stato semplicissimo.

Dimenticavo!! ovviamente un pensiero va agli amici di una vita che anche se siamo lontani e non siete potuti venire, sono sicuro che state gioendo per me.

Bibliografia

Breve Relatione pag 66-67, Ottavio Bertodano, Torino, 1621.

Breve Relatione, ristampa, pag 110, Bassiano Gatti, 1970.

Cartario di Oropa, G.Ferraris, Biella, 1948.

Cronaca latina di Biella, Giacomo Orsi, Biella, 1946.

Gli ex-voto: arte popolare e comportamento devozionale, Roberto Grimaldi, Simonia Maria Cavagnero, Maria Adelaide Gallina, Consiglio Regionale del Piemonte, Torino, 2015.

Historia, Carlo Antonio Bonino, Torino, 1659.

Il Sacello Eusebiano e la Basilica d'Oropa, pag 13-14-15, Mario Trompetto, Biella, 1977.

Il Santuario di Oropa, Tipografia Arte della Stampa, Delmo Lebole, Gaglianico, 1996, Volume 1.

Il Santuario di Oropa, www.frammentidistoriabiellese.it

Il tempio delle occasioni perdute, After Ville, Paolo Portoghesi, giugno 2008.

Ingegneri ed Architetti del Sei e Settecento, Braida, Coli, Sesia, Torino, 1963.

La Basilica Antica, Santuario di Oropa. www.santuariodioropa.it.

Nigra Sum, Culti, Santuari e immagini delle Madonne Nere d'Europa, Atti del Convegno Internazionale, Santuario e Sacro Monte di Oropa, Santuario e Sacro Monte di Crea, Atlas, Lella Groppo e Oliviero Girardi, 20-22 maggio 2010.

Oropa, V. Camillo, pag 257, Biella, 1927.

Papa Francesco invia il Cardinale Re all'incoronazione della Madonna di Oropa, Il decano del Collegio Cardinalizio presiederà una delegazione papale, AciStampa, Andrea Gagliarducci, Biella, 21-08-2021.

Sant'Eusebio di Vercelli, Domenico Agasso, Famiglia Cristiana, Santi e beati, 02-01-2001.
Santuario della Madonna d'Oropa, www.piemonteitalia.eu.

Storia del Santuario di Oropa, Mario Trompetto, Libreria Vittorio Giovannacci, Biella, 1978.

Storia del Santuario di Oropa, ristampa, pag 49-50, Mario Trompetto, 1983.

Storia liturgica 2 edizione, Mario Righetti, 1950.

www.treccani.it.

www.wikipedia.com.

Allegato A: Listato Analisi statica e modale per software ANSYS

FINISH
/CLEAR

!Vertical axis is Z
/VUP,1,Z

! colors based on material
/PNUM,KP,0
/PNUM,LINE,0
/PNUM,AREA,0
/PNUM,VOLU,0
/PNUM,NODE,0
/PNUM,TABN,0
/PNUM,SVAL,0
/NUMBER,1
/PNUM,MAT,1

!*****

!*****

!*PARAMETRIZZAZIONE*****

!*****

!*****

ELEM1=1 ! codice identificativo del tipo di elemento

ELDIM=1.5 ! dimensione media della mesh

! materiale basamento muratura
IDMAT1=1
Ee1=4e9
v1=0.25
r1=1800 ! densità

! colonne proano sienite
IDMAT2=2

Ee2=60e9
v2=0.25
r2=2900 ! densità

! orizzontamenti laterocemento
IDMAT3=3
Ee3=20e9
v3=0.25
r3=2200 ! densità

! tamburo muratura
IDMAT4=4
Ee4=4e9
v4=0.25
r4=1800 ! densità

! contrafforti colonne cemento armato
IDMAT5=5
Ee5=30e9
v5=0.25
r5=2500 ! densità

! cupole cemento armato
IDMAT6=6
Ee6=30e9
v6=0.25
r6=2500 ! densità

! materiale lanternino muratura
IDMAT7=7
Ee7=4e9
v7=0.25
r7=1800 ! densità

FINISH

!*****

!*****

!*PREPROCESSING*****

!*****

```
!*****  
*****
```

```
/PREP7
```

```
!*****  
*****
```

```
!*ELEMENT
```

```
TYPE*****  
**
```

```
!*****  
*****
```

```
! elementi
```

```
ET,ELEM1,SOLID185
```

```
!*****  
*****
```

```
!*MATERIALI*****  
*****
```

```
!*****  
*****
```

```
! caratteristiche elastiche 1 basamento muratura
```

```
IDMAT=IDMAT1 ! indice del materiale
```

```
EY=Ee1 ! modulo di Young
```

```
nuP=v1 ! coef. di Poisson
```

```
ro=r1 ! densità
```

```
MPTEMP,,,,,,,,
```

```
MPTEMP,1,0
```

```
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
```

```
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
```

```
! densità
```

```
MPTEMP,,,,,,,,
```

```
MPTEMP,1,0
```

```
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro
```

```
! caratteristiche elastiche 2 sienite
```

```
IDMAT=IDMAT2 ! indice del materiale
```

```
EY=Ee2 ! modulo di Young
```

```
nuP=v2 ! coef. di Poisson
```

```
ro=r2 ! densità
```

```
MPTEMP,,,,,,,,
```

```
MPTEMP,1,0
```

```
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
```

```
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
```

```
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro
```

```
! caratteristiche elastiche 3 laterocemento
IDMAT=IDMAT3 ! indice del materiale
EY=Ee3 ! modulo di Young
nuP=v3 ! coef. di Poisson
ro=r3 ! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro
```

```
! caratteristiche elastiche 4 tamburo muratura
IDMAT=IDMAT4 ! indice del materiale
EY=Ee4 ! modulo di Young
nuP=v4 ! coef. di Poisson
ro=r4 ! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro
```

```
! caratteristiche elastiche 5 contrafforti colonne cemento armato
IDMAT=IDMAT5 ! indice del materiale
EY=Ee5 ! modulo di Young
nuP=v5 ! coef. di Poisson
ro=r5 ! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro
```

! caratteristiche elastiche 6 cupole cemento armato

IDMAT=IDMAT6 ! indice del materiale

EY=Ee6 ! modulo di Young

nuP=v6 ! coef. di Poisson

ro=r6 ! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,EX,IDMAT,,EY

MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP

! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 7 lanternino muratura

IDMAT=IDMAT7 ! indice del materiale

EY=Ee7 ! modulo di Young

nuP=v7 ! coef. di Poisson

ro=r7 ! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,EX,IDMAT,,EY

MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP

! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

!*****

!*IMPORTAZIONE GEOMETRIA E MESH VOLUMI (DA 1 a 7)

!*****

!*****

!* NOME DEL COMPONENTE: 1 (ELEM=ELEM1)

! parametri del componente

IDMAT=IDMAT1 ! indice materiale

! geometria

NSEL,NONE

ESEL,NONE

KSEL,NONE

LSEL,NONE

ASEL,NONE

VSEL,NONE

```

CMSEL,none
~SATIN,'A_basamento_muratura','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santuario_di
Oropa\Modello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
CM,CM1_A_basamento_muratura_Mat_1,VOLUME
! mesh
VSEL,R, , ,ALL
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
LESIZE,ALL,ELDIM, , , ,1, , ,1,
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d

!*DO,ii,1,384,1 ! fai variare ii da 1 a 384 con incremento di 1
!      VMESH,ii
!*ENDDO

VMESH, ALL

! merging
NUMMRG,NODE, , , ,LOW
!NUMCMP,NODE
ALLSEL,ALL
!* FINE
!*****
*****

!* NOME DEL COMPONENTE: 2 (ELEM=ELEM1)
! parametri del componente
IDMAT=IDMAT2          ! indice materiale

! geometria
NSEL,NONE
ESEL,NONE
KSEL,NONE
LSEL,NONE
ASEL,NONE
VSEL,NONE
CMSEL,none
~SATIN,'B_colonne_pronao_sienite','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santuario_d
i_Oropa\Modello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
CM,CM2_B_colonne_pronao_sienite_Mat_2,VOLUME
! mesh
VSEL,R, , ,ALL
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
LESIZE,ALL,ELDIM, , , ,1, , ,1,
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d

```

```
!*DO,ii,385,435,1 ! fai variare ii da 385 a 435 con incremento di 1
!      VMESH,ii
!*ENDDO
```

```
VMESH, ALL
```

```
! merging
NUMMRG,NODE, , , ,LOW
!NUMCMP,NODE
ALLSEL,ALL
!* FINE
```

```
!*****
*****
```

```
!* NOME DEL COMPONENTE: 3 (ELEM=ELEM1)
! parametri del componente
IDMAT=IDMAT3      ! indice materiale
```

```
! geometria
NSEL,NONE
ESEL,NONE
KSEL,NONE
LSEL,NONE
ASEL,NONE
VSEL,NONE
CMSEL,none
~SATIN,'C_orizzontamenti_laterocemento','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santu
ario_di_Oropa\Modello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
CM,CM3_C_orizzontamenti_laterocemento_Mat_3,VOLUME
! mesh
VSEL,R, , ,ALL
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
LESIZE,ALL,ELDIM, , , ,1, , ,1,
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d
```

```
!*DO,ii,436,442,1 ! fai variare ii da 385 a 435 con incremento di 1
!      VMESH,ii
!*ENDDO
```

```
VMESH, ALL
```

```
! merging
NUMMRG,NODE, , , ,LOW
!NUMCMP,NODE
ALLSEL,ALL
!* FINE
```

```
!*****  
*****
```

```
!* NOME DEL COMPONENTE: 4 (ELEM=ELEM1)
```

```
! parametri del componente
```

```
IDMAT=IDMAT4          ! indice materiale
```

```
! geometria
```

```
NSEL,NONE
```

```
ESEL,NONE
```

```
KSEL,NONE
```

```
LSEL,NONE
```

```
ASEL,NONE
```

```
VSEL,NONE
```

```
CMSEL,none
```

```
~SATIN,'D_tamburo_muratura','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santuario_di_Or  
opa\Modello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
```

```
CM,CM4_D_tamburo_muratura_Mat_4,VOLUME
```

```
! mesh
```

```
VSEL,R, , ,ALL
```

```
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
```

```
LESIZE,ALL,ELDIM, , , 1, , , 1,
```

```
MSHKEY,0
```

```
MSHAPE,1,3d
```

```
!*DO,ii,443,451,1 ! fai variare ii da 385 a 435 con incremento di 1
```

```
!      VMESH,ii
```

```
!*ENDDO
```

```
VMESH, ALL
```

```
! merging
```

```
NUMMRG,NODE, , , ,LOW
```

```
!NUMCMP,NODE
```

```
ALLSEL,ALL
```

```
!* FINE
```

```
!*****  
*****
```

```
!* NOME DEL COMPONENTE: 5 (ELEM=ELEM1)
```

```
! parametri del componente
```

```
IDMAT=IDMAT5          ! indice materiale
```

```
! geometria
```

```
NSEL,NONE
```

```
ESEL,NONE
```

```
KSEL,NONE
```

```

LSEL,NONE
ASEL,NONE
VSEL,NONE
CMSEL,none
~SATIN,'E_contrafforte_ca','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santuario_di_Oropa\
Modello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
CM,CM5_E_contrafforte_Mat_5,VOLUME
! mesh
VSEL,R, , ,ALL
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
LESIZE,ALL,ELDIM, , , 1, , 1,
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d

!*DO,ii,452,461,1 ! fai variare ii da 385 a 435 con incremento di 1
!      VMESH,ii
!*ENDDO

VMESH, ALL

! merging
NUMMRG,NODE, , , ,LOW
!NUMCMP,NODE
ALLSEL,ALL
!* FINE
!*****
*****

!* NOME DEL COMPONENTE: 6 (ELEM=ELEM1)
! parametri del componente
IDMAT=IDMAT6          ! indice materiale

! geometria
NSEL,NONE
ESEL,NONE
KSEL,NONE
LSEL,NONE
ASEL,NONE
VSEL,NONE
CMSEL,none
~SATIN,'F_cupole_ca','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santuario_di_Oropa\Mod
ello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
CM,CM6_E_cupole_Mat_6,VOLUME
! mesh
VSEL,R, , ,ALL
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
LESIZE,ALL,ELDIM, , , 1, , 1,

```

```

MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d

!*DO,ii,462,479,1 ! fai variare ii da 385 a 435 con incremento di 1
!      VMESH,ii
!*ENDDO

VMESH, ALL

! merging
NUMMRG,NODE, , , ,LOW
!NUMCMP,NODE
ALLSEL,ALL
!* FINE
!*****
*****

!* NOME DEL COMPONENTE: 7 (ELEM=ELEM1)
! parametri del componente
IDMAT=IDMAT7      ! indice materiale

! geometria
NSEL,NONE
ESEL,NONE
KSEL,NONE
LSEL,NONE
ASEL,NONE
VSEL,NONE
CMSEL,none
~SATIN,'G_lanternino_muratura','sat','C:\Users\giuse\Desktop\Tesi_Ceravolo\Tesi_Santuario_di_O
ropa\Modello_FEM_Oropa\ultime_modifiche\sat27',ALL,0,0,0
CM,CM7_G_lanternino_muratura_Mat_7,VOLUME
! mesh
VSEL,R, , ,ALL
VATT, IDMAT, , ELEM1, 0,
LESIZE,ALL,ELDIM, , , ,1, , ,1,
MSHKEY,0
MSHAPE,1,3d

!*DO,ii,480,481,1 ! fai variare ii da 385 a 435 con incremento di 1
!      VMESH,ii
!*ENDDO

VMESH, ALL

! merging
NUMMRG,NODE, , , ,LOW

```

!NUMCMP,NODE

ALLSEL,ALL

!* FINE

!*****

!*****

!*COLLEGAMENTO MODELLO*****

!*****

ALLSEL,ALL

NUMMRG,NODE, , , ,LOW

!NUMCMP,NODE

ALLSEL,ALL

!*****

!*VINCOLI ALLA BASE*****

!*****

NSEL,S,LOC,Z,-1,ELDIM/2

D,ALL, , , , ,ALL, , , , ,

ALLSEL,ALL

ACEL,0,0,9.81,

FINISH

!*****

!*****

!*SOLUZIONE*****

!*****

!*****

/SOLU

!*****

```

!*ANALISI
STATICA*****
***
!*****
*****

! Definisce analisi statica per il calcolo dell'effetto della precompressione (=0)
ANTYPE,0

! Attiva il calcolo degli effetti di precompressione (se = 1)
PSTRES,0

! Risolve l'analisi statica
!SOLVE

FINISH

!*****
*****
!*PROBLEMA
AUTOVALORI*****
!*****
*****
/SOLU
NUMMOD=25

! Definisce l'analisi come modale (=2)
ANTYPE,2

! Opzioni dell'analisi modale e numero di modi da estrarre per l'analisi
MODOPT,LANB,NUMMOD,0,0,

! Numero modi da espandere e intervallo di frequenze da considerare
MXPAND,NUMMOD,0,0,

! Ulteriori opzioni: non considerare masse concentrate e e ffetti di precompressione
LUMPM,0
PSTRES,0
! Estrazione risultati
outres,all,all
/output,risultati_oropa.txt
! Risolve l'analisi modale
SOLVE
FINISH

```

Allegato B: Listato Analisi di sensitività locale per il software ANSYS

! materiale basamento muratura

IDMAT1=1

Ee1=0.2e9

v1=0.25

r1=1800 ! densità

! colonne proano sienite

IDMAT2=2

Ee2=60e9

v2=0.25

r2=2900 ! densità

! orizzontamenti laterocemento

IDMAT3=3

Ee3=20e9

v3=0.25

r3=2200 ! densità

! tamburo muratura

IDMAT4=4

Ee4=4e9

v4=0.25

r4=1800 ! densità

! contrafforti colonne cemento armato

IDMAT5=5

Ee5=30e9

v5=0.25

r5=2500 ! densità

! cupole cemento armato

IDMAT6=6

Ee6=30e9

v6=0.25

r6=2500 ! densità

! materiale lanternino muratura

IDMAT7=7

Ee7=4e9

v7=0.25

r7=1800 ! densità

FINISH

```
!*****  
*****
```

```
!*****  
*****
```

```
!*PREPROCESSING*****  
*****
```

```
!*****  
*****
```

```
!*****  
*****
```

/PREP7

```
!*****  
*****
```

```
!*MATERIALI*****  
*****
```

```
!*****  
*****
```

! caratteristiche elastiche 1 basamento muratura

IDMAT=IDMAT1 ! indice del materiale

EY=Ee1 ! modulo di Young

nuP=v1 ! coef. di Poisson

ro=r1 ! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,EX,IDMAT,,EY

MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP

! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 2 sienite

IDMAT=IDMAT2 ! indice del materiale

EY=Ee2 ! modulo di Young

nuP=v2 ! coef. di Poisson

ro=r2 ! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 3 laterocemento
IDMAT=IDMAT3 ! indice del materiale
EY=Ee3 ! modulo di Young
nuP=v3 ! coef. di Poisson
ro=r3 ! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 4 tamburo muratura
IDMAT=IDMAT4 ! indice del materiale
EY=Ee4 ! modulo di Young
nuP=v4 ! coef. di Poisson
ro=r4 ! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 5 contrafforti colonne cemento armato
IDMAT=IDMAT5 ! indice del materiale
EY=Ee5 ! modulo di Young
nuP=v5 ! coef. di Poisson
ro=r5 ! densità
MPTEMP,,,,,,,,
MPTEMP,1,0
MPDATA,EX,IDMAT,,EY
MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP
! densità
MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0
MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 6 cupole cemento armato

IDMAT=IDMAT6 ! indice del materiale

EY=Ee6 ! modulo di Young

nuP=v6 ! coef. di Poisson

ro=r6 ! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,EX,IDMAT,,EY

MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP

! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

! caratteristiche elastiche 7 lanternino muratura

IDMAT=IDMAT7 ! indice del materiale

EY=Ee7 ! modulo di Young

nuP=v7 ! coef. di Poisson

ro=r7 ! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,EX,IDMAT,,EY

MPDATA,PRXY,IDMAT,,nuP

! densità

MPTEMP,,,,,,,,

MPTEMP,1,0

MPDATA,DENS,IDMAT,,ro

!*****

!*PROBLEMA AGLI AUTOVALORI*****

!*****

/SOLU

NUMMOD=25

! Definisce l'analisi come modale (=2)

ANTYPE,2

! Opzioni dell'analisi modale e numero di modi da estrarre per l'analisi

MODOPT,LANB,NUMMOD,0,0,

! Numero modi da espandere e intervallo di frequenze da considerare

```
MXPAND,NUMMOD,0,0,
```

```
! Ulteriori opzioni: non considerare masse concentrate e effetti di precompressione
```

```
LUMPM,0
```

```
PSTRES,0
```

```
! Estrazione risultati
```

```
outres,all,all
```

```
/output,risultati_oropa.txt
```

```
! Risolve l'analisi modale
```

```
SOLVE
```

```
FINISH
```

Allegato C: Risultati analisi di sensitività locale

MACROELEMENTO : BASAMENTO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE MODULO DI YOUNGH [GPa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,2	1,2621	1,3412	1,6540	2,6744	2,7231
0,4	1,5651	1,6762	2,1837	3,0715	3,0946
0,6	1,7690	1,9011	2,5835	3,2864	3,3091
0,8	1,9208	2,0638	2,9111	3,4529	3,4913
1	2,0393	2,1865	3,1906	3,5984	3,6604
1,2	2,1347	2,2820	3,4346	3,7318	3,8212
1,4	2,2134	2,3582	3,6509	3,8568	3,9749
1,6	2,2793	2,4206	3,8440	3,9752	4,1223
1,8	2,3355	2,4726	4,0175	4,0881	4,2635
2	2,3841	2,5168	4,1730	4,1968	4,3989
2,2	2,4265	2,5549	4,2965	4,3177	4,5287
2,4	2,4640	2,5882	4,3963	4,4443	4,6534
2,6	2,4973	2,6176	4,4911	4,5595	4,7731
2,8	2,5273	2,6438	4,5816	4,6639	4,8882
3	2,5543	2,6674	4,6677	4,7590	4,9990
3,2	2,5789	2,6888	4,7493	4,8461	5,1056
3,4	2,6015	2,7083	4,8258	4,9268	5,2083
3,6	2,6222	2,7262	4,8966	5,0029	5,3072
3,8	2,6413	2,7427	4,9612	5,0759	5,4026
4	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
4,2	2,6755	2,7721	5,0709	5,2170	5,5832
4,4	2,6909	2,7854	5,1169	5,2860	5,6686
4,6	2,7053	2,7978	5,1578	5,3539	5,7508
4,8	2,7188	2,8094	5,1944	5,4206	5,8299
5	2,7316	2,8203	5,2272	5,4860	5,9060
5,2	2,7436	2,8307	5,2569	5,5501	5,9789
5,4	2,7550	2,8404	5,2838	5,6129	6,0486
5,6	2,7658	2,8497	5,3082	5,6742	6,1152
5,8	2,7761	2,8585	5,3306	5,7340	6,1786
6	2,7858	2,8668	5,3512	5,7924	6,2386
6,2	2,7951	2,8748	5,3701	5,8494	6,2951

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
2,8824	3,0118	3,0327	3,2379	3,3585	3,5040
3,6337	3,8148	4,1465	4,1574	4,3019	4,5529
4,0849	4,2825	4,6930	4,9346	4,9629	5,2597
4,3839	4,6108	5,0056	5,4833	5,5981	5,7754
4,6053	4,8661	5,2206	5,9500	6,1178	6,1917
4,7831	5,0770	5,3818	6,3521	6,5371	6,5674
4,9340	5,2574	5,5111	6,6834	6,7136	6,7771
5,0665	5,4150	5,6214	6,7484	6,7952	6,9961
5,1858	5,5538	5,7214	6,7726	6,8037	7,1786
5,2949	5,6754	5,8177	6,7855	6,8099	7,3299
5,3960	5,7804	5,9152	6,7937	6,8148	7,4746
5,4903	5,8713	6,0155	6,7998	6,8190	7,6141
5,5791	5,9522	6,1171	6,8047	6,8228	7,7487
5,6631	6,0269	6,2181	6,8088	6,8262	7,8789
5,7430	6,0976	6,3177	6,8126	6,8295	8,0047
5,8192	6,1656	6,4155	6,8162	6,8328	8,1267
5,8921	6,2315	6,5113	6,8197	6,8360	8,2427
5,9622	6,2955	6,6052	6,8235	6,8394	8,2910
6,0296	6,3578	6,6964	6,8282	6,8432	8,3359
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,1576	6,4770	6,8207	6,8466	6,8963	8,4186
6,2185	6,5339	6,8296	6,8516	6,9792	8,4570
6,2776	6,5889	6,8346	6,8561	7,0656	8,4938
6,3350	6,6419	6,8390	6,8609	7,1518	8,5292
6,3909	6,6929	6,8436	6,8661	7,2372	8,5633
6,4453	6,7416	6,8488	6,8721	7,3214	8,5961
6,4983	6,7868	6,8558	6,8791	7,4045	8,6279
6,5497	6,8244	6,8689	6,8873	7,4864	8,6585
6,5996	6,8453	6,8946	6,8998	7,5670	8,6882
6,6476	6,8550	6,9082	6,9364	7,6463	8,7170
6,6933	6,8618	6,9229	6,9765	7,7243	8,7449

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
3,6266	3,6633	3,8718	3,9399	4,1471	4,2346
4,6466	4,6782	4,8971	4,9036	4,9497	5,2767
5,3573	5,4294	5,5013	5,6388	5,8116	5,9562
5,9620	6,0284	6,0524	6,1071	6,4505	6,5305
6,3747	6,4853	6,5384	6,5542	6,7449	6,7593
6,5719	6,7830	6,8245	6,9040	6,9858	7,0425
6,8542	6,9202	6,9784	7,2397	7,3568	7,4852
7,0718	7,1218	7,3199	7,5194	7,6874	7,8406
7,3159	7,3543	7,6229	7,7379	7,9808	8,0098
7,5509	7,5678	7,8378	7,9389	8,2057	8,2415
7,7222	7,7949	7,9517	8,1666	8,4304	8,4730
7,8634	8,0044	8,0423	8,3761	8,6638	8,6783
7,9759	8,1311	8,1973	8,5667	8,8602	8,8941
8,0628	8,2239	8,3752	8,7427	9,0219	9,1144
8,1319	8,3175	8,5400	8,9071	9,1662	9,3200
8,1906	8,4078	8,6930	9,0619	9,2962	9,5055
8,2451	8,4930	8,8356	9,2082	9,4143	9,6642
8,3595	8,5728	8,9688	9,3470	9,5226	9,7894
8,4708	8,6474	9,0934	9,4788	9,6230	9,8738
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,6840	8,7831	9,3199	9,7239	9,8045	9,9551
8,7860	8,8450	9,4230	9,8372	9,8864	9,9861
8,8853	8,9034	9,5200	9,9413	9,9588	10,0201
8,9588	8,9817	9,6114	10,0001	10,0243	10,0719
9,0113	9,0755	9,6977	10,0255	10,0509	10,1427
9,0614	9,1666	9,7791	10,0434	10,0663	10,2154
9,1091	9,2552	9,8559	10,0582	10,0792	10,2881
9,1548	9,3413	9,9283	10,0712	10,0913	10,3601
9,1986	9,4249	9,9956	10,0832	10,1036	10,4314
9,2406	9,5060	10,0543	10,0951	10,1198	10,5019
9,2811	9,5847	10,0907	10,1078	10,1532	10,5716

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
4,5310	4,5604	4,6667	4,7121	4,7257	4,7762
5,5740	5,6620	5,7309	6,1294	6,2286	6,2573
6,2446	6,2781	6,5178	6,7139	6,8683	6,9187
6,6872	6,7361	6,9642	6,9935	7,1891	7,2945
7,0581	7,1739	7,3487	7,4029	7,5332	7,7167
7,4185	7,5917	7,7628	7,8077	7,8150	8,0989
7,7500	7,7616	8,0697	8,2311	8,2503	8,5084
7,9147	8,0713	8,3593	8,6094	8,6568	8,8987
8,2440	8,3498	8,6490	8,9439	9,0046	9,2601
8,5534	8,6010	8,9333	9,2372	9,3032	9,5861
8,8284	8,8301	9,2029	9,4914	9,5632	9,8780
9,0351	9,0774	9,4490	9,7091	9,7869	9,9631
9,2222	9,2974	9,6657	9,8926	9,9324	10,0758
9,3892	9,4917	9,8442	10,0028	10,0463	10,1953
9,5338	9,6629	9,9539	10,1059	10,1724	10,2783
9,6538	9,8144	10,0099	10,2464	10,2839	10,3701
9,7490	9,9429	10,0686	10,3867	10,3946	10,4625
9,8224	10,0273	10,1729	10,5074	10,5190	10,5541
9,8841	10,0847	10,3128	10,6056	10,6444	10,6601
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9806	10,2005	10,6009	10,7496	10,8900	10,9154
10,0088	10,2588	10,7305	10,8108	11,0182	11,0468
10,0335	10,3145	10,8462	10,8678	11,1531	11,1772
10,0783	10,3670	10,9206	10,9501	11,2934	11,3058
10,1649	10,4166	10,9709	11,0437	11,4312	11,4373
10,2588	10,4635	11,0187	11,1304	11,5547	11,5811
10,3500	10,5084	11,0644	11,2121	11,6752	11,7243
10,4370	10,5522	11,1083	11,2902	11,7928	11,8657
10,5177	10,5972	11,1506	11,3655	11,9074	12,0047
10,5863	10,6492	11,1916	11,4388	12,0189	12,1410
10,6376	10,7140	11,2315	11,5103	12,1272	12,2742

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
4,8018	5,0245
6,3818	6,4053
7,0006	7,0363
7,4775	7,6226
7,8292	8,1851
8,3098	8,6554
8,7394	9,0659
9,1243	9,4234
9,4685	9,7209
9,7634	9,8507
9,9090	9,9553
10,0513	10,1459
10,1229	10,3964
10,2602	10,6380
10,4506	10,8753
10,6373	11,1099
10,8214	11,3415
11,0042	11,5692
11,1860	11,7919
11,3664	12,0092
11,5446	12,2204
11,7200	12,3335
11,8922	12,3503
12,0609	12,3598
12,2257	12,3669
12,3722	12,3872
12,3779	12,5436
12,3828	12,6964
12,3875	12,8449
12,3923	12,9891
12,3976	13,1287

MACROELEMENTO COLONNE PRONAO MATERIALE: SIENITE VARIAZIONE MODULO ELASTICO [Gpa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
3	2,6464	2,7490	4,7981	5,1350	5,3113
6	2,6487	2,7506	4,8482	5,1366	5,3936
9	2,6503	2,7517	4,8767	5,1376	5,4132
12	2,6515	2,7526	4,8976	5,1385	5,4260
15	2,6525	2,7532	4,9141	5,1393	5,4357
18	2,6533	2,7538	4,9278	5,1399	5,4435
21	2,6540	2,7543	4,9395	5,1406	5,4501
24	2,6546	2,7548	4,9496	5,1412	5,4557
27	2,6552	2,7551	4,9586	5,1417	5,4607
30	2,6556	2,7555	4,9666	5,1423	5,4651
33	2,6561	2,7558	4,9739	5,1428	5,4691
36	2,6565	2,7561	4,9805	5,1433	5,4728
39	2,6569	2,7564	4,9866	5,1438	5,4762
42	2,6573	2,7567	4,9922	5,1443	5,4793
45	2,6576	2,7569	4,9975	5,1447	5,4822
48	2,6579	2,7571	5,0024	5,1452	5,4850
51	2,6582	2,7574	5,0070	5,1457	5,4876
54	2,6585	2,7576	5,0113	5,1462	5,4900
57	2,6587	2,7578	5,0154	5,1466	5,4923
60	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
63	2,6592	2,7581	5,0229	5,1476	5,4967
66	2,6595	2,7583	5,0264	5,1480	5,4987
69	2,6597	2,7585	5,0297	5,1485	5,5007
72	2,6599	2,7586	5,0329	5,1490	5,5025
75	2,6601	2,7588	5,0359	5,1495	5,5043
78	2,6603	2,7589	5,0388	5,1499	5,5061
81	2,6605	2,7591	5,0416	5,1504	5,5078
84	2,6607	2,7592	5,0443	5,1509	5,5094
87	2,6609	2,7594	5,0468	5,1514	5,5110
90	2,6611	2,7595	5,0493	5,1519	5,5126
93	2,6612	2,7596	5,0517	5,1524	5,5141

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
5,6945	5,9711	6,0786	6,1740	6,2482	6,3840
6,0335	6,3635	6,6667	6,8171	6,8386	7,3464
6,0473	6,3718	6,6959	6,8197	6,8408	8,3021
6,0549	6,3778	6,7129	6,8215	6,8417	8,3649
6,0605	6,3826	6,7250	6,8230	6,8423	8,3750
6,0649	6,3868	6,7342	6,8243	6,8428	8,3755
6,0686	6,3904	6,7416	6,8256	6,8433	8,3759
6,0718	6,3936	6,7476	6,8268	6,8437	8,3762
6,0746	6,3965	6,7526	6,8279	6,8442	8,3765
6,0772	6,3992	6,7569	6,8290	6,8446	8,3767
6,0795	6,4016	6,7605	6,8300	6,8451	8,3770
6,0816	6,4039	6,7637	6,8309	6,8456	8,3772
6,0836	6,4061	6,7666	6,8318	6,8460	8,3773
6,0855	6,4081	6,7691	6,8326	6,8465	8,3775
6,0872	6,4100	6,7713	6,8334	6,8471	8,3776
6,0888	6,4118	6,7733	6,8341	6,8476	8,3778
6,0904	6,4136	6,7751	6,8348	6,8482	8,3779
6,0919	6,4152	6,7768	6,8354	6,8488	8,3780
6,0933	6,4168	6,7783	6,8360	6,8494	8,3782
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0960	6,4198	6,7809	6,8370	6,8507	8,3784
6,0972	6,4212	6,7821	6,8375	6,8513	8,3785
6,0984	6,4225	6,7832	6,8379	6,8520	8,3786
6,0996	6,4239	6,7842	6,8382	6,8527	8,3787
6,1008	6,4251	6,7852	6,8386	6,8534	8,3788
6,1019	6,4264	6,7860	6,8389	6,8542	8,3788
6,1030	6,4276	6,7869	6,8392	6,8549	8,3789
6,1040	6,4287	6,7877	6,8395	6,8556	8,3790
6,1050	6,4299	6,7884	6,8397	6,8563	8,3791
6,1060	6,4310	6,7891	6,8400	6,8571	8,3792
6,1070	6,4321	6,7897	6,8402	6,8578	8,3792

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
6,7295	6,8263	6,8427	8,3416	8,3634	8,6234
7,9071	8,0734	8,3723	8,4122	8,7056	8,8417
8,3641	8,4168	8,7231	9,2060	9,2126	9,6038
8,3743	8,6977	9,2084	9,2603	9,6078	9,6706
8,4021	8,7045	9,2087	9,5981	9,6820	9,8589
8,4292	8,7071	9,2088	9,6016	9,6884	9,8898
8,4505	8,7088	9,2090	9,6025	9,6930	9,8948
8,4683	8,7101	9,2092	9,6029	9,6967	9,8986
8,4834	8,7111	9,2093	9,6032	9,6997	9,9018
8,4967	8,7120	9,2094	9,6034	9,7022	9,9045
8,5084	8,7128	9,2095	9,6036	9,7044	9,9068
8,5190	8,7135	9,2096	9,6037	9,7063	9,9088
8,5286	8,7141	9,2097	9,6038	9,7080	9,9107
8,5374	8,7147	9,2098	9,6039	9,7096	9,9123
8,5456	8,7152	9,2099	9,6040	9,7110	9,9138
8,5531	8,7157	9,2099	9,6041	9,7123	9,9151
8,5602	8,7162	9,2100	9,6042	9,7135	9,9164
8,5668	8,7166	9,2101	9,6042	9,7146	9,9176
8,5730	8,7170	9,2101	9,6043	9,7157	9,9186
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5845	8,7178	9,2103	9,6044	9,7176	9,9206
8,5899	8,7181	9,2103	9,6045	9,7185	9,9215
8,5950	8,7185	9,2104	9,6045	9,7193	9,9223
8,5998	8,7188	9,2104	9,6046	9,7201	9,9231
8,6045	8,7191	9,2105	9,6046	9,7208	9,9239
8,6090	8,7194	9,2105	9,6047	9,7216	9,9246
8,6133	8,7197	9,2106	9,6047	9,7222	9,9253
8,6175	8,7200	9,2106	9,6047	9,7229	9,9259
8,6215	8,7203	9,2107	9,6048	9,7235	9,9265
8,6254	8,7205	9,2107	9,6048	9,7242	9,9271
8,6292	8,7208	9,2108	9,6049	9,7247	9,9277

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
8,7588	9,2073	9,6034	9,6302	9,8458	9,9311
9,2078	9,6019	9,6685	9,8751	9,9314	10,0746
9,6517	9,8370	9,9085	9,9411	10,1200	10,1356
9,8699	9,9447	10,1306	10,2303	10,4629	10,5792
9,8838	10,0243	10,1353	10,4749	10,6466	10,6551
9,9242	10,1337	10,3806	10,5340	10,6624	10,7304
9,9304	10,1354	10,4380	10,6137	10,6677	10,7388
9,9330	10,1364	10,4471	10,6477	10,6713	10,7454
9,9345	10,1372	10,4509	10,6674	10,6754	10,7509
9,9357	10,1379	10,4530	10,6736	10,6872	10,7556
9,9366	10,1384	10,4544	10,6755	10,6999	10,7598
9,9374	10,1389	10,4554	10,6769	10,7110	10,7635
9,9381	10,1393	10,4563	10,6779	10,7207	10,7669
9,9387	10,1397	10,4569	10,6788	10,7292	10,7700
9,9392	10,1401	10,4575	10,6796	10,7370	10,7729
9,9398	10,1404	10,4580	10,6803	10,7440	10,7756
9,9402	10,1407	10,4585	10,6809	10,7504	10,7781
9,9407	10,1410	10,4589	10,6815	10,7562	10,7805
9,9411	10,1413	10,4592	10,6820	10,7617	10,7827
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9419	10,1417	10,4599	10,6829	10,7715	10,7869
9,9423	10,1420	10,4602	10,6833	10,7759	10,7888
9,9426	10,1422	10,4604	10,6837	10,7800	10,7907
9,9430	10,1424	10,4607	10,6840	10,7838	10,7926
9,9433	10,1426	10,4609	10,6844	10,7874	10,7944
9,9437	10,1428	10,4612	10,6847	10,7907	10,7963
9,9440	10,1429	10,4614	10,6850	10,7937	10,7983
9,9443	10,1431	10,4616	10,6853	10,7963	10,8004
9,9446	10,1433	10,4618	10,6855	10,7984	10,8028
9,9449	10,1435	10,4620	10,6858	10,8002	10,8054
9,9452	10,1436	10,4622	10,6861	10,8018	10,8080

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
10,1376	10,4507
10,2484	10,4607
10,4528	10,5128
10,6229	10,7082
10,7162	11,0807
10,8191	11,2293
11,2230	11,2716
11,2606	11,7076
11,2747	11,9444
11,2869	11,9552
11,2978	11,9638
11,3077	11,9712
11,3169	11,9779
11,3254	11,9838
11,3333	11,9892
11,3407	11,9940
11,3476	11,9983
11,3542	12,0023
11,3605	12,0059
11,3664	12,0092
11,3720	12,0122
11,3774	12,0149
11,3825	12,0175
11,3874	12,0199
11,3921	12,0220
11,3966	12,0241
11,4009	12,0260
11,4051	12,0277
11,4091	12,0294
11,4130	12,0310
11,4168	12,0324

MACROELEMENTO: ORIZZONTAMENTI MATERIALE: LATEROCEMENTO VARIAZIONE MODULO ELASTICO [GPa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
1	2,3364	2,4752	3,9900	4,3376	4,4932
2	2,4298	2,5650	4,2728	4,5136	4,7469
3	2,4781	2,6094	4,4297	4,6170	4,8869
4	2,5101	2,6378	4,5358	4,6928	4,9829
5	2,5338	2,6582	4,6141	4,7535	5,0562
6	2,5524	2,6738	4,6753	4,8044	5,1156
7	2,5677	2,6864	4,7249	4,8483	5,1654
8	2,5805	2,6969	4,7663	4,8868	5,2083
9	2,5915	2,7058	4,8017	4,9210	5,2459
10	2,6012	2,7134	4,8325	4,9515	5,2794
11	2,6097	2,7201	4,8598	4,9791	5,3096
12	2,6173	2,7261	4,8842	5,0042	5,3370
13	2,6242	2,7314	4,9063	5,0272	5,3620
14	2,6305	2,7363	4,9264	5,0483	5,3851
15	2,6362	2,7407	4,9449	5,0677	5,4065
16	2,6415	2,7447	4,9619	5,0858	5,4265
17	2,6463	2,7484	4,9777	5,1026	5,4451
18	2,6508	2,7518	4,9925	5,1184	5,4626
19	2,6551	2,7550	5,0063	5,1332	5,4790
20	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
21	2,6627	2,7607	5,0314	5,1602	5,5093
22	2,6662	2,7633	5,0429	5,1727	5,5232
23	2,6694	2,7658	5,0538	5,1845	5,5365
24	2,6725	2,7681	5,0641	5,1957	5,5491
25	2,6755	2,7703	5,0739	5,2064	5,5612
26	2,6783	2,7724	5,0832	5,2166	5,5728
27	2,6809	2,7743	5,0921	5,2264	5,5838
28	2,6834	2,7762	5,1006	5,2357	5,5945
29	2,6858	2,7780	5,1087	5,2447	5,6047
30	2,6882	2,7797	5,1164	5,2533	5,6145
31	2,6904	2,7813	5,1239	5,2616	5,6239

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
4,5624	4,9217	5,4688	5,8960	6,1294	6,5326
4,8252	5,2187	5,8053	6,3747	6,5307	6,8559
4,9982	5,4054	5,9881	6,6403	6,7157	6,9380
5,1332	5,5457	6,1130	6,7491	6,7774	7,0792
5,2453	5,6593	6,2076	6,7833	6,8000	7,2240
5,3419	5,7552	6,2835	6,7973	6,8118	7,3576
5,4271	5,8383	6,3470	6,8050	6,8192	7,4802
5,5036	5,9115	6,4015	6,8101	6,8244	7,5937
5,5732	5,9770	6,4495	6,8138	6,8283	7,6996
5,6370	6,0361	6,4923	6,8168	6,8314	7,7992
5,6961	6,0897	6,5311	6,8192	6,8339	7,8934
5,7512	6,1387	6,5667	6,8213	6,8361	7,9829
5,8027	6,1838	6,5996	6,8232	6,8380	8,0683
5,8512	6,2253	6,6304	6,8250	6,8397	8,1500
5,8971	6,2636	6,6592	6,8267	6,8413	8,2283
5,9405	6,2992	6,6865	6,8283	6,8428	8,3036
5,9818	6,3322	6,7122	6,8300	6,8443	8,3630
6,0211	6,3629	6,7364	6,8319	6,8459	8,3685
6,0587	6,3916	6,7590	6,8340	6,8476	8,3735
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,1292	6,4433	6,7974	6,8396	6,8540	8,3827
6,1623	6,4667	6,8107	6,8427	6,8615	8,3869
6,1942	6,4887	6,8191	6,8451	6,8740	8,3909
6,2250	6,5093	6,8241	6,8468	6,8899	8,3947
6,2546	6,5287	6,8273	6,8481	6,9075	8,3983
6,2833	6,5469	6,8295	6,8492	6,9257	8,4017
6,3110	6,5641	6,8313	6,8502	6,9440	8,4049
6,3379	6,5803	6,8328	6,8511	6,9623	8,4081
6,3639	6,5956	6,8341	6,8519	6,9803	8,4111
6,3891	6,6101	6,8353	6,8527	6,9981	8,4139
6,4136	6,6238	6,8364	6,8535	7,0156	8,4167

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
6,5750	6,7419	6,8079	6,8577	7,1150	7,1305
6,8730	7,3349	7,9020	8,0130	8,0432	8,2478
6,9480	7,6817	8,0971	8,2762	8,4496	8,6511
7,0988	7,9392	8,1728	8,4663	8,7015	8,9050
7,2802	8,1428	8,2153	8,6113	8,8857	9,0690
7,4515	8,2441	8,3091	8,7277	9,0317	9,1729
7,6072	8,2657	8,4473	8,8254	9,1530	9,2523
7,7482	8,2828	8,5637	8,9105	9,2552	9,3219
7,8762	8,2970	8,6625	8,9867	9,3374	9,3899
7,9926	8,3091	8,7473	9,0565	9,3987	9,4618
8,0988	8,3197	8,8207	9,1218	9,4470	9,5324
8,1954	8,3292	8,8848	9,1837	9,4884	9,5975
8,2830	8,3382	8,9413	9,2429	9,5253	9,6561
8,3416	8,3676	8,9917	9,3001	9,5588	9,7082
8,3505	8,4388	9,0368	9,3554	9,5896	9,7542
8,3571	8,5052	9,0777	9,4089	9,6183	9,7950
8,3762	8,5659	9,1150	9,4608	9,6451	9,8315
8,4461	8,6211	9,1492	9,5107	9,6703	9,8643
8,5137	8,6714	9,1808	9,5586	9,6941	9,8935
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,6420	8,7594	9,2377	9,6478	9,7382	9,9430
8,7031	8,7979	9,2635	9,6887	9,7587	9,9640
8,7622	8,8333	9,2879	9,7272	9,7784	9,9829
8,8194	8,8659	9,3111	9,7632	9,7974	10,0001
8,8748	8,8961	9,3332	9,7967	9,8157	10,0158
8,9240	8,9284	9,3544	9,8274	9,8340	10,0302
8,9501	8,9802	9,3749	9,8493	9,8585	10,0435
8,9744	9,0302	9,3947	9,8661	9,8857	10,0558
8,9971	9,0785	9,4140	9,8821	9,9113	10,0673
9,0185	9,1250	9,4330	9,8976	9,9355	10,0780
9,0386	9,1697	9,4519	9,9127	9,9583	10,0880

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
7,1400	7,1930	7,2260	7,2653	7,4011	7,5973
8,2610	8,4812	8,6115	8,7439	8,9544	8,9843
8,7017	8,7349	8,9073	9,1971	9,3257	9,3872
8,9412	8,9459	9,2365	9,4935	9,5203	9,6270
9,0759	9,1371	9,5575	9,6401	9,7131	9,7962
9,1949	9,2996	9,7314	9,8226	9,8753	9,9239
9,2974	9,4371	9,8024	9,9883	10,0059	10,0474
9,3838	9,5556	9,8609	10,0754	10,1145	10,1594
9,4581	9,6586	9,9117	10,1445	10,2069	10,2431
9,5233	9,7480	9,9585	10,2070	10,2868	10,3108
9,5814	9,8245	10,0043	10,2663	10,3566	10,3686
9,6340	9,8880	10,0520	10,3242	10,4165	10,4210
9,6823	9,9391	10,1027	10,3817	10,4627	10,4752
9,7272	9,9801	10,1560	10,4391	10,5031	10,5255
9,7693	10,0138	10,2101	10,4965	10,5398	10,5720
9,8086	10,0428	10,2635	10,5531	10,5743	10,6151
9,8453	10,0690	10,3154	10,5997	10,6162	10,6558
9,8795	10,0936	10,3654	10,6303	10,6716	10,6944
9,9116	10,1175	10,4134	10,6573	10,7275	10,7321
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9693	10,1661	10,5040	10,7061	10,8015	10,8403
9,9947	10,1917	10,5471	10,7285	10,8354	10,8949
10,0176	10,2184	10,5890	10,7499	10,8686	10,9484
10,0382	10,2462	10,6300	10,7702	10,9012	11,0009
10,0564	10,2747	10,6705	10,7898	10,9333	11,0522
10,0727	10,3036	10,7108	10,8087	10,9648	11,1024
10,0871	10,3324	10,7510	10,8269	10,9959	11,1514
10,1000	10,3608	10,7915	10,8446	11,0264	11,1991
10,1117	10,3883	10,8322	10,8618	11,0565	11,2457
10,1223	10,4148	10,8734	10,8786	11,0860	11,2912
10,1320	10,4399	10,8950	10,9150	11,1150	11,3355

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
7,6542	7,9525
9,0207	9,0292
9,5627	9,7668
9,7959	9,9899
9,9544	10,1754
10,0930	10,3336
10,2556	10,4679
10,4520	10,5821
10,6524	10,6804
10,7669	10,8428
10,8449	11,0204
10,9166	11,1853
10,9836	11,3383
11,0466	11,4806
11,1064	11,6129
11,1633	11,7362
11,2175	11,8474
11,2693	11,9076
11,3189	11,9602
11,3664	12,0092
11,4118	12,0560
11,4553	12,1012
11,4970	12,1453
11,5370	12,1884
11,5753	12,2307
11,6120	12,2724
11,6472	12,3135
11,6810	12,3532
11,7135	12,3724
11,7446	12,3771
11,7745	12,3810

MACROELEMENTO: TAMBURO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE MODULO ELASTICO [Gpa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,2	1,1599	1,1703	1,7836	3,0154	3,0169
0,4	1,3691	1,3827	2,2068	4,0495	4,0755
0,6	1,5359	1,5535	2,5510	4,5848	4,7151
0,8	1,6749	1,6970	2,8453	4,7633	5,0521
1,0	1,7939	1,8206	3,1036	4,8294	5,1968
1,2	1,8976	1,9293	3,3344	4,8682	5,2645
1,4	1,9894	2,0260	3,5426	4,8970	5,3046
1,6	2,0714	2,1130	3,7320	4,9211	5,3330
1,8	2,1454	2,1920	3,9048	4,9424	5,3553
2,0	2,2125	2,2641	4,0629	4,9620	5,3739
2,2	2,2739	2,3305	4,2078	4,9804	5,3903
2,4	2,3302	2,3918	4,3403	4,9980	5,4050
2,6	2,3822	2,4486	4,4613	5,0150	5,4186
2,8	2,4303	2,5016	4,5714	5,0316	5,4311
3,0	2,4751	2,5512	4,6712	5,0481	5,4430
3,2	2,5168	2,5976	4,7609	5,0648	5,4542
3,4	2,5558	2,6412	4,8408	5,0822	5,4649
3,6	2,5923	2,6824	4,9109	5,1009	5,4752
3,8	2,6267	2,7212	4,9706	5,1221	5,4850
4,0	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
4,2	2,6895	2,7928	5,0566	5,1767	5,5038
4,4	2,7183	2,8259	5,0846	5,2097	5,5127
4,6	2,7456	2,8574	5,1061	5,2437	5,5214
4,8	2,7715	2,8874	5,1237	5,2768	5,5299
5,0	2,7961	2,9160	5,1389	5,3080	5,5381
5,2	2,8194	2,9433	5,1527	5,3368	5,5461
5,4	2,8417	2,9694	5,1654	5,3633	5,5540
5,6	2,8629	2,9945	5,1773	5,3874	5,5617
5,8	2,8832	3,0184	5,1887	5,4095	5,5692
6,0	2,9025	3,0415	5,1997	5,4296	5,5765
6,2	2,9210	3,0635	5,2102	5,4480	5,5837

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
4,7759	4,9121	4,9318	5,1217	5,2360	5,5815
4,9188	5,2654	5,4283	5,5596	6,3228	6,5168
5,1130	5,3848	5,6717	5,8178	6,4450	6,5840
5,3970	5,4975	5,8686	6,1092	6,5741	6,6503
5,6015	5,6092	6,0437	6,4177	6,6339	6,7038
5,6991	5,7268	6,1805	6,6238	6,6657	6,8373
5,7682	5,8122	6,2818	6,6794	6,6934	7,0798
5,8227	5,8775	6,3598	6,7028	6,7172	7,3142
5,8669	5,9320	6,4228	6,7206	6,7363	7,5205
5,9037	5,9804	6,4758	6,7358	6,7523	7,7001
5,9349	6,0253	6,5215	6,7493	6,7661	7,8563
5,9618	6,0685	6,5617	6,7614	6,7784	7,9899
5,9853	6,1110	6,5977	6,7724	6,7895	8,0864
6,0061	6,1535	6,6302	6,7826	6,7996	8,1426
6,0246	6,1964	6,6599	6,7921	6,8088	8,1881
6,0413	6,2400	6,6874	6,8011	6,8175	8,2299
6,0565	6,2842	6,7130	6,8099	6,8256	8,2695
6,0703	6,3288	6,7370	6,8186	6,8334	8,3073
6,0830	6,3737	6,7594	6,8274	6,8412	8,3435
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,1055	6,4621	6,7973	6,8452	6,8617	8,4117
6,1156	6,5045	6,8114	6,8526	6,8783	8,4438
6,1251	6,5449	6,8224	6,8589	6,8999	8,4748
6,1340	6,5828	6,8310	6,8645	6,9258	8,5047
6,1424	6,6175	6,8381	6,8697	6,9552	8,5335
6,1503	6,6490	6,8442	6,8746	6,9875	8,5614
6,1578	6,6772	6,8496	6,8791	7,0221	8,5883
6,1649	6,7023	6,8545	6,8835	7,0587	8,6143
6,1717	6,7245	6,8591	6,8877	7,0967	8,6395
6,1782	6,7441	6,8634	6,8917	7,1355	8,6639
6,1844	6,7617	6,8674	6,8955	7,1747	8,6875

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
5,5861	5,8179	5,8349	6,0816	6,1968	6,2204
6,5512	6,6424	6,6590	7,0893	7,0930	7,2371
6,6106	7,1493	7,1699	7,4345	7,4545	7,8221
6,6631	7,4918	7,5127	7,5682	7,6140	7,9983
6,8463	7,6519	7,7584	7,7717	7,8020	8,1123
7,0894	7,7244	7,9404	7,9980	8,0257	8,2021
7,3386	7,7903	8,1061	8,2045	8,2315	8,2725
7,5728	7,8515	8,2676	8,3240	8,3927	8,4234
7,7843	7,9091	8,3693	8,4247	8,5659	8,5985
7,9639	7,9710	8,4113	8,5752	8,7256	8,7618
8,0171	8,1307	8,4560	8,7182	8,8682	8,9069
8,0719	8,2588	8,5117	8,8525	8,9876	9,0383
8,1461	8,3496	8,5873	8,9776	9,0942	9,1701
8,2456	8,4083	8,6803	9,0931	9,1953	9,2968
8,3428	8,4486	8,7791	9,1991	9,2921	9,4170
8,4321	8,4802	8,8760	9,2959	9,3849	9,5307
8,5073	8,5137	8,9680	9,3840	9,4737	9,6379
8,5323	8,5880	9,0543	9,4642	9,5586	9,7384
8,5559	8,6557	9,1350	9,5373	9,6396	9,8324
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,6016	8,7738	9,2804	9,6662	9,7900	10,0002
8,6241	8,8253	9,3459	9,7236	9,8595	10,0739
8,6468	8,8725	9,4071	9,7772	9,9254	10,1405
8,6696	8,9157	9,4643	9,8276	9,9875	10,1983
8,6926	8,9555	9,5178	9,8752	10,0460	10,2465
8,7161	8,9921	9,5680	9,9204	10,1008	10,2868
8,7399	9,0259	9,6150	9,9635	10,1519	10,3204
8,7641	9,0571	9,6591	10,0045	10,1993	10,3484
8,7888	9,0861	9,7005	10,0437	10,2430	10,3717
8,8139	9,1131	9,7394	10,0813	10,2831	10,3913
8,8396	9,1383	9,7761	10,1173	10,3197	10,4080

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
6,4348	6,5886	6,6056	6,9049	7,0408	7,1730
7,4193	7,4426	7,5097	7,5586	7,8375	7,9669
7,9211	8,0189	8,0691	8,4258	8,4517	8,4664
8,1172	8,3232	8,5973	8,7066	8,8445	9,1782
8,2505	8,5421	8,8639	9,0575	9,1733	9,5663
8,3587	8,7222	9,0150	9,4437	9,4930	9,6419
8,4634	8,8792	9,1632	9,7017	9,7317	9,8520
8,5708	9,0198	9,3081	9,7633	9,9866	10,1736
8,6806	9,1471	9,4489	9,8240	10,2272	10,3509
8,7928	9,2632	9,5851	9,8866	10,4063	10,4519
8,9190	9,3696	9,7167	9,9517	10,4423	10,5418
9,0622	9,4677	9,8435	10,0189	10,4711	10,5655
9,1985	9,5593	9,9654	10,0871	10,4980	10,5875
9,3272	9,6461	10,0824	10,1547	10,5253	10,6100
9,4484	9,7300	10,1944	10,2197	10,5548	10,6338
9,5621	9,8124	10,2796	10,3020	10,5880	10,6591
9,6683	9,8944	10,3340	10,4042	10,6260	10,6865
9,7669	9,9767	10,3814	10,5017	10,6692	10,7162
9,8580	10,0593	10,4226	10,5945	10,7166	10,7488
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
10,0178	10,2224	10,4945	10,7654	10,8176	10,8252
10,0869	10,3003	10,5300	10,8417	10,8668	10,8727
10,1496	10,3736	10,5686	10,9041	10,9178	10,9305
10,2077	10,4400	10,6130	10,9570	10,9667	10,9978
10,2626	10,4986	10,6644	11,0104	11,0136	11,0643
10,3137	10,5500	10,7221	11,0583	11,0663	11,1280
10,3610	10,5960	10,7836	11,1024	11,1233	11,1889
10,4051	10,6386	10,8461	11,1459	11,1811	11,2475
10,4468	10,6785	10,9078	11,1895	11,2384	11,3045
10,4866	10,7160	10,9674	11,2338	11,2938	11,3609
10,5249	10,7512	11,0241	11,2792	11,3461	11,4179

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
7,2014	7,2384
8,2716	8,5394
8,9490	9,0769
9,4273	9,5385
9,7770	9,9337
10,1884	10,2849
10,3121	10,4633
10,4052	10,4883
10,5104	10,6019
10,5381	10,8839
10,6870	11,0808
10,8946	11,1356
11,0964	11,1707
11,2007	11,2913
11,2286	11,4791
11,2555	11,6597
11,2822	11,8319
11,3093	11,9520
11,3373	11,9822
11,3664	12,0092
11,3968	12,0333
11,4288	12,0547
11,4622	12,0736
11,4970	12,0903
11,5330	12,1053
11,5697	12,1187
11,6070	12,1310
11,6443	12,1424
11,6814	12,1531
11,7180	12,1632
11,7537	12,1728

MACROELEMENTO: CONTRAFFORTI MATERIALE: C. A. VARIAZIONE MODULO ELASTICO [Gpa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
2,0	2,0902	2,1568	4,2975	4,4100	4,4598
4,0	2,2189	2,2892	4,5352	4,8082	4,8457
6,0	2,2957	2,3689	4,6211	4,8794	4,9876
8,0	2,3534	2,4293	4,6858	4,9226	5,0837
10,0	2,4004	2,4789	4,7397	4,9537	5,1551
12,0	2,4404	2,5214	4,7863	4,9785	5,2117
14,0	2,4754	2,5587	4,8273	4,9997	5,2587
16,0	2,5063	2,5919	4,8636	5,0188	5,2993
18,0	2,5342	2,6219	4,8958	5,0369	5,3351
20,0	2,5594	2,6493	4,9241	5,0547	5,3674
22,0	2,5825	2,6744	4,9489	5,0725	5,3968
24,0	2,6038	2,6975	4,9704	5,0907	5,4239
26,0	2,6235	2,7191	4,9890	5,1092	5,4491
28,0	2,6418	2,7391	5,0052	5,1281	5,4725
30,0	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
32,0	2,6751	2,7756	5,0316	5,1661	5,5153
34,0	2,6903	2,7923	5,0427	5,1849	5,5349
36,0	2,7046	2,8082	5,0527	5,2033	5,5536
38,0	2,7183	2,8232	5,0619	5,2214	5,5713
40,0	2,7312	2,8375	5,0704	5,2391	5,5882
42,0	2,7436	2,8511	5,0784	5,2563	5,6044
44,0	2,7554	2,8641	5,0859	5,2730	5,6199
46,0	2,7667	2,8766	5,0930	5,2892	5,6347
48,0	2,7775	2,8886	5,0997	5,3049	5,6491
50,0	2,7880	2,9002	5,1063	5,3202	5,6629
52,0	2,7980	2,9113	5,1125	5,3351	5,6762
54,0	2,8077	2,9220	5,1186	5,3496	5,6890
56,0	2,8171	2,9324	5,1244	5,3636	5,7015
58,0	2,8261	2,9424	5,1301	5,3773	5,7135
60,0	2,8349	2,9521	5,1357	5,3906	5,7252
62,0	2,8435	2,9615	5,1411	5,4035	5,7366

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
4,4924	4,5270	4,5528	4,6078	4,6453	4,7114
5,1272	5,2846	5,5257	6,3426	6,3592	6,3867
5,2446	5,4775	5,8604	6,5162	6,7140	6,7271
5,3433	5,6229	6,1471	6,5448	6,7378	6,7512
5,4355	5,7453	6,4070	6,5665	6,7550	6,7686
5,5221	5,8521	6,5853	6,6483	6,7686	6,7823
5,6030	5,9470	6,6030	6,7798	6,7936	6,8755
5,6786	6,0321	6,6203	6,7895	6,8033	7,0910
5,7493	6,1087	6,6382	6,7979	6,8118	7,2966
5,8156	6,1775	6,6571	6,8054	6,8194	7,4938
5,8778	6,2391	6,6775	6,8122	6,8262	7,6833
5,9365	6,2937	6,6999	6,8185	6,8324	7,8661
5,9920	6,3415	6,7246	6,8245	6,8383	8,0425
6,0446	6,3829	6,7514	6,8304	6,8440	8,2132
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,1423	6,4483	6,8066	6,8436	6,8583	8,5377
6,1878	6,4736	6,8260	6,8510	6,8752	8,6079
6,2314	6,4950	6,8363	6,8567	6,9040	8,6209
6,2731	6,5132	6,8425	6,8612	6,9386	8,6329
6,3131	6,5289	6,8471	6,8651	6,9755	8,6442
6,3516	6,5425	6,8511	6,8688	7,0132	8,6549
6,3887	6,5545	6,8546	6,8722	7,0511	8,6649
6,4243	6,5653	6,8579	6,8755	7,0890	8,6745
6,4587	6,5750	6,8610	6,8787	7,1264	8,6835
6,4919	6,5838	6,8639	6,8818	7,1634	8,6922
6,5240	6,5919	6,8668	6,8848	7,1999	8,7004
6,5549	6,5995	6,8695	6,8878	7,2357	8,7084
6,5848	6,6066	6,8721	6,8908	7,2708	8,7160
6,6124	6,6145	6,8746	6,8939	7,3053	8,7233
6,6194	6,6415	6,8771	6,8970	7,3391	8,7303
6,6255	6,6682	6,8795	6,9003	7,3722	8,7372

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
4,7252	4,7692	4,8165	4,8710	4,8799	4,8899
6,4183	6,4949	6,5282	6,5607	6,6060	6,6243
7,6625	7,7409	7,7648	7,7840	7,8456	7,9254
7,8959	8,1813	8,4023	8,4342	8,4777	8,7317
8,0245	8,2698	8,6332	8,6395	8,6781	8,9681
8,1306	8,3297	8,7785	8,8236	8,8473	9,1423
8,2230	8,3769	8,8839	8,9885	9,0048	9,2937
8,3052	8,4158	8,9677	9,1357	9,1509	9,4060
8,3796	8,4488	9,0343	9,2680	9,2873	9,4442
8,4474	8,4773	9,0862	9,3859	9,4147	9,4913
8,5023	8,5098	9,1258	9,4828	9,5314	9,5558
8,5245	8,5673	9,1558	9,5524	9,5846	9,6428
8,5445	8,6207	9,1787	9,5926	9,6103	9,7379
8,5625	8,6706	9,1963	9,5990	9,6642	9,8309
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5940	8,7618	9,2214	9,6093	9,7677	10,0034
8,6901	8,8058	9,2306	9,6140	9,8172	10,0817
8,8152	8,8700	9,2384	9,6187	9,8651	10,1524
8,8676	8,9997	9,2450	9,6235	9,9113	10,2118
8,9042	9,1383	9,2508	9,6290	9,9558	10,2624
8,9374	9,2557	9,2728	9,6360	9,9986	10,3072
8,9684	9,2603	9,3991	9,6468	10,0398	10,3475
8,9976	9,2644	9,5088	9,6700	10,0793	10,3845
9,0253	9,2680	9,5782	9,7285	10,1172	10,4194
9,0517	9,2714	9,6055	9,8234	10,1535	10,4533
9,0768	9,2746	9,6173	9,9272	10,1882	10,4879
9,1007	9,2775	9,6241	10,0276	10,2214	10,5249
9,1236	9,2802	9,6290	10,1196	10,2532	10,5665
9,1454	9,2828	9,6330	10,1999	10,2834	10,6149
9,1664	9,2852	9,6364	10,2665	10,3123	10,6710
9,1864	9,2875	9,6396	10,3192	10,3398	10,7330

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
4,9603	4,9697	5,0011	5,0744	5,1691	5,1985
6,6741	6,6847	6,7810	6,8438	6,9017	6,9147
7,9520	7,9942	8,0599	8,1393	8,1728	8,2218
8,9387	8,9743	9,0049	9,0347	9,1109	9,1844
9,3011	9,4613	9,4789	9,7517	9,8947	9,9444
9,3424	9,5250	9,6207	9,9020	10,2499	10,2578
9,3734	9,5477	9,7584	9,9934	10,3303	10,3767
9,4282	9,5655	9,8874	10,0698	10,3870	10,4547
9,5347	9,5960	10,0114	10,1396	10,4362	10,5166
9,5702	9,6857	10,1314	10,2051	10,4832	10,5698
9,5847	9,7881	10,2479	10,2666	10,5313	10,6175
9,6522	9,8848	10,3229	10,3616	10,5829	10,6618
9,7552	9,9752	10,3739	10,4718	10,6395	10,7038
9,8521	10,0602	10,4192	10,5788	10,7012	10,7445
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
10,0227	10,2206	10,4964	10,7823	10,8249	10,8349
10,0958	10,2984	10,5313	10,8617	10,8831	10,9019
10,1633	10,3750	10,5660	10,9052	10,9634	10,9774
10,2297	10,4491	10,6027	10,9484	11,0238	11,0666
10,2935	10,5178	10,6445	10,9930	11,0775	11,1531
10,3532	10,5772	10,6954	11,0393	11,1249	11,2363
10,4086	10,6258	10,7567	11,0875	11,1661	11,3158
10,4597	10,6667	10,8252	11,1376	11,2020	11,3916
10,5071	10,7036	10,8971	11,1895	11,2336	11,4636
10,5509	10,7385	10,9699	11,2430	11,2619	11,5319
10,5915	10,7726	11,0425	11,2879	11,2979	11,5965
10,6294	10,8063	11,1142	11,3127	11,3539	11,6572
10,6650	10,8401	11,1840	11,3373	11,4108	11,7141
10,6985	10,8745	11,2508	11,3635	11,4683	11,7674
10,7304	10,9104	11,3114	11,3948	11,5262	11,8169
10,7609	10,9493	11,3598	11,4374	11,5843	11,8627

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
5,2501	6,4204
6,9214	6,9822
8,2572	8,2807
9,2026	9,2457
10,0250	10,0683
10,7691	10,9082
11,0888	11,2384
11,1689	11,4044
11,2113	11,5565
11,2425	11,6982
11,2691	11,8300
11,2935	11,9499
11,3173	11,9851
11,3412	11,9980
11,3664	12,0092
11,3934	12,0192
11,4233	12,0285
11,4568	12,0373
11,4944	12,0457
11,5365	12,0540
11,5826	12,0622
11,6318	12,0705
11,6825	12,0791
11,7332	12,0881
11,7822	12,0978
11,8281	12,1082
11,8696	12,1197
11,9062	12,1323
11,9376	12,1461
11,9639	12,1610
11,9857	12,1766

MACROELEMENTO CUPOLE MATERIALE: CLS VARIAZIONE MODULO ELASTICO [Gpa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
2,0	2,4499	2,5194	4,8282	4,9364	5,1882
4,0	2,5452	2,6271	4,9248	5,0431	5,3786
6,0	2,5837	2,6710	4,9587	5,0797	5,4221
8,0	2,6048	2,6952	4,9764	5,0990	5,4434
10,0	2,6182	2,7107	4,9873	5,1111	5,4564
12,0	2,6276	2,7216	4,9949	5,1194	5,4653
14,0	2,6346	2,7297	5,0004	5,1256	5,4718
16,0	2,6400	2,7359	5,0046	5,1303	5,4769
18,0	2,6443	2,7409	5,0079	5,1341	5,4809
20,0	2,6478	2,7450	5,0107	5,1372	5,4842
22,0	2,6508	2,7484	5,0129	5,1398	5,4869
24,0	2,6533	2,7513	5,0149	5,1420	5,4892
26,0	2,6555	2,7538	5,0165	5,1440	5,4913
28,0	2,6573	2,7560	5,0180	5,1456	5,4930
30,0	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
32,0	2,6605	2,7597	5,0203	5,1484	5,4959
34,0	2,6618	2,7612	5,0213	5,1496	5,4972
36,0	2,6630	2,7626	5,0222	5,1506	5,4983
38,0	2,6640	2,7638	5,0231	5,1516	5,4993
40,0	2,6650	2,7649	5,0238	5,1525	5,5002
42,0	2,6659	2,7660	5,0245	5,1533	5,5010
44,0	2,6667	2,7669	5,0251	5,1540	5,5018
46,0	2,6675	2,7678	5,0257	5,1547	5,5025
48,0	2,6682	2,7686	5,0262	5,1553	5,5032
50,0	2,6688	2,7694	5,0267	5,1559	5,5038
52,0	2,6694	2,7701	5,0272	5,1565	5,5044
54,0	2,6700	2,7707	5,0276	5,1570	5,5049
56,0	2,6705	2,7713	5,0280	5,1575	5,5054
58,0	2,6710	2,7719	5,0284	5,1579	5,5059
60,0	2,6714	2,7725	5,0288	5,1583	5,5064
62,0	2,6719	2,7730	5,0291	5,1588	5,5068

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
5,4120	5,5272	5,7548	5,9583	6,4380	7,1654
5,9084	5,9677	5,9999	6,1914	6,5940	7,7474
5,9606	6,2123	6,2517	6,2821	6,6535	7,9603
5,9897	6,2917	6,3926	6,4061	6,6870	8,0739
6,0094	6,3221	6,4904	6,5074	6,7098	8,1464
6,0244	6,3422	6,5619	6,5809	6,7273	8,1975
6,0366	6,3573	6,6160	6,6368	6,7420	8,2360
6,0468	6,3694	6,6578	6,6808	6,7551	8,2663
6,0557	6,3794	6,6906	6,7163	6,7677	8,2909
6,0637	6,3880	6,7161	6,7455	6,7806	8,3113
6,0709	6,3955	6,7357	6,7699	6,7943	8,3286
6,0775	6,4021	6,7507	6,7904	6,8085	8,3436
6,0836	6,4080	6,7624	6,8079	6,8230	8,3566
6,0893	6,4134	6,7718	6,8231	6,8369	8,3681
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0997	6,4228	6,7866	6,8486	6,8621	8,3874
6,1046	6,4270	6,7928	6,8595	6,8731	8,3957
6,1092	6,4309	6,7985	6,8693	6,8832	8,4032
6,1136	6,4345	6,8038	6,8784	6,8925	8,4101
6,1178	6,4379	6,8087	6,8867	6,9010	8,4163
6,1219	6,4411	6,8134	6,8943	6,9088	8,4221
6,1259	6,4442	6,8179	6,9013	6,9160	8,4275
6,1297	6,4471	6,8222	6,9078	6,9227	8,4325
6,1333	6,4498	6,8264	6,9139	6,9289	8,4371
6,1369	6,4524	6,8304	6,9195	6,9347	8,4414
6,1404	6,4548	6,8343	6,9248	6,9401	8,4455
6,1438	6,4572	6,8380	6,9297	6,9452	8,4493
6,1471	6,4595	6,8417	6,9344	6,9499	8,4528
6,1503	6,4616	6,8453	6,9387	6,9544	8,4562
6,1534	6,4637	6,8488	6,9429	6,9586	8,4594
6,1564	6,4657	6,8522	6,9467	6,9626	8,4624

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
7,2892	7,9040	7,9080	7,9641	8,2289	8,5197
7,9022	8,4463	8,4656	8,4747	8,5340	8,9493
8,1593	8,4996	8,7430	8,7703	8,7886	9,1421
8,3025	8,5225	8,8885	8,9685	8,9836	9,2653
8,3958	8,5361	8,9726	9,1232	9,1434	9,3538
8,4628	8,5455	9,0293	9,2515	9,2760	9,4220
8,5139	8,5524	9,0704	9,3610	9,3889	9,4775
8,5548	8,5579	9,1018	9,4555	9,4835	9,5249
8,5624	8,5887	9,1267	9,5306	9,5424	9,5698
8,5661	8,6174	9,1469	9,5571	9,5861	9,6314
8,5693	8,6423	9,1637	9,5706	9,6194	9,6982
8,5721	8,6642	9,1779	9,5812	9,6476	9,7608
8,5746	8,6837	9,1902	9,5900	9,6727	9,8185
8,5769	8,7013	9,2008	9,5977	9,6956	9,8714
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5808	8,7321	9,2185	9,6104	9,7362	9,9628
8,5825	8,7458	9,2260	9,6157	9,7545	9,9962
8,5841	8,7585	9,2327	9,6206	9,7717	10,0200
8,5856	8,7703	9,2388	9,6251	9,7879	10,0394
8,5870	8,7814	9,2443	9,6292	9,8033	10,0561
8,5883	8,7919	9,2494	9,6330	9,8179	10,0708
8,5895	8,8018	9,2541	9,6365	9,8319	10,0839
8,5907	8,8113	9,2584	9,6398	9,8453	10,0958
8,5918	8,8202	9,2624	9,6429	9,8581	10,1067
8,5928	8,8288	9,2661	9,6457	9,8704	10,1167
8,5938	8,8369	9,2696	9,6485	9,8823	10,1260
8,5948	8,8448	9,2729	9,6511	9,8938	10,1347
8,5957	8,8523	9,2759	9,6535	9,9049	10,1428
8,5966	8,8595	9,2788	9,6558	9,9157	10,1505
8,5974	8,8665	9,2815	9,6580	9,9261	10,1577
8,5982	8,8732	9,2841	9,6602	9,9362	10,1645

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
8,5751	8,9997	9,2910	9,6389	9,8855	10,0171
9,0746	9,4932	10,2676	10,3494	10,4484	10,5282
9,2794	9,6189	10,3266	10,4893	10,5534	10,6422
9,3830	9,7035	10,3542	10,5444	10,5820	10,6760
9,4442	9,7693	10,3725	10,5775	10,6044	10,6965
9,4849	9,8231	10,3864	10,6007	10,6239	10,7109
9,5150	9,8684	10,3978	10,6183	10,6418	10,7220
9,5429	9,9078	10,4075	10,6322	10,6591	10,7308
9,5954	9,9431	10,4163	10,6433	10,6762	10,7382
9,6686	9,9758	10,4243	10,6525	10,6934	10,7445
9,7382	10,0072	10,4317	10,6603	10,7108	10,7500
9,8006	10,0385	10,4389	10,6670	10,7285	10,7549
9,8552	10,0708	10,4458	10,6728	10,7466	10,7595
9,9021	10,1051	10,4527	10,6779	10,7621	10,7666
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9753	10,1798	10,4666	10,6866	10,7703	10,8044
10,0095	10,2192	10,4740	10,6903	10,7737	10,8246
10,0457	10,2584	10,4818	10,6936	10,7770	10,8454
10,0799	10,2966	10,4905	10,6967	10,7802	10,8666
10,1114	10,3328	10,5005	10,6996	10,7833	10,8883
10,1405	10,3660	10,5123	10,7022	10,7866	10,9104
10,1672	10,3953	10,5267	10,7046	10,7899	10,9329
10,1918	10,4198	10,5442	10,7069	10,7934	10,9556
10,2143	10,4396	10,5650	10,7090	10,7972	10,9786
10,2351	10,4551	10,5883	10,7111	10,8015	11,0017
10,2543	10,4674	10,6129	10,7130	10,8063	11,0249
10,2719	10,4775	10,6376	10,7148	10,8120	11,0481
10,2883	10,4860	10,6614	10,7166	10,8189	11,0713
10,3034	10,4935	10,6833	10,7184	10,8274	11,0944
10,3174	10,5003	10,7022	10,7207	10,8379	11,1173
10,3305	10,5066	10,7155	10,7257	10,8508	11,1401

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
10,1797	10,1894
10,5606	11,1395
10,8069	11,2490
11,0597	11,2817
11,2630	11,3015
11,3140	11,4350
11,3244	11,5820
11,3327	11,7105
11,3395	11,8236
11,3454	11,9228
11,3506	11,9974
11,3551	12,0017
11,3592	12,0046
11,3630	12,0070
11,3664	12,0092
11,3695	12,0111
11,3724	12,0128
11,3752	12,0143
11,3778	12,0157
11,3802	12,0170
11,3825	12,0182
11,3847	12,0192
11,3869	12,0203
11,3889	12,0212
11,3908	12,0221
11,3927	12,0229
11,3946	12,0237
11,3963	12,0244
11,3981	12,0251
11,3997	12,0258
11,4014	12,0265

MACROELEMENTO: LANTERNINO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE MODULO ELASTICO [Gpa]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,2	1,5563	1,5611	2,7134	2,8164	3,5841
0,4	2,1599	2,1705	2,7583	2,8566	5,0013
0,6	2,4948	2,5376	2,9168	2,9836	5,0301
0,8	2,5944	2,6721	3,2284	3,2626	5,0317
1,0	2,6231	2,7118	3,5575	3,5838	5,0330
1,2	2,6354	2,7283	3,8641	3,8901	5,0346
1,4	2,6422	2,7370	4,1447	4,1742	5,0368
1,6	2,6464	2,7424	4,3993	4,4368	5,0400
1,8	2,6493	2,7460	4,6245	4,6790	5,0453
2,0	2,6514	2,7486	4,8077	4,9001	5,0549
2,2	2,6530	2,7506	4,9260	5,0721	5,0962
2,4	2,6542	2,7521	4,9783	5,0945	5,2551
2,6	2,6552	2,7534	4,9980	5,1121	5,3620
2,8	2,6560	2,7544	5,0067	5,1237	5,4203
3,0	2,6567	2,7552	5,0114	5,1312	5,4507
3,2	2,6573	2,7559	5,0142	5,1365	5,4678
3,4	2,6578	2,7565	5,0161	5,1403	5,4785
3,6	2,6583	2,7571	5,0174	5,1431	5,4856
3,8	2,6587	2,7575	5,0184	5,1453	5,4907
4,0	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
4,2	2,6593	2,7583	5,0198	5,1485	5,4975
4,4	2,6596	2,7586	5,0204	5,1497	5,4999
4,6	2,6598	2,7589	5,0208	5,1508	5,5018
4,8	2,6600	2,7592	5,0211	5,1516	5,5034
5,0	2,6602	2,7594	5,0214	5,1524	5,5047
5,2	2,6604	2,7597	5,0217	5,1530	5,5059
5,4	2,6606	2,7599	5,0219	5,1536	5,5069
5,6	2,6607	2,7601	5,0221	5,1541	5,5077
5,8	2,6609	2,7602	5,0223	5,1546	5,5085
6,0	2,6610	2,7604	5,0225	5,1550	5,5092
6,2	2,6612	2,7605	5,0226	5,1554	5,5098

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
5,0316	5,1769	5,5349	5,9867	6,0955	6,4222
5,0942	5,1840	5,5382	6,0951	6,4233	6,7938
5,1815	5,5403	6,0952	6,2034	6,4283	6,7944
5,1846	5,5427	6,0952	6,4207	6,7923	7,1707
5,1886	5,5457	6,0952	6,4217	6,7932	8,0118
5,1940	5,5495	6,0952	6,4220	6,7934	8,3525
5,2021	5,5545	6,0953	6,4222	6,7935	8,3590
5,2149	5,5615	6,0953	6,4223	6,7935	8,3633
5,2379	5,5719	6,0954	6,4225	6,7936	8,3665
5,2834	5,5884	6,0954	6,4227	6,7937	8,3688
5,3729	5,6173	6,0955	6,4229	6,7937	8,3707
5,5118	5,6717	6,0957	6,4232	6,7938	8,3722
5,6772	5,7681	6,0960	6,4236	6,7939	8,3734
5,8500	5,9036	6,0967	6,4242	6,7941	8,3745
6,0218	6,0537	6,1026	6,4252	6,7942	8,3753
6,0925	6,1890	6,2247	6,4278	6,7945	8,3761
6,0939	6,3423	6,3834	6,4398	6,7950	8,3767
6,0944	6,4091	6,5291	6,5435	6,7960	8,3773
6,0945	6,4163	6,6749	6,6953	6,7994	8,3778
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0947	6,4192	6,7896	6,9744	6,9904	8,3787
6,0948	6,4198	6,7912	7,1127	7,1297	8,3791
6,0948	6,4201	6,7918	7,2471	7,2647	8,3794
6,0949	6,4203	6,7922	7,3771	7,3952	8,3797
6,0949	6,4205	6,7924	7,5026	7,5212	8,3800
6,0949	6,4206	6,7925	7,6234	7,6428	8,3803
6,0949	6,4208	6,7926	7,7395	7,7598	8,3805
6,0949	6,4208	6,7927	7,8504	7,8721	8,3808
6,0950	6,4209	6,7928	7,9556	7,9795	8,3810
6,0950	6,4210	6,7928	8,0543	8,0818	8,3813
6,0950	6,4210	6,7929	8,1451	8,1784	8,3816

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
6,5470	6,6133	6,7938	7,5299	7,8284	8,5248
7,9446	8,5605	8,7021	9,0378	9,2052	9,2459
8,2684	8,5630	8,7056	9,2091	9,6008	9,7163
8,3218	8,5639	8,7064	9,2091	9,6021	9,7163
8,3420	8,5650	8,7069	9,2092	9,6025	9,7164
8,5619	8,7074	8,7773	9,2092	9,6027	9,7164
8,5645	8,7079	9,2093	9,4755	9,6028	9,7164
8,5654	8,7083	9,2093	9,6029	9,7164	9,9185
8,5661	8,7088	9,2094	9,6031	9,7164	9,9187
8,5669	8,7093	9,2094	9,6032	9,7164	9,9188
8,5677	8,7098	9,2095	9,6033	9,7165	9,9189
8,5685	8,7104	9,2095	9,6034	9,7165	9,9190
8,5694	8,7110	9,2096	9,6035	9,7165	9,9191
8,5704	8,7117	9,2097	9,6036	9,7165	9,9192
8,5714	8,7124	9,2098	9,6037	9,7165	9,9193
8,5726	8,7132	9,2098	9,6038	9,7166	9,9193
8,5739	8,7141	9,2099	9,6040	9,7166	9,9194
8,5754	8,7151	9,2100	9,6041	9,7166	9,9195
8,5771	8,7162	9,2101	9,6042	9,7166	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5811	8,7188	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5835	8,7203	9,2105	9,6047	9,7167	9,9198
8,5864	8,7221	9,2106	9,6049	9,7167	9,9198
8,5898	8,7242	9,2108	9,6051	9,7168	9,9199
8,5939	8,7266	9,2109	9,6053	9,7168	9,9200
8,5989	8,7295	9,2111	9,6055	9,7168	9,9200
8,6050	8,7329	9,2114	9,6057	9,7169	9,9201
8,6127	8,7371	9,2117	9,6060	9,7169	9,9201
8,6225	8,7424	9,2120	9,6063	9,7170	9,9202
8,6355	8,7490	9,2123	9,6066	9,7170	9,9202
8,6529	8,7577	9,2128	9,6069	9,7171	9,9203

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
8,5635	8,7080	9,2091	9,6036	9,7163	9,9180
9,3305	9,6065	9,7164	9,9189	9,9341	10,1350
9,9175	9,9291	10,1281	10,4144	10,5691	10,5885
9,9180	9,9304	10,1311	10,4442	10,6076	10,7228
9,9182	9,9310	10,1320	10,4465	10,6133	10,7289
9,9183	9,9316	10,1326	10,4477	10,6176	10,7321
9,9185	9,9321	10,1332	10,4486	10,6216	10,7345
9,9327	10,1267	10,1337	10,4494	10,6254	10,7367
9,9332	10,1342	10,4502	10,6291	10,7380	10,7389
9,9338	10,1347	10,4509	10,6332	10,7409	10,7847
9,9344	10,1353	10,4517	10,6372	10,7431	10,7847
9,9351	10,1359	10,4525	10,6414	10,7453	10,7847
9,9357	10,1365	10,4533	10,6458	10,7475	10,7847
9,9364	10,1371	10,4541	10,6503	10,7499	10,7847
9,9372	10,1377	10,4549	10,6551	10,7524	10,7847
9,9380	10,1384	10,4558	10,6601	10,7550	10,7847
9,9388	10,1391	10,4567	10,6653	10,7577	10,7848
9,9396	10,1399	10,4576	10,6707	10,7605	10,7848
9,9406	10,1407	10,4586	10,6764	10,7636	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9425	10,1424	10,4606	10,6888	10,7701	10,7849
9,9436	10,1433	10,4617	10,6955	10,7736	10,7850
9,9448	10,1443	10,4629	10,7025	10,7773	10,7852
9,9460	10,1454	10,4640	10,7100	10,7809	10,7857
9,9473	10,1465	10,4653	10,7179	10,7834	10,7876
9,9486	10,1477	10,4666	10,7262	10,7841	10,7915
9,9501	10,1490	10,4680	10,7350	10,7844	10,7962
9,9516	10,1504	10,4694	10,7444	10,7846	10,8015
9,9532	10,1519	10,4709	10,7543	10,7847	10,8071
9,9550	10,1535	10,4725	10,7647	10,7849	10,8132
9,9568	10,1552	10,4741	10,7755	10,7854	10,8198

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
9,9304	10,1318
10,4526	10,6205
10,7753	10,7849
10,7847	11,3547
10,7847	11,3560
10,7847	11,3567
10,7847	11,3574
10,7847	11,3580
10,7848	11,3585
11,3158	11,3591
11,3597	11,8647
11,3603	12,0085
11,3610	12,0086
11,3616	12,0087
11,3623	12,0087
11,3631	12,0088
11,3638	12,0089
11,3646	12,0090
11,3655	12,0091
11,3664	12,0092
11,3673	12,0093
11,3683	12,0094
11,3694	12,0095
11,3705	12,0096
11,3717	12,0097
11,3730	12,0098
11,3743	12,0099
11,3758	12,0101
11,3773	12,0102
11,3790	12,0104
11,3809	12,0105

MACROELEMENTO: BASAMENTO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,6775	2,7745	5,1069	5,2572	5,6585
0,0585	2,6758	2,7730	5,0997	5,2478	5,6446
0,0720	2,6741	2,7716	5,0926	5,2387	5,6312
0,0855	2,6725	2,7702	5,0857	5,2298	5,6182
0,0990	2,6709	2,7688	5,0789	5,2212	5,6056
0,1125	2,6694	2,7675	5,0724	5,2130	5,5933
0,1260	2,6680	2,7663	5,0661	5,2050	5,5816
0,1395	2,6667	2,7651	5,0600	5,1973	5,5702
0,1530	2,6654	2,7640	5,0541	5,1900	5,5592
0,1665	2,6642	2,7629	5,0484	5,1829	5,5487
0,1800	2,6632	2,7619	5,0430	5,1762	5,5387
0,1935	2,6621	2,7610	5,0378	5,1698	5,5291
0,2070	2,6612	2,7601	5,0329	5,1637	5,5200
0,2205	2,6604	2,7594	5,0283	5,1581	5,5114
0,2340	2,6597	2,7587	5,0239	5,1528	5,5034
0,2475	2,6591	2,7580	5,0199	5,1479	5,4959
0,2610	2,6586	2,7575	5,0162	5,1435	5,4890
0,2745	2,6586	2,7575	5,0162	5,1435	5,4890
0,2880	2,6580	2,7568	5,0100	5,1363	5,4771
0,3015	2,6580	2,7566	5,0075	5,1335	5,4723
0,3150	2,6581	2,7565	5,0055	5,1314	5,4683
0,3285	2,6584	2,7566	5,0040	5,1301	5,4652
0,3420	2,6589	2,7568	5,0030	5,1297	5,4631
0,3555	2,6596	2,7573	5,0027	5,1303	5,4622
0,3690	2,6607	2,7579	5,0032	5,1321	5,4628
0,3825	2,6620	2,7588	5,0046	5,1354	5,4650
0,3960	2,6638	2,7601	5,0070	5,1406	5,4693
0,4095	2,6662	2,7617	5,0108	5,1482	5,4761
0,4230	2,6691	2,7638	5,0163	5,1590	5,4864
0,4365	2,6731	2,7667	5,0241	5,1743	5,5014
0,4500	2,6783	2,7705	5,0353	5,1964	5,5235

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1967	6,5127	6,8279	6,8502	6,9727	8,3920
6,1876	6,5045	6,8270	6,8495	6,9584	8,3897
6,1789	6,4965	6,8260	6,8488	6,9446	8,3876
6,1704	6,4888	6,8248	6,8481	6,9315	8,3857
6,1623	6,4814	6,8236	6,8475	6,9191	8,3840
6,1545	6,4743	6,8221	6,8468	6,9074	8,3824
6,1470	6,4674	6,8203	6,8461	6,8965	8,3811
6,1399	6,4608	6,8182	6,8453	6,8866	8,3799
6,1330	6,4545	6,8156	6,8445	6,8778	8,3789
6,1266	6,4484	6,8123	6,8436	6,8703	8,3782
6,1204	6,4427	6,8083	6,8425	6,8641	8,3776
6,1146	6,4373	6,8037	6,8414	6,8593	8,3772
6,1092	6,4322	6,7984	6,8401	6,8558	8,3771
6,1042	6,4275	6,7926	6,8389	6,8533	8,3772
6,0996	6,4231	6,7867	6,8377	6,8515	8,3775
6,0954	6,4190	6,7808	6,8367	6,8502	8,3781
6,0917	6,4154	6,7750	6,8358	6,8493	8,3790
6,0917	6,4154	6,7750	6,8358	6,8493	8,3790
6,0857	6,4094	6,7646	6,8345	6,8481	8,3817
6,0836	6,4072	6,7602	6,8340	6,8477	8,3835
6,0822	6,4055	6,7564	6,8337	6,8475	8,3857
6,0814	6,4045	6,7535	6,8334	6,8473	8,3884
6,0815	6,4042	6,7515	6,8333	6,8472	8,3915
6,0826	6,4047	6,7506	6,8333	6,8473	8,3951
6,0848	6,4062	6,7509	6,8335	6,8474	8,3994
6,0884	6,4089	6,7528	6,8338	6,8477	8,4045
6,0936	6,4130	6,7566	6,8344	6,8482	8,4104
6,1010	6,4191	6,7626	6,8353	6,8490	8,4174
6,1112	6,4276	6,7715	6,8367	6,8503	8,4260
6,1255	6,4397	6,7837	6,8388	6,8527	8,4365
6,1458	6,4571	6,7994	6,8422	6,8585	8,4500

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,7417	8,7926	9,3474	9,7115	9,8392	9,9797
8,7276	8,7855	9,3337	9,7000	9,8282	9,9752
8,7139	8,7786	9,3207	9,6891	9,8177	9,9706
8,7007	8,7720	9,3083	9,6788	9,8074	9,9662
8,6880	8,7656	9,2965	9,6690	9,7976	9,9618
8,6757	8,7596	9,2854	9,6598	9,7881	9,9574
8,6639	8,7539	9,2749	9,6513	9,7790	9,9532
8,6526	8,7485	9,2650	9,6433	9,7703	9,9490
8,6417	8,7434	9,2558	9,6360	9,7620	9,9450
8,6313	8,7386	9,2472	9,6294	9,7542	9,9410
8,6214	8,7342	9,2394	9,6234	9,7468	9,9371
8,6121	8,7301	9,2322	9,6181	9,7399	9,9334
8,6032	8,7264	9,2257	9,6135	9,7335	9,9299
8,5949	8,7231	9,2200	9,6098	9,7276	9,9264
8,5872	8,7202	9,2150	9,6068	9,7222	9,9232
8,5802	8,7178	9,2109	9,6047	9,7175	9,9202
8,5737	8,7158	9,2076	9,6035	9,7134	9,9174
8,5737	8,7158	9,2076	9,6035	9,7134	9,9174
8,5631	8,7134	9,2036	9,6040	9,7073	9,9126
8,5590	8,7131	9,2032	9,6060	9,7055	9,9106
8,5558	8,7135	9,2038	9,6092	9,7046	9,9091
8,5536	8,7146	9,2056	9,6138	9,7047	9,9079
8,5527	8,7166	9,2087	9,6199	9,7061	9,9073
8,5530	8,7196	9,2134	9,6279	9,7087	9,9072
8,5550	8,7237	9,2198	9,6379	9,7129	9,9078
8,5589	8,7292	9,2282	9,6503	9,7190	9,9092
8,5651	8,7364	9,2390	9,6657	9,7273	9,9116
8,5743	8,7456	9,2529	9,6847	9,7385	9,9151
8,5875	8,7577	9,2706	9,7084	9,7533	9,9203
8,6062	8,7735	9,2936	9,7386	9,7731	9,9275
8,6332	8,7949	9,3243	9,7782	9,8001	9,9378

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9966	10,2188	10,6774	10,7654	10,9042	10,9932
9,9924	10,2112	10,6584	10,7580	10,8908	10,9737
9,9882	10,2039	10,6400	10,7508	10,8780	10,9551
9,9841	10,1970	10,6222	10,7439	10,8658	10,9372
9,9799	10,1904	10,6049	10,7372	10,8543	10,9201
9,9758	10,1841	10,5883	10,7307	10,8433	10,9038
9,9718	10,1782	10,5723	10,7246	10,8330	10,8883
9,9679	10,1727	10,5569	10,7187	10,8232	10,8736
9,9640	10,1675	10,5422	10,7130	10,8140	10,8596
9,9603	10,1627	10,5283	10,7077	10,8054	10,8465
9,9567	10,1582	10,5150	10,7027	10,7974	10,8342
9,9533	10,1542	10,5026	10,6980	10,7901	10,8228
9,9501	10,1505	10,4909	10,6937	10,7834	10,8123
9,9471	10,1472	10,4801	10,6897	10,7774	10,8026
9,9444	10,1443	10,4701	10,6861	10,7720	10,7939
9,9419	10,1419	10,4611	10,6830	10,7675	10,7862
9,9399	10,1399	10,4531	10,6803	10,7638	10,7795
9,9399	10,1399	10,4531	10,6803	10,7638	10,7795
9,9369	10,1375	10,4405	10,6766	10,7590	10,7694
9,9361	10,1371	10,4360	10,6757	10,7581	10,7662
9,9359	10,1373	10,4330	10,6755	10,7584	10,7645
9,9362	10,1382	10,4315	10,6761	10,7598	10,7645
9,9372	10,1399	10,4319	10,6777	10,7624	10,7667
9,9390	10,1426	10,4343	10,6804	10,7663	10,7714
9,9416	10,1463	10,4391	10,6844	10,7720	10,7788
9,9451	10,1514	10,4469	10,6900	10,7802	10,7892
9,9497	10,1581	10,4582	10,6973	10,7917	10,8032
9,9555	10,1670	10,4740	10,7070	10,8076	10,8220
9,9628	10,1787	10,4957	10,7197	10,8293	10,8472
9,9718	10,1944	10,5254	10,7363	10,8594	10,8815
9,9833	10,2160	10,5667	10,7587	10,9024	10,9301

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,5522	12,0515
11,5344	12,0403
11,5173	12,0302
11,5010	12,0212
11,4855	12,0133
11,4708	12,0065
11,4568	12,0010
11,4436	11,9965
11,4311	11,9933
11,4195	11,9913
11,4087	11,9906
11,3986	11,9912
11,3895	11,9932
11,3812	11,9966
11,3738	12,0014
11,3674	12,0078
11,3621	12,0158
11,3621	12,0158
11,3548	12,0372
11,3530	12,0508
11,3527	12,0665
11,3540	12,0842
11,3572	12,1033
11,3626	12,1179
11,3706	12,1241
11,3817	12,1336
11,3966	12,1472
11,4167	12,1659
11,4435	12,1909
11,4800	12,2236
11,5314	12,2640

MACROELEMENTO: COLONNE PRONAO MATERIALE: SIENITE VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,6592	2,7581	5,0225	5,1475	5,4959
0,0585	2,6592	2,7580	5,0221	5,1475	5,4957
0,0720	2,6592	2,7580	5,0218	5,1474	5,4955
0,0855	2,6591	2,7580	5,0215	5,1474	5,4954
0,0990	2,6591	2,7580	5,0212	5,1473	5,4952
0,1125	2,6591	2,7580	5,0209	5,1473	5,4951
0,1260	2,6591	2,7580	5,0206	5,1473	5,4950
0,1395	2,6591	2,7580	5,0204	5,1472	5,4949
0,1530	2,6591	2,7580	5,0201	5,1472	5,4948
0,1665	2,6590	2,7580	5,0199	5,1472	5,4947
0,1800	2,6590	2,7580	5,0197	5,1472	5,4946
0,1935	2,6590	2,7579	5,0196	5,1471	5,4946
0,2070	2,6590	2,7579	5,0195	5,1471	5,4946
0,2205	2,6590	2,7579	5,0193	5,1471	5,4945
0,2340	2,6590	2,7579	5,0193	5,1471	5,4945
0,2475	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4945
0,2610	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
0,2745	2,6590	2,7580	5,0192	5,1471	5,4946
0,2880	2,6590	2,7580	5,0193	5,1471	5,4947
0,3015	2,6590	2,7580	5,0194	5,1471	5,4948
0,3150	2,6590	2,7580	5,0196	5,1471	5,4950
0,3285	2,6590	2,7580	5,0198	5,1472	5,4952
0,3420	2,6590	2,7580	5,0200	5,1472	5,4954
0,3555	2,6591	2,7580	5,0204	5,1472	5,4956
0,3690	2,6591	2,7581	5,0208	5,1473	5,4959
0,3825	2,6591	2,7581	5,0214	5,1474	5,4963
0,3960	2,6592	2,7581	5,0221	5,1474	5,4968
0,4095	2,6592	2,7582	5,0230	5,1476	5,4974
0,4230	2,6593	2,7582	5,0241	5,1477	5,4981
0,4365	2,6594	2,7583	5,0256	5,1479	5,4991
0,4500	2,6596	2,7584	5,0275	5,1482	5,5003

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,0954	6,4197	6,7806	6,8369	6,8505	8,3784
6,0953	6,4196	6,7805	6,8369	6,8505	8,3784
6,0952	6,4194	6,7804	6,8368	6,8504	8,3784
6,0951	6,4193	6,7803	6,8368	6,8504	8,3783
6,0950	6,4192	6,7802	6,8367	6,8503	8,3783
6,0950	6,4190	6,7801	6,8367	6,8503	8,3783
6,0949	6,4189	6,7801	6,8367	6,8502	8,3783
6,0948	6,4188	6,7800	6,8366	6,8502	8,3783
6,0948	6,4187	6,7799	6,8366	6,8501	8,3783
6,0947	6,4186	6,7799	6,8366	6,8501	8,3783
6,0947	6,4186	6,7798	6,8366	6,8501	8,3783
6,0947	6,4185	6,7798	6,8366	6,8501	8,3783
6,0946	6,4184	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0946	6,4184	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0946	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0948	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0949	6,4184	6,7798	6,8366	6,8501	8,3783
6,0950	6,4184	6,7798	6,8366	6,8501	8,3783
6,0951	6,4185	6,7799	6,8366	6,8501	8,3783
6,0953	6,4186	6,7800	6,8367	6,8502	8,3783
6,0955	6,4187	6,7801	6,8367	6,8502	8,3783
6,0957	6,4189	6,7802	6,8368	6,8503	8,3783
6,0960	6,4191	6,7804	6,8368	6,8504	8,3783
6,0963	6,4194	6,7806	6,8369	6,8505	8,3784
6,0967	6,4198	6,7809	6,8370	6,8507	8,3784
6,0972	6,4202	6,7812	6,8372	6,8509	8,3784
6,0979	6,4209	6,7817	6,8373	6,8512	8,3785
6,0988	6,4217	6,7822	6,8376	6,8515	8,3785

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,5832	8,7177	9,2103	9,6044	9,7175	9,9204
8,5827	8,7176	9,2103	9,6044	9,7174	9,9203
8,5822	8,7176	9,2103	9,6044	9,7173	9,9202
8,5818	8,7176	9,2103	9,6044	9,7173	9,9201
8,5814	8,7175	9,2103	9,6044	9,7172	9,9201
8,5810	8,7175	9,2103	9,6044	9,7171	9,9200
8,5806	8,7175	9,2102	9,6044	9,7170	9,9199
8,5803	8,7175	9,2102	9,6044	9,7170	9,9199
8,5800	8,7175	9,2102	9,6044	9,7169	9,9198
8,5797	8,7174	9,2102	9,6044	9,7169	9,9198
8,5795	8,7174	9,2102	9,6044	9,7168	9,9197
8,5793	8,7174	9,2102	9,6044	9,7168	9,9197
8,5792	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5790	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5790	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5790	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5791	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5793	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5796	8,7175	9,2102	9,6044	9,7167	9,9198
8,5800	8,7175	9,2102	9,6044	9,7168	9,9198
8,5804	8,7175	9,2102	9,6044	9,7168	9,9199
8,5810	8,7176	9,2102	9,6044	9,7169	9,9200
8,5816	8,7176	9,2102	9,6044	9,7170	9,9201
8,5825	8,7177	9,2102	9,6044	9,7171	9,9203
8,5835	8,7178	9,2102	9,6044	9,7173	9,9205
8,5848	8,7178	9,2103	9,6045	9,7175	9,9207
8,5864	8,7180	9,2103	9,6045	9,7178	9,9210
8,5885	8,7181	9,2103	9,6045	9,7181	9,9214
8,5913	8,7183	9,2103	9,6045	9,7186	9,9219

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9418	10,1417	10,4599	10,6829	10,7712	10,7865
9,9418	10,1417	10,4599	10,6829	10,7707	10,7863
9,9418	10,1417	10,4598	10,6828	10,7702	10,7861
9,9417	10,1417	10,4598	10,6828	10,7698	10,7860
9,9417	10,1416	10,4598	10,6827	10,7694	10,7858
9,9417	10,1416	10,4597	10,6827	10,7690	10,7857
9,9416	10,1416	10,4597	10,6827	10,7686	10,7855
9,9416	10,1416	10,4597	10,6826	10,7683	10,7854
9,9416	10,1416	10,4597	10,6826	10,7680	10,7853
9,9416	10,1416	10,4596	10,6826	10,7677	10,7852
9,9416	10,1415	10,4596	10,6826	10,7675	10,7851
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7672	10,7850
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7671	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7669	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7668	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7668	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7668	10,7849
9,9416	10,1415	10,4596	10,6825	10,7670	10,7850
9,9416	10,1415	10,4596	10,6825	10,7672	10,7851
9,9416	10,1415	10,4597	10,6825	10,7675	10,7852
9,9417	10,1416	10,4597	10,6825	10,7679	10,7854
9,9417	10,1416	10,4597	10,6826	10,7684	10,7856
9,9418	10,1416	10,4598	10,6826	10,7690	10,7859
9,9418	10,1416	10,4599	10,6827	10,7698	10,7862
9,9419	10,1417	10,4599	10,6827	10,7707	10,7866
9,9420	10,1417	10,4600	10,6828	10,7719	10,7871
9,9422	10,1418	10,4602	10,6830	10,7735	10,7877
9,9424	10,1419	10,4603	10,6831	10,7755	10,7886
9,9426	10,1421	10,4605	10,6834	10,7782	10,7897

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,3721	12,0121
11,3715	12,0118
11,3709	12,0115
11,3704	12,0113
11,3699	12,0110
11,3694	12,0108
11,3689	12,0105
11,3685	12,0103
11,3681	12,0101
11,3678	12,0099
11,3674	12,0097
11,3671	12,0096
11,3669	12,0094
11,3667	12,0093
11,3665	12,0092
11,3664	12,0092
11,3663	12,0091
11,3663	12,0091
11,3663	12,0092
11,3664	12,0092
11,3666	12,0093
11,3669	12,0095
11,3673	12,0097
11,3678	12,0099
11,3684	12,0103
11,3692	12,0107
11,3703	12,0112
11,3717	12,0119
11,3734	12,0128
11,3758	12,0140
11,3791	12,0156

MACROELEMENTO ORIZZONTAMENTI MATERIALE: LATEROCEMENTO VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,6682	2,7636	5,0479	5,1767	5,5279
0,0585	2,6675	2,7632	5,0457	5,1743	5,5252
0,0720	2,6668	2,7627	5,0435	5,1720	5,5226
0,0855	2,6661	2,7623	5,0413	5,1697	5,5200
0,0990	2,6654	2,7619	5,0392	5,1675	5,5175
0,1125	2,6647	2,7614	5,0371	5,1653	5,5151
0,1260	2,6641	2,7610	5,0351	5,1632	5,5127
0,1395	2,6635	2,7607	5,0331	5,1612	5,5104
0,1530	2,6628	2,7603	5,0312	5,1592	5,5082
0,1665	2,6623	2,7599	5,0293	5,1573	5,5060
0,1800	2,6617	2,7596	5,0275	5,1554	5,5039
0,1935	2,6611	2,7592	5,0258	5,1537	5,5019
0,2070	2,6606	2,7589	5,0241	5,1520	5,5000
0,2205	2,6601	2,7586	5,0225	5,1503	5,4982
0,2340	2,6596	2,7583	5,0209	5,1488	5,4965
0,2475	2,6591	2,7580	5,0195	5,1473	5,4948
0,2610	2,6586	2,7577	5,0181	5,1460	5,4933
0,2745	2,6582	2,7575	5,0168	5,1448	5,4920
0,2880	2,6578	2,7573	5,0156	5,1436	5,4907
0,3015	2,6575	2,7571	5,0145	5,1427	5,4896
0,3150	2,6571	2,7569	5,0135	5,1418	5,4887
0,3285	2,6569	2,7568	5,0127	5,1412	5,4880
0,3420	2,6566	2,7567	5,0120	5,1408	5,4875
0,3555	2,6565	2,7566	5,0115	5,1406	5,4873
0,3690	2,6564	2,7566	5,0112	5,1406	5,4874
0,3825	2,6564	2,7567	5,0111	5,1411	5,4880
0,3960	2,6565	2,7568	5,0114	5,1420	5,4890
0,4095	2,6567	2,7570	5,0121	5,1435	5,4907
0,4230	2,6571	2,7574	5,0134	5,1459	5,4933
0,4365	2,6578	2,7579	5,0155	5,1494	5,4973
0,4500	2,6589	2,7588	5,0188	5,1547	5,5032

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1707	6,4732	6,8125	6,8423	6,8630	8,3859
6,1650	6,4691	6,8107	6,8419	6,8612	8,3852
6,1594	6,4650	6,8088	6,8415	6,8596	8,3846
6,1539	6,4610	6,8067	6,8410	6,8582	8,3840
6,1484	6,4571	6,8046	6,8406	6,8569	8,3835
6,1431	6,4533	6,8024	6,8401	6,8558	8,3829
6,1379	6,4495	6,8002	6,8397	6,8548	8,3824
6,1327	6,4458	6,7979	6,8393	6,8540	8,3818
6,1277	6,4421	6,7957	6,8389	6,8532	8,3813
6,1228	6,4386	6,7934	6,8385	6,8526	8,3808
6,1179	6,4351	6,7911	6,8381	6,8520	8,3804
6,1132	6,4316	6,7888	6,8378	6,8515	8,3799
6,1086	6,4283	6,7865	6,8374	6,8511	8,3795
6,1041	6,4251	6,7843	6,8371	6,8507	8,3791
6,0997	6,4219	6,7822	6,8368	6,8504	8,3787
6,0954	6,4189	6,7801	6,8366	6,8501	8,3783
6,0913	6,4159	6,7780	6,8363	6,8498	8,3780
6,0873	6,4131	6,7761	6,8361	6,8496	8,3777
6,0835	6,4104	6,7743	6,8359	6,8494	8,3774
6,0798	6,4078	6,7726	6,8357	6,8492	8,3772
6,0763	6,4054	6,7710	6,8356	6,8491	8,3770
6,0730	6,4031	6,7696	6,8355	6,8490	8,3769
6,0699	6,4010	6,7683	6,8354	6,8489	8,3768
6,0671	6,3992	6,7673	6,8353	6,8488	8,3768
6,0646	6,3976	6,7666	6,8353	6,8488	8,3768
6,0625	6,3964	6,7662	6,8354	6,8489	8,3770
6,0608	6,3956	6,7661	6,8355	6,8490	8,3773
6,0597	6,3953	6,7667	6,8357	6,8491	8,3777
6,0595	6,3957	6,7679	6,8360	6,8494	8,3783
6,0604	6,3972	6,7701	6,8364	6,8498	8,3792
6,0631	6,4003	6,7737	6,8371	6,8506	8,3805

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,6748	8,7559	9,2638	9,6573	9,7571	9,9718
8,6676	8,7527	9,2596	9,6527	9,7538	9,9681
8,6606	8,7497	9,2554	9,6483	9,7506	9,9645
8,6537	8,7467	9,2513	9,6440	9,7475	9,9609
8,6468	8,7438	9,2474	9,6399	9,7445	9,9573
8,6401	8,7410	9,2435	9,6359	9,7416	9,9537
8,6336	8,7382	9,2397	9,6320	9,7387	9,9502
8,6271	8,7356	9,2361	9,6283	9,7359	9,9467
8,6208	8,7330	9,2325	9,6248	9,7332	9,9432
8,6145	8,7305	9,2290	9,6214	9,7306	9,9398
8,6084	8,7281	9,2257	9,6181	9,7281	9,9364
8,6025	8,7258	9,2224	9,6151	9,7257	9,9331
8,5966	8,7236	9,2193	9,6122	9,7234	9,9298
8,5909	8,7216	9,2163	9,6095	9,7211	9,9266
8,5853	8,7196	9,2134	9,6070	9,7190	9,9234
8,5799	8,7177	9,2107	9,6048	9,7170	9,9202
8,5746	8,7160	9,2081	9,6027	9,7151	9,9171
8,5695	8,7144	9,2057	9,6009	9,7134	9,9141
8,5646	8,7130	9,2035	9,5994	9,7118	9,9112
8,5599	8,7117	9,2015	9,5982	9,7104	9,9083
8,5553	8,7106	9,1998	9,5974	9,7091	9,9055
8,5510	8,7096	9,1983	9,5969	9,7080	9,9029
8,5470	8,7090	9,1971	9,5969	9,7072	9,9003
8,5433	8,7086	9,1962	9,5974	9,7066	9,8979
8,5399	8,7085	9,1959	9,5986	9,7064	9,8957
8,5369	8,7088	9,1960	9,6005	9,7066	9,8936
8,5345	8,7095	9,1968	9,6034	9,7072	9,8919
8,5327	8,7109	9,1986	9,6077	9,7085	9,8905
8,5318	8,7131	9,2015	9,6136	9,7106	9,8896
8,5323	8,7166	9,2062	9,6221	9,7140	9,8893
8,5347	8,7219	9,2136	9,6346	9,7193	9,8902

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9917	10,1709	10,5121	10,7057	10,7573	10,8633
9,9881	10,1685	10,5074	10,7039	10,7572	10,8568
9,9845	10,1662	10,5029	10,7021	10,7573	10,8505
9,9809	10,1640	10,4985	10,7004	10,7574	10,8444
9,9774	10,1618	10,4943	10,6987	10,7577	10,8384
9,9739	10,1597	10,4903	10,6970	10,7580	10,8327
9,9705	10,1576	10,4864	10,6954	10,7584	10,8271
9,9671	10,1556	10,4828	10,6938	10,7589	10,8217
9,9638	10,1536	10,4793	10,6923	10,7595	10,8164
9,9605	10,1517	10,4759	10,6908	10,7602	10,8114
9,9573	10,1499	10,4728	10,6893	10,7609	10,8066
9,9541	10,1481	10,4698	10,6879	10,7618	10,8019
9,9510	10,1464	10,4671	10,6865	10,7628	10,7975
9,9479	10,1448	10,4645	10,6852	10,7639	10,7933
9,9450	10,1432	10,4621	10,6839	10,7651	10,7893
9,9421	10,1418	10,4600	10,6827	10,7665	10,7855
9,9392	10,1404	10,4580	10,6815	10,7679	10,7820
9,9365	10,1391	10,4563	10,6804	10,7694	10,7789
9,9338	10,1379	10,4548	10,6794	10,7708	10,7763
9,9312	10,1368	10,4536	10,6784	10,7710	10,7754
9,9288	10,1358	10,4527	10,6776	10,7694	10,7767
9,9265	10,1349	10,4522	10,6768	10,7675	10,7790
9,9243	10,1342	10,4520	10,6762	10,7659	10,7816
9,9223	10,1337	10,4522	10,6757	10,7646	10,7846
9,9205	10,1334	10,4529	10,6754	10,7638	10,7881
9,9190	10,1334	10,4542	10,6754	10,7636	10,7920
9,9177	10,1337	10,4562	10,6757	10,7641	10,7965
9,9169	10,1344	10,4592	10,6764	10,7655	10,8018
9,9166	10,1357	10,4634	10,6776	10,7682	10,8081
9,9170	10,1379	10,4694	10,6797	10,7725	10,8159
9,9186	10,1415	10,4780	10,6831	10,7796	10,8260

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,4376	12,0382
11,4321	12,0354
11,4267	12,0328
11,4214	12,0302
11,4162	12,0278
11,4111	12,0255
11,4061	12,0233
11,4013	12,0212
11,3965	12,0192
11,3919	12,0174
11,3874	12,0157
11,3831	12,0141
11,3788	12,0127
11,3747	12,0114
11,3708	12,0103
11,3670	12,0093
11,3634	12,0086
11,3600	12,0080
11,3568	12,0077
11,3539	12,0076
11,3512	12,0077
11,3487	12,0082
11,3467	12,0091
11,3450	12,0103
11,3438	12,0121
11,3432	12,0144
11,3433	12,0175
11,3444	12,0217
11,3468	12,0272
11,3510	12,0346
11,3583	12,0451

MACROELEMENTO: TAMBURO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,7194	2,8263	5,0810	5,2194	5,4998
0,0585	2,7149	2,8212	5,0780	5,2129	5,4993
0,0720	2,7104	2,8161	5,0750	5,2067	5,4987
0,0855	2,7060	2,8111	5,0718	5,2006	5,4982
0,0990	2,7017	2,8062	5,0684	5,1947	5,4978
0,1125	2,6974	2,8014	5,0649	5,1891	5,4973
0,1260	2,6933	2,7967	5,0612	5,1837	5,4969
0,1395	2,6892	2,7920	5,0574	5,1786	5,4965
0,1530	2,6852	2,7875	5,0533	5,1738	5,4961
0,1665	2,6812	2,7831	5,0491	5,1692	5,4958
0,1800	2,6774	2,7787	5,0447	5,1649	5,4955
0,1935	2,6736	2,7745	5,0401	5,1609	5,4953
0,2070	2,6700	2,7703	5,0353	5,1572	5,4950
0,2205	2,6664	2,7663	5,0304	5,1537	5,4948
0,2340	2,6630	2,7624	5,0254	5,1505	5,4947
0,2475	2,6596	2,7586	5,0202	5,1476	5,4946
0,2610	2,6564	2,7550	5,0149	5,1449	5,4945
0,2745	2,6532	2,7515	5,0095	5,1425	5,4945
0,2880	2,6503	2,7481	5,0041	5,1403	5,4945
0,3015	2,6474	2,7449	4,9986	5,1384	5,4946
0,3150	2,6448	2,7419	4,9932	5,1367	5,4948
0,3285	2,6423	2,7391	4,9878	5,1352	5,4950
0,3420	2,6400	2,7366	4,9824	5,1339	5,4953
0,3555	2,6380	2,7343	4,9772	5,1330	5,4957
0,3690	2,6364	2,7324	4,9721	5,1322	5,4963
0,3825	2,6351	2,7309	4,9674	5,1318	5,4969
0,3960	2,6342	2,7300	4,9630	5,1317	5,4978
0,4095	2,6341	2,7297	4,9591	5,1321	5,4989
0,4230	2,6348	2,7305	4,9559	5,1330	5,5004
0,4365	2,6367	2,7326	4,9539	5,1346	5,5023
0,4500	2,6406	2,7368	4,9537	5,1374	5,5049

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1110	6,5110	6,8106	6,8531	6,8822	8,3644
6,1096	6,5040	6,8085	6,8520	6,8787	8,3646
6,1082	6,4970	6,8063	6,8509	6,8754	8,3648
6,1068	6,4902	6,8042	6,8498	6,8723	8,3652
6,1055	6,4835	6,8020	6,8486	6,8695	8,3657
6,1042	6,4770	6,7999	6,8475	6,8670	8,3662
6,1030	6,4705	6,7977	6,8464	6,8646	8,3669
6,1018	6,4643	6,7956	6,8453	6,8624	8,3677
6,1007	6,4581	6,7934	6,8442	6,8604	8,3685
6,0996	6,4521	6,7913	6,8430	6,8586	8,3695
6,0986	6,4462	6,7893	6,8419	6,8569	8,3706
6,0977	6,4405	6,7873	6,8408	6,8553	8,3718
6,0968	6,4349	6,7853	6,8398	6,8539	8,3731
6,0961	6,4295	6,7835	6,8387	6,8526	8,3746
6,0954	6,4243	6,7817	6,8377	6,8513	8,3762
6,0948	6,4192	6,7800	6,8367	6,8502	8,3779
6,0943	6,4144	6,7784	6,8357	6,8492	8,3799
6,0939	6,4097	6,7769	6,8348	6,8482	8,3820
6,0936	6,4052	6,7756	6,8339	6,8473	8,3843
6,0935	6,4010	6,7744	6,8331	6,8465	8,3869
6,0935	6,3970	6,7734	6,8323	6,8457	8,3897
6,0937	6,3933	6,7726	6,8316	6,8450	8,3929
6,0942	6,3899	6,7721	6,8309	6,8444	8,3964
6,0949	6,3869	6,7718	6,8303	6,8439	8,4003
6,0960	6,3843	6,7719	6,8298	6,8434	8,4047
6,0975	6,3822	6,7724	6,8294	6,8430	8,4097
6,0995	6,3807	6,7735	6,8292	6,8427	8,4155
6,1023	6,3800	6,7753	6,8291	6,8426	8,4223
6,1060	6,3804	6,7780	6,8292	6,8426	8,4304
6,1112	6,3824	6,7821	6,8297	6,8430	8,4405
6,1188	6,3867	6,7881	6,8309	6,8439	8,4535

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,6143	8,7720	9,2971	9,6514	9,7977	10,0278
8,6112	8,7668	9,2894	9,6465	9,7902	10,0196
8,6082	8,7619	9,2819	9,6419	9,7829	10,0115
8,6053	8,7571	9,2746	9,6374	9,7760	10,0032
8,6026	8,7525	9,2676	9,6332	9,7693	9,9948
8,5999	8,7481	9,2609	9,6292	9,7629	9,9860
8,5974	8,7440	9,2544	9,6255	9,7568	9,9773
8,5949	8,7400	9,2482	9,6220	9,7510	9,9687
8,5926	8,7363	9,2424	9,6187	9,7455	9,9604
8,5904	8,7328	9,2368	9,6158	9,7404	9,9526
8,5882	8,7295	9,2315	9,6131	9,7355	9,9453
8,5862	8,7266	9,2266	9,6107	9,7311	9,9387
8,5843	8,7239	9,2221	9,6086	9,7270	9,9328
8,5825	8,7215	9,2179	9,6069	9,7232	9,9277
8,5808	8,7194	9,2141	9,6055	9,7200	9,9234
8,5792	8,7177	9,2108	9,6045	9,7171	9,9201
8,5777	8,7163	9,2079	9,6039	9,7148	9,9179
8,5764	8,7154	9,2055	9,6038	9,7130	9,9169
8,5751	8,7150	9,2037	9,6043	9,7118	9,9172
8,5740	8,7151	9,2025	9,6052	9,7112	9,9191
8,5731	8,7157	9,2020	9,6068	9,7115	9,9227
8,5722	8,7171	9,2023	9,6092	9,7125	9,9283
8,5716	8,7192	9,2035	9,6123	9,7146	9,9362
8,5711	8,7222	9,2057	9,6164	9,7178	9,9466
8,5709	8,7264	9,2091	9,6217	9,7225	9,9595
8,5709	8,7318	9,2141	9,6283	9,7289	9,9746
8,5712	8,7390	9,2209	9,6365	9,7375	9,9910
8,5720	8,7484	9,2300	9,6469	9,7491	10,0089
8,5732	8,7607	9,2422	9,6601	9,7645	10,0292
8,5751	8,7772	9,2586	9,6771	9,7856	10,0531
8,5780	8,8001	9,2813	9,6997	9,8154	10,0824

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,0453	10,2567	10,5000	10,7301	10,8002	10,8420
10,0339	10,2445	10,4960	10,7251	10,7966	10,8357
10,0231	10,2328	10,4922	10,7203	10,7933	10,8298
10,0129	10,2218	10,4886	10,7157	10,7901	10,8242
10,0036	10,2114	10,4852	10,7114	10,7871	10,8190
9,9951	10,2016	10,4820	10,7074	10,7843	10,8142
9,9874	10,1925	10,4790	10,7037	10,7817	10,8097
9,9802	10,1841	10,4762	10,7002	10,7793	10,8056
9,9736	10,1763	10,4735	10,6970	10,7771	10,8018
9,9675	10,1692	10,4710	10,6941	10,7751	10,7983
9,9618	10,1628	10,4687	10,6914	10,7732	10,7952
9,9566	10,1571	10,4665	10,6891	10,7716	10,7924
9,9519	10,1522	10,4646	10,6870	10,7701	10,7900
9,9479	10,1479	10,4628	10,6852	10,7688	10,7879
9,9445	10,1445	10,4612	10,6838	10,7677	10,7863
9,9419	10,1419	10,4598	10,6826	10,7669	10,7850
9,9401	10,1402	10,4586	10,6818	10,7662	10,7842
9,9393	10,1395	10,4577	10,6814	10,7658	10,7839
9,9396	10,1399	10,4570	10,6813	10,7656	10,7842
9,9410	10,1415	10,4565	10,6817	10,7657	10,7850
9,9438	10,1446	10,4564	10,6824	10,7661	10,7866
9,9481	10,1495	10,4566	10,6837	10,7668	10,7891
9,9543	10,1564	10,4573	10,6855	10,7678	10,7926
9,9626	10,1661	10,4585	10,6878	10,7693	10,7974
9,9738	10,1792	10,4603	10,6909	10,7713	10,8039
9,9892	10,1969	10,4629	10,6948	10,7738	10,8126
10,0110	10,2207	10,4667	10,6997	10,7772	10,8243
10,0404	10,2527	10,4724	10,7059	10,7815	10,8405
10,0788	10,2958	10,4812	10,7138	10,7874	10,8633
10,1284	10,3529	10,4970	10,7241	10,7956	10,8972
10,1924	10,4198	10,5354	10,7379	10,8082	10,9509

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,3635	11,9862
11,3628	11,9869
11,3623	11,9876
11,3618	11,9885
11,3615	11,9895
11,3613	11,9906
11,3613	11,9918
11,3613	11,9931
11,3615	11,9946
11,3617	11,9961
11,3621	11,9979
11,3627	11,9997
11,3633	12,0017
11,3641	12,0039
11,3651	12,0062
11,3661	12,0087
11,3674	12,0114
11,3688	12,0143
11,3704	12,0174
11,3722	12,0207
11,3742	12,0244
11,3764	12,0283
11,3790	12,0326
11,3819	12,0373
11,3851	12,0425
11,3889	12,0483
11,3932	12,0548
11,3983	12,0621
11,4045	12,0706
11,4123	12,0807
11,4224	12,0930

MACROELEMENTO: CONTRAFFORTI MATERIALE: C.A. VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,6636	2,7615	5,0253	5,1515	5,4963
0,0585	2,6631	2,7611	5,0246	5,1509	5,4959
0,0720	2,6626	2,7606	5,0239	5,1504	5,4955
0,0855	2,6621	2,7602	5,0233	5,1498	5,4952
0,0990	2,6616	2,7598	5,0227	5,1494	5,4949
0,1125	2,6612	2,7594	5,0222	5,1489	5,4946
0,1260	2,6608	2,7591	5,0217	5,1485	5,4944
0,1395	2,6604	2,7588	5,0212	5,1481	5,4942
0,1530	2,6601	2,7585	5,0208	5,1478	5,4941
0,1665	2,6598	2,7583	5,0204	5,1476	5,4940
0,1800	2,6596	2,7581	5,0201	5,1473	5,4939
0,1935	2,6594	2,7580	5,0198	5,1472	5,4939
0,2070	2,6592	2,7579	5,0195	5,1470	5,4940
0,2205	2,6591	2,7579	5,0194	5,1470	5,4941
0,2340	2,6590	2,7579	5,0193	5,1470	5,4943
0,2475	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4945
0,2610	2,6590	2,7580	5,0192	5,1472	5,4948
0,2745	2,6591	2,7582	5,0194	5,1475	5,4952
0,2880	2,6593	2,7585	5,0196	5,1478	5,4957
0,3015	2,6595	2,7588	5,0199	5,1482	5,4963
0,3150	2,6599	2,7593	5,0203	5,1488	5,4970
0,3285	2,6603	2,7598	5,0209	5,1495	5,4978
0,3420	2,6609	2,7605	5,0217	5,1504	5,4989
0,3555	2,6616	2,7613	5,0226	5,1515	5,5001
0,3690	2,6625	2,7624	5,0239	5,1528	5,5015
0,3825	2,6636	2,7636	5,0254	5,1545	5,5033
0,3960	2,6650	2,7652	5,0274	5,1566	5,5056
0,4095	2,6667	2,7671	5,0300	5,1594	5,5083
0,4230	2,6690	2,7696	5,0334	5,1629	5,5119
0,4365	2,6721	2,7729	5,0381	5,1678	5,5168
0,4500	2,6764	2,7774	5,0447	5,1747	5,5237

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1057	6,4290	6,7888	6,8395	6,8532	8,3808
6,1040	6,4276	6,7876	6,8391	6,8528	8,3799
6,1025	6,4263	6,7865	6,8388	6,8524	8,3790
6,1010	6,4250	6,7855	6,8384	6,8521	8,3782
6,0997	6,4239	6,7845	6,8381	6,8517	8,3775
6,0985	6,4229	6,7836	6,8379	6,8514	8,3770
6,0975	6,4219	6,7828	6,8376	6,8512	8,3765
6,0965	6,4210	6,7820	6,8374	6,8509	8,3762
6,0957	6,4203	6,7814	6,8372	6,8507	8,3760
6,0951	6,4196	6,7808	6,8370	6,8505	8,3759
6,0946	6,4191	6,7803	6,8368	6,8504	8,3759
6,0942	6,4186	6,7800	6,8367	6,8502	8,3761
6,0940	6,4183	6,7797	6,8366	6,8501	8,3763
6,0940	6,4182	6,7795	6,8365	6,8501	8,3768
6,0942	6,4181	6,7795	6,8365	6,8500	8,3774
6,0946	6,4183	6,7796	6,8365	6,8500	8,3781
6,0952	6,4186	6,7799	6,8366	6,8501	8,3790
6,0961	6,4191	6,7803	6,8367	6,8501	8,3802
6,0973	6,4198	6,7810	6,8368	6,8503	8,3815
6,0988	6,4208	6,7818	6,8370	6,8505	8,3831
6,1007	6,4220	6,7829	6,8373	6,8508	8,3849
6,1030	6,4236	6,7843	6,8376	6,8511	8,3870
6,1060	6,4256	6,7860	6,8380	6,8516	8,3895
6,1095	6,4280	6,7882	6,8386	6,8522	8,3924
6,1139	6,4311	6,7909	6,8393	6,8529	8,3958
6,1194	6,4348	6,7942	6,8402	6,8539	8,3997
6,1262	6,4394	6,7982	6,8413	6,8553	8,4045
6,1349	6,4452	6,8032	6,8428	6,8573	8,4102
6,1462	6,4526	6,8094	6,8448	6,8604	8,4173
6,1616	6,4623	6,8167	6,8474	6,8659	8,4264
6,1834	6,4755	6,8250	6,8507	6,8766	8,4386

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,5807	8,7372	9,2160	9,6054	9,7412	9,9745
8,5804	8,7349	9,2154	9,6053	9,7385	9,9688
8,5800	8,7328	9,2148	9,6051	9,7359	9,9632
8,5797	8,7308	9,2142	9,6050	9,7335	9,9580
8,5795	8,7288	9,2137	9,6049	9,7312	9,9529
8,5792	8,7271	9,2132	9,6048	9,7290	9,9482
8,5790	8,7254	9,2127	9,6047	9,7270	9,9437
8,5789	8,7239	9,2123	9,6046	9,7251	9,9395
8,5787	8,7225	9,2119	9,6045	9,7234	9,9357
8,5786	8,7213	9,2115	9,6045	9,7219	9,9322
8,5786	8,7202	9,2112	9,6044	9,7205	9,9290
8,5785	8,7193	9,2109	9,6044	9,7193	9,9263
8,5786	8,7185	9,2107	9,6044	9,7183	9,9239
8,5786	8,7179	9,2105	9,6043	9,7176	9,9220
8,5787	8,7176	9,2103	9,6043	9,7170	9,9206
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5791	8,7175	9,2102	9,6044	9,7167	9,9194
8,5794	8,7178	9,2102	9,6045	9,7169	9,9198
8,5798	8,7185	9,2103	9,6046	9,7175	9,9208
8,5802	8,7195	9,2106	9,6047	9,7185	9,9227
8,5808	8,7209	9,2109	9,6048	9,7199	9,9255
8,5814	8,7228	9,2113	9,6050	9,7219	9,9294
8,5822	8,7252	9,2118	9,6052	9,7244	9,9346
8,5832	8,7282	9,2125	9,6055	9,7277	9,9412
8,5844	8,7321	9,2135	9,6058	9,7320	9,9497
8,5858	8,7370	9,2146	9,6062	9,7374	9,9604
8,5876	8,7433	9,2160	9,6067	9,7443	9,9739
8,5898	8,7512	9,2178	9,6073	9,7533	9,9906
8,5927	8,7617	9,2202	9,6081	9,7651	10,0115
8,5965	8,7757	9,2232	9,6091	9,7812	10,0375
8,6018	8,7954	9,2272	9,6105	9,8042	10,0709

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9866	10,1899	10,4697	10,6934	10,7742	10,8110
9,9818	10,1843	10,4683	10,6916	10,7729	10,8080
9,9772	10,1791	10,4671	10,6900	10,7717	10,8053
9,9729	10,1741	10,4659	10,6884	10,7706	10,8027
9,9688	10,1695	10,4648	10,6871	10,7696	10,8002
9,9649	10,1653	10,4638	10,6858	10,7687	10,7979
9,9613	10,1613	10,4629	10,6847	10,7679	10,7958
9,9579	10,1577	10,4621	10,6837	10,7672	10,7938
9,9547	10,1544	10,4614	10,6829	10,7666	10,7920
9,9518	10,1514	10,4608	10,6823	10,7662	10,7904
9,9493	10,1488	10,4603	10,6818	10,7659	10,7890
9,9470	10,1465	10,4599	10,6815	10,7657	10,7877
9,9451	10,1447	10,4596	10,6814	10,7657	10,7867
9,9435	10,1432	10,4594	10,6815	10,7659	10,7858
9,9423	10,1421	10,4594	10,6818	10,7662	10,7852
9,9416	10,1416	10,4595	10,6823	10,7666	10,7849
9,9414	10,1415	10,4598	10,6831	10,7673	10,7848
9,9417	10,1420	10,4603	10,6842	10,7682	10,7850
9,9426	10,1431	10,4609	10,6857	10,7694	10,7856
9,9443	10,1449	10,4618	10,6875	10,7708	10,7866
9,9468	10,1475	10,4630	10,6897	10,7726	10,7880
9,9502	10,1511	10,4645	10,6924	10,7747	10,7899
9,9547	10,1558	10,4663	10,6957	10,7773	10,7925
9,9606	10,1620	10,4686	10,6997	10,7805	10,7959
9,9682	10,1698	10,4715	10,7046	10,7843	10,8003
9,9778	10,1800	10,4751	10,7105	10,7890	10,8059
9,9902	10,1930	10,4796	10,7179	10,7948	10,8132
10,0065	10,2101	10,4855	10,7271	10,8022	10,8228
10,0284	10,2330	10,4934	10,7388	10,8116	10,8357
10,0589	10,2646	10,5043	10,7544	10,8242	10,8539
10,1029	10,3102	10,5208	10,7758	10,8420	10,8807

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,3700	12,0105
11,3693	12,0102
11,3688	12,0100
11,3682	12,0097
11,3677	12,0095
11,3673	12,0093
11,3669	12,0092
11,3666	12,0090
11,3663	12,0089
11,3661	12,0088
11,3660	12,0088
11,3659	12,0088
11,3659	12,0088
11,3659	12,0089
11,3661	12,0090
11,3663	12,0091
11,3666	12,0093
11,3671	12,0096
11,3676	12,0100
11,3683	12,0104
11,3692	12,0109
11,3703	12,0115
11,3716	12,0122
11,3731	12,0131
11,3750	12,0142
11,3773	12,0154
11,3802	12,0169
11,3838	12,0187
11,3885	12,0210
11,3947	12,0239
11,4033	12,0277

MACROELEMENTO: CUPOLE MATERIALE: C.A VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,6621	2,7616	5,0217	5,1498	5,4970
0,0585	2,6619	2,7614	5,0216	5,1496	5,4968
0,0720	2,6617	2,7611	5,0214	5,1494	5,4967
0,0855	2,6615	2,7609	5,0212	5,1492	5,4965
0,0990	2,6613	2,7606	5,0211	5,1490	5,4963
0,1125	2,6611	2,7604	5,0209	5,1488	5,4961
0,1260	2,6608	2,7601	5,0207	5,1487	5,4960
0,1395	2,6606	2,7599	5,0205	5,1485	5,4958
0,1530	2,6604	2,7596	5,0204	5,1483	5,4956
0,1665	2,6602	2,7594	5,0202	5,1481	5,4955
0,1800	2,6600	2,7591	5,0200	5,1480	5,4953
0,1935	2,6598	2,7589	5,0199	5,1478	5,4952
0,2070	2,6596	2,7587	5,0197	5,1476	5,4950
0,2205	2,6594	2,7584	5,0196	5,1474	5,4949
0,2340	2,6592	2,7582	5,0194	5,1473	5,4947
0,2475	2,6590	2,7580	5,0192	5,1471	5,4946
0,2610	2,6588	2,7578	5,0191	5,1470	5,4944
0,2745	2,6587	2,7575	5,0189	5,1468	5,4943
0,2880	2,6585	2,7573	5,0188	5,1467	5,4942
0,3015	2,6583	2,7571	5,0186	5,1465	5,4941
0,3150	2,6581	2,7569	5,0185	5,1464	5,4940
0,3285	2,6579	2,7567	5,0184	5,1462	5,4939
0,3420	2,6578	2,7565	5,0182	5,1461	5,4938
0,3555	2,6576	2,7563	5,0181	5,1460	5,4937
0,3690	2,6575	2,7561	5,0180	5,1459	5,4936
0,3825	2,6573	2,7560	5,0178	5,1458	5,4936
0,3960	2,6572	2,7558	5,0177	5,1457	5,4935
0,4095	2,6571	2,7557	5,0176	5,1456	5,4935
0,4230	2,6570	2,7555	5,0176	5,1456	5,4936
0,4365	2,6569	2,7554	5,0175	5,1456	5,4936
0,4500	2,6568	2,7554	5,0175	5,1456	5,4938

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1041	6,4270	6,7877	6,8371	6,8509	8,3923
6,1033	6,4263	6,7870	6,8367	6,8505	8,3913
6,1025	6,4256	6,7863	6,8364	6,8501	8,3904
6,1017	6,4250	6,7856	6,8360	6,8498	8,3894
6,1010	6,4243	6,7849	6,8358	6,8495	8,3884
6,1003	6,4237	6,7843	6,8356	6,8492	8,3875
6,0996	6,4231	6,7837	6,8354	6,8491	8,3865
6,0990	6,4225	6,7831	6,8353	6,8489	8,3856
6,0983	6,4219	6,7826	6,8352	6,8488	8,3847
6,0977	6,4213	6,7821	6,8352	6,8488	8,3838
6,0972	6,4208	6,7816	6,8352	6,8488	8,3828
6,0966	6,4203	6,7811	6,8353	6,8489	8,3819
6,0961	6,4198	6,7807	6,8355	6,8491	8,3811
6,0956	6,4193	6,7804	6,8357	6,8493	8,3802
6,0952	6,4188	6,7800	6,8361	6,8496	8,3793
6,0947	6,4184	6,7797	6,8364	6,8499	8,3784
6,0944	6,4180	6,7795	6,8369	6,8504	8,3776
6,0940	6,4176	6,7793	6,8375	6,8509	8,3767
6,0937	6,4173	6,7791	6,8381	6,8516	8,3759
6,0935	6,4170	6,7790	6,8389	6,8523	8,3751
6,0933	6,4167	6,7790	6,8397	6,8532	8,3743
6,0933	6,4165	6,7790	6,8408	6,8542	8,3735
6,0933	6,4164	6,7791	6,8419	6,8553	8,3727
6,0934	6,4163	6,7793	6,8432	6,8566	8,3720
6,0936	6,4163	6,7796	6,8447	6,8581	8,3713
6,0940	6,4164	6,7801	6,8465	6,8599	8,3706
6,0946	6,4167	6,7808	6,8485	6,8620	8,3699
6,0954	6,4172	6,7817	6,8509	6,8644	8,3693
6,0967	6,4179	6,7829	6,8538	6,8673	8,3687
6,0985	6,4190	6,7847	6,8572	6,8709	8,3682
6,1011	6,4207	6,7872	6,8617	6,8755	8,3678

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,5824	8,7433	9,2254	9,6161	9,7505	9,9903
8,5821	8,7412	9,2243	9,6153	9,7478	9,9858
8,5818	8,7392	9,2231	9,6144	9,7452	9,9813
8,5816	8,7372	9,2220	9,6135	9,7426	9,9765
8,5813	8,7352	9,2209	9,6127	9,7401	9,9717
8,5811	8,7334	9,2199	9,6119	9,7377	9,9666
8,5808	8,7315	9,2188	9,6111	9,7353	9,9615
8,5806	8,7297	9,2178	9,6103	9,7329	9,9564
8,5804	8,7280	9,2167	9,6095	9,7307	9,9513
8,5801	8,7263	9,2158	9,6087	9,7285	9,9462
8,5799	8,7247	9,2148	9,6080	9,7264	9,9414
8,5797	8,7232	9,2138	9,6072	9,7243	9,9367
8,5795	8,7217	9,2129	9,6065	9,7224	9,9322
8,5793	8,7202	9,2120	9,6058	9,7205	9,9279
8,5791	8,7189	9,2112	9,6051	9,7187	9,9240
8,5790	8,7176	9,2104	9,6045	9,7170	9,9203
8,5788	8,7164	9,2096	9,6039	9,7154	9,9169
8,5786	8,7154	9,2088	9,6033	9,7138	9,9140
8,5785	8,7144	9,2081	9,6027	9,7125	9,9115
8,5784	8,7135	9,2075	9,6022	9,7112	9,9094
8,5783	8,7128	9,2069	9,6017	9,7101	9,9079
8,5782	8,7122	9,2064	9,6012	9,7092	9,9071
8,5781	8,7119	9,2060	9,6009	9,7085	9,9070
8,5781	8,7117	9,2056	9,6005	9,7080	9,9078
8,5780	8,7119	9,2054	9,6003	9,7078	9,9097
8,5781	8,7124	9,2053	9,6001	9,7080	9,9129
8,5782	8,7133	9,2054	9,6001	9,7087	9,9179
8,5783	8,7149	9,2057	9,6002	9,7100	9,9250
8,5786	8,7172	9,2064	9,6006	9,7122	9,9352
8,5789	8,7208	9,2075	9,6012	9,7158	9,9495
8,5795	8,7262	9,2093	9,6023	9,7214	9,9701

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,0062	10,2107	10,4707	10,6841	10,7697	10,8229
9,9999	10,2043	10,4697	10,6839	10,7695	10,8195
9,9939	10,1981	10,4687	10,6837	10,7692	10,8162
9,9882	10,1922	10,4678	10,6836	10,7689	10,8130
9,9829	10,1865	10,4669	10,6834	10,7687	10,8100
9,9779	10,1811	10,4660	10,6833	10,7685	10,8071
9,9733	10,1760	10,4652	10,6832	10,7682	10,8043
9,9689	10,1711	10,4645	10,6830	10,7680	10,8017
9,9648	10,1665	10,4637	10,6829	10,7678	10,7992
9,9610	10,1622	10,4630	10,6828	10,7676	10,7968
9,9573	10,1581	10,4624	10,6827	10,7675	10,7945
9,9538	10,1543	10,4618	10,6827	10,7673	10,7924
9,9505	10,1508	10,4612	10,6826	10,7671	10,7904
9,9474	10,1475	10,4606	10,6825	10,7670	10,7885
9,9446	10,1446	10,4601	10,6825	10,7669	10,7867
9,9420	10,1420	10,4597	10,6825	10,7668	10,7851
9,9397	10,1396	10,4592	10,6825	10,7667	10,7837
9,9377	10,1377	10,4589	10,6825	10,7666	10,7824
9,9361	10,1361	10,4585	10,6825	10,7665	10,7812
9,9349	10,1350	10,4583	10,6826	10,7665	10,7803
9,9341	10,1343	10,4580	10,6826	10,7665	10,7796
9,9340	10,1343	10,4579	10,6827	10,7665	10,7791
9,9344	10,1349	10,4578	10,6829	10,7666	10,7789
9,9357	10,1363	10,4579	10,6831	10,7667	10,7790
9,9378	10,1388	10,4580	10,6833	10,7668	10,7795
9,9410	10,1427	10,4583	10,6836	10,7670	10,7805
9,9455	10,1483	10,4588	10,6840	10,7673	10,7822
9,9516	10,1565	10,4596	10,6845	10,7677	10,7847
9,9597	10,1684	10,4608	10,6851	10,7682	10,7885
9,9702	10,1859	10,4626	10,6859	10,7689	10,7941
9,9841	10,2127	10,4655	10,6869	10,7699	10,8028

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,3705	12,0112
11,3702	12,0110
11,3699	12,0109
11,3695	12,0107
11,3692	12,0106
11,3689	12,0104
11,3686	12,0103
11,3683	12,0101
11,3680	12,0100
11,3678	12,0099
11,3675	12,0097
11,3673	12,0096
11,3670	12,0095
11,3668	12,0094
11,3666	12,0093
11,3664	12,0092
11,3662	12,0091
11,3661	12,0090
11,3659	12,0089
11,3658	12,0089
11,3657	12,0088
11,3656	12,0088
11,3656	12,0088
11,3656	12,0088
11,3656	12,0088
11,3657	12,0088
11,3659	12,0089
11,3661	12,0090
11,3665	12,0092
11,3671	12,0095
11,3680	12,0099

MACROELEMENTO: LANTERINO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE COEFFICIENTE DI POISSON [n.a]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
0,0450	2,6593	2,7584	5,0199	5,1486	5,4977
0,0585	2,6593	2,7583	5,0198	5,1485	5,4974
0,0720	2,6593	2,7583	5,0198	5,1483	5,4971
0,0855	2,6592	2,7583	5,0197	5,1482	5,4969
0,0990	2,6592	2,7582	5,0197	5,1481	5,4966
0,1125	2,6592	2,7582	5,0196	5,1480	5,4964
0,1260	2,6592	2,7582	5,0195	5,1478	5,4961
0,1395	2,6591	2,7581	5,0195	5,1477	5,4959
0,1530	2,6591	2,7581	5,0195	5,1476	5,4957
0,1665	2,6591	2,7581	5,0194	5,1475	5,4955
0,1800	2,6591	2,7580	5,0194	5,1474	5,4953
0,1935	2,6591	2,7580	5,0193	5,1473	5,4951
0,2070	2,6590	2,7580	5,0193	5,1473	5,4949
0,2205	2,6590	2,7580	5,0193	5,1472	5,4948
0,2340	2,6590	2,7580	5,0192	5,1471	5,4947
0,2475	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
0,2610	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4945
0,2745	2,6590	2,7579	5,0192	5,1470	5,4945
0,2880	2,6590	2,7579	5,0192	5,1470	5,4944
0,3015	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4945
0,3150	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4945
0,3285	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
0,3420	2,6590	2,7580	5,0193	5,1472	5,4948
0,3555	2,6590	2,7580	5,0193	5,1473	5,4950
0,3690	2,6590	2,7580	5,0194	5,1474	5,4952
0,3825	2,6591	2,7580	5,0194	5,1476	5,4956
0,3960	2,6591	2,7581	5,0195	5,1478	5,4960
0,4095	2,6592	2,7582	5,0196	5,1481	5,4965
0,4230	2,6592	2,7582	5,0198	5,1484	5,4972
0,4365	2,6593	2,7583	5,0199	5,1488	5,4979
0,4500	2,6594	2,7585	5,0202	5,1493	5,4989

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,0947	6,4192	6,7896	6,9724	6,9923	8,3780
6,0947	6,4192	6,7892	6,9583	6,9778	8,3780
6,0947	6,4191	6,7889	6,9448	6,9639	8,3780
6,0947	6,4190	6,7885	6,9320	6,9506	8,3780
6,0947	6,4190	6,7881	6,9199	6,9380	8,3780
6,0947	6,4189	6,7875	6,9085	6,9261	8,3780
6,0947	6,4188	6,7870	6,8978	6,9149	8,3781
6,0947	6,4187	6,7864	6,8878	6,9044	8,3781
6,0947	6,4187	6,7857	6,8786	6,8946	8,3781
6,0947	6,4186	6,7849	6,8701	6,8857	8,3781
6,0947	6,4185	6,7840	6,8625	6,8775	8,3781
6,0947	6,4185	6,7832	6,8557	6,8702	8,3782
6,0947	6,4184	6,7822	6,8497	6,8638	8,3782
6,0947	6,4184	6,7813	6,8445	6,8584	8,3782
6,0947	6,4184	6,7805	6,8403	6,8540	8,3782
6,0947	6,4183	6,7798	6,8370	6,8505	8,3783
6,0947	6,4183	6,7793	6,8347	6,8482	8,3783
6,0947	6,4183	6,7790	6,8336	6,8469	8,3783
6,0947	6,4183	6,7790	6,8336	6,8469	8,3784
6,0947	6,4183	6,7794	6,8350	6,8481	8,3784
6,0947	6,4183	6,7802	6,8379	6,8509	8,3784
6,0947	6,4184	6,7812	6,8427	6,8554	8,3785
6,0947	6,4184	6,7824	6,8496	6,8620	8,3785
6,0947	6,4185	6,7837	6,8589	6,8710	8,3786
6,0947	6,4186	6,7851	6,8713	6,8832	8,3786
6,0947	6,4187	6,7864	6,8873	6,8990	8,3787
6,0947	6,4189	6,7875	6,9079	6,9194	8,3787
6,0947	6,4190	6,7886	6,9342	6,9456	8,3788
6,0947	6,4192	6,7895	6,9679	6,9793	8,3789
6,0947	6,4194	6,7902	7,0118	7,0232	8,3790
6,0948	6,4196	6,7909	7,0701	7,0819	8,3791

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,5809	8,7187	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5807	8,7185	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5805	8,7184	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5803	8,7183	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5801	8,7182	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5799	8,7181	9,2103	9,6044	9,7167	9,9197
8,5798	8,7180	9,2103	9,6044	9,7167	9,9197
8,5796	8,7179	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5795	8,7178	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5794	8,7177	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5793	8,7176	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5792	8,7176	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5791	8,7175	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5790	8,7175	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5790	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5790	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5791	8,7175	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5792	8,7176	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5794	8,7176	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5795	8,7178	9,2102	9,6044	9,7167	9,9197
8,5798	8,7179	9,2103	9,6044	9,7167	9,9197
8,5801	8,7181	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5806	8,7184	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5811	8,7187	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5819	8,7192	9,2104	9,6046	9,7167	9,9197
8,5830	8,7199	9,2104	9,6047	9,7167	9,9198

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9424	10,1423	10,4605	10,6878	10,7696	10,7849
9,9423	10,1422	10,4604	10,6872	10,7693	10,7849
9,9422	10,1421	10,4603	10,6866	10,7690	10,7849
9,9421	10,1420	10,4602	10,6861	10,7687	10,7849
9,9421	10,1420	10,4601	10,6856	10,7685	10,7849
9,9420	10,1419	10,4600	10,6852	10,7682	10,7849
9,9419	10,1418	10,4600	10,6847	10,7680	10,7849
9,9418	10,1418	10,4599	10,6843	10,7678	10,7849
9,9418	10,1417	10,4598	10,6840	10,7676	10,7849
9,9417	10,1417	10,4598	10,6837	10,7674	10,7849
9,9417	10,1416	10,4597	10,6834	10,7672	10,7849
9,9416	10,1416	10,4597	10,6831	10,7671	10,7849
9,9416	10,1416	10,4597	10,6829	10,7670	10,7849
9,9416	10,1415	10,4596	10,6827	10,7669	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6826	10,7668	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6824	10,7667	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6824	10,7667	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9415	10,1415	10,4596	10,6826	10,7668	10,7848
9,9416	10,1415	10,4596	10,6828	10,7669	10,7849
9,9416	10,1416	10,4597	10,6831	10,7670	10,7849
9,9417	10,1416	10,4597	10,6835	10,7672	10,7849
9,9417	10,1417	10,4598	10,6840	10,7675	10,7849
9,9418	10,1418	10,4599	10,6846	10,7678	10,7849
9,9419	10,1419	10,4600	10,6854	10,7682	10,7849
9,9421	10,1420	10,4602	10,6864	10,7687	10,7849
9,9423	10,1422	10,4604	10,6877	10,7694	10,7849
9,9426	10,1424	10,4606	10,6893	10,7702	10,7849
9,9429	10,1427	10,4610	10,6915	10,7713	10,7849
9,9434	10,1431	10,4615	10,6945	10,7728	10,7850

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,3671	12,0092
11,3670	12,0092
11,3670	12,0092
11,3669	12,0092
11,3668	12,0092
11,3668	12,0092
11,3667	12,0092
11,3666	12,0092
11,3666	12,0092
11,3665	12,0092
11,3665	12,0092
11,3665	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3664	12,0092
11,3665	12,0092
11,3665	12,0092
11,3666	12,0092
11,3667	12,0092
11,3668	12,0092
11,3669	12,0092
11,3671	12,0092
11,3674	12,0093
11,3677	12,0093
11,3681	12,0093

MACROELEMENTO: BASAMENTO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE DENSITÀ [kg/m ³]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
900	2,6786	2,7715	5,2415	5,7971	6,2359
960	2,6774	2,7706	5,2314	5,7459	6,1846
1020	2,6761	2,7698	5,2208	5,6955	6,1328
1080	2,6749	2,7689	5,2097	5,6460	6,0807
1140	2,6736	2,7681	5,1982	5,5975	6,0286
1200	2,6724	2,7672	5,1862	5,5499	5,9768
1260	2,6711	2,7663	5,1735	5,5035	5,9254
1320	2,6698	2,7654	5,1603	5,4582	5,8745
1380	2,6685	2,7645	5,1464	5,4140	5,8242
1440	2,6672	2,7636	5,1316	5,3711	5,7747
1500	2,6658	2,7627	5,1161	5,3296	5,7259
1560	2,6645	2,7617	5,0994	5,2895	5,6780
1620	2,6631	2,7608	5,0817	5,2510	5,6308
1680	2,6618	2,7599	5,0625	5,2144	5,5846
1740	2,6604	2,7589	5,0418	5,1796	5,5391
1800	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
1860	2,6576	2,7570	4,9948	5,1168	5,4508
1920	2,6562	2,7560	4,9686	5,0886	5,4080
1980	2,6547	2,7550	4,9407	5,0624	5,3660
2040	2,6533	2,7540	4,9117	5,0376	5,3248
2100	2,6518	2,7530	4,8818	5,0140	5,2844
2160	2,6504	2,7520	4,8515	4,9912	5,2449
2220	2,6489	2,7510	4,8209	4,9689	5,2061
2280	2,6474	2,7499	4,7904	4,9469	5,1681
2340	2,6458	2,7489	4,7600	4,9250	5,1309
2400	2,6443	2,7479	4,7299	4,9031	5,0944
2460	2,6428	2,7468	4,7001	4,8812	5,0586
2520	2,6412	2,7457	4,6707	4,8592	5,0236
2580	2,6396	2,7446	4,6418	4,8371	4,9892
2640	2,6380	2,7436	4,6133	4,8148	4,9555
2700	2,6364	2,7425	4,5852	4,7925	4,9225

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,7431	6,8691	6,9362	7,0078	7,7727	8,4899
6,6992	6,8599	6,9225	6,9737	7,6946	8,4832
6,6552	6,8495	6,9107	6,9413	7,6178	8,4764
6,6112	6,8357	6,8997	6,9130	7,5427	8,4695
6,5672	6,8157	6,8856	6,8955	7,4694	8,4625
6,5232	6,7884	6,8713	6,8867	7,3981	8,4554
6,4793	6,7558	6,8612	6,8799	7,3289	8,4482
6,4355	6,7203	6,8539	6,8740	7,2618	8,4409
6,3920	6,6834	6,8481	6,8688	7,1970	8,4335
6,3486	6,6456	6,8432	6,8641	7,1344	8,4260
6,3055	6,6075	6,8387	6,8599	7,0740	8,4184
6,2626	6,5693	6,8343	6,8561	7,0161	8,4107
6,2201	6,5311	6,8296	6,8524	6,9610	8,4028
6,1779	6,4931	6,8234	6,8487	6,9098	8,3948
6,1361	6,4555	6,8104	6,8440	6,8686	8,3866
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0536	6,3817	6,7363	6,8303	6,8447	8,3698
6,0130	6,3458	6,6902	6,8263	6,8416	8,3611
5,9728	6,3106	6,6442	6,8233	6,8391	8,3308
5,9330	6,2762	6,5988	6,8207	6,8369	8,2520
5,8937	6,2427	6,5544	6,8184	6,8349	8,1752
5,8549	6,2101	6,5108	6,8163	6,8330	8,1006
5,8165	6,1784	6,4682	6,8144	6,8312	8,0281
5,7786	6,1476	6,4265	6,8125	6,8295	7,9576
5,7412	6,1179	6,3855	6,8107	6,8279	7,8891
5,7043	6,0890	6,3454	6,8089	6,8263	7,8226
5,6678	6,0611	6,3060	6,8072	6,8248	7,7580
5,6319	6,0342	6,2674	6,8055	6,8233	7,6953
5,5964	6,0081	6,2294	6,8039	6,8218	7,6345
5,5614	5,9830	6,1921	6,8021	6,8204	7,5754
5,5269	5,9586	6,1554	6,8004	6,8190	7,5182

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
9,1529	9,6778	10,0816	10,0954	10,5257	10,6844
9,1297	9,6128	10,0764	10,0906	10,3926	10,6059
9,1061	9,5506	10,0706	10,0852	10,2614	10,5278
9,0819	9,4901	10,0623	10,0779	10,1372	10,4503
9,0572	9,4301	10,0001	10,0626	10,0791	10,3738
9,0318	9,3694	9,8875	10,0540	10,0703	10,2985
9,0056	9,3064	9,7801	10,0457	10,0623	10,2252
8,9785	9,2397	9,6821	10,0360	10,0524	10,1551
8,9505	9,1682	9,5945	10,0212	10,0375	10,0939
8,9215	9,0915	9,5176	9,9818	10,0196	10,0477
8,8912	9,0103	9,4506	9,9208	9,9831	10,0138
8,8596	8,9257	9,3920	9,8556	9,9277	9,9981
8,8264	8,8392	9,3401	9,7904	9,8724	9,9822
8,7519	8,7919	9,2933	9,7265	9,8188	9,9644
8,6649	8,7555	9,2503	9,6644	9,7668	9,9438
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,4944	8,6775	9,1722	9,5468	9,6682	9,8907
8,4116	8,6357	9,1356	9,4917	9,6214	9,8533
8,3522	8,5920	9,1001	9,4393	9,5761	9,8054
8,3430	8,5467	9,0652	9,3896	9,5323	9,7526
8,3337	8,4996	9,0307	9,3426	9,4899	9,6972
8,3240	8,4511	8,9963	9,2981	9,4488	9,6399
8,3141	8,4013	8,9616	9,2562	9,4089	9,5813
8,3038	8,3504	8,9265	9,2165	9,3701	9,5217
8,2926	8,2991	8,8907	9,1789	9,3323	9,4613
8,2457	8,2825	8,8539	9,1431	9,2953	9,4004
8,1927	8,2710	8,8160	9,1088	9,2590	9,3394
8,1394	8,2591	8,7768	9,0759	9,2231	9,2787
8,0859	8,2467	8,7361	9,0439	9,1874	9,2188
8,0325	8,2337	8,6938	9,0123	9,1513	9,1601
7,9792	8,2200	8,6498	8,9807	9,1034	9,1145

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,6994	10,9547	11,5083	12,2528	12,3693	12,5461
10,6171	10,8933	11,4180	12,0886	12,3660	12,3973
10,5372	10,8345	11,3384	11,9269	12,2525	12,3647
10,4599	10,7774	11,2672	11,7713	12,1131	12,3587
10,3852	10,7214	11,2025	11,6235	11,9759	12,3103
10,3132	10,6660	11,1430	11,4844	11,8412	12,1485
10,2439	10,6106	11,0876	11,3540	11,7094	11,9800
10,1773	10,5551	11,0354	11,2322	11,5813	11,8177
10,1141	10,4992	10,9858	11,1185	11,4576	11,6625
10,0651	10,4430	10,9384	11,0119	11,3390	11,5147
10,0451	10,3869	10,8928	10,9116	11,2263	11,3742
10,0304	10,3314	10,8159	10,8487	11,1201	11,2410
10,0149	10,2776	10,7239	10,8058	11,0210	11,1152
9,9961	10,2269	10,6343	10,7639	10,9292	10,9970
9,9722	10,1810	10,5462	10,7229	10,8447	10,8867
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9041	10,1085	10,3749	10,6423	10,6905	10,6958
9,8639	10,0802	10,2933	10,5989	10,6109	10,6276
9,8241	10,0527	10,2175	10,5303	10,5603	10,5686
9,7805	10,0197	10,1525	10,4652	10,4996	10,5280
9,7323	9,9737	10,1048	10,4089	10,4390	10,4893
9,6797	9,9146	10,0739	10,3608	10,3791	10,4511
9,6238	9,8493	10,0524	10,3188	10,3208	10,4129
9,5656	9,7829	10,0346	10,2611	10,2852	10,3747
9,5065	9,7173	10,0175	10,2039	10,2551	10,3365
9,4475	9,6534	9,9988	10,1494	10,2287	10,2981
9,3895	9,5914	9,9755	10,1002	10,2050	10,2595
9,3336	9,5311	9,9439	10,0598	10,1829	10,2205
9,2805	9,4723	9,9026	10,0296	10,1611	10,1818
9,2309	9,4149	9,8543	10,0070	10,1339	10,1480
9,1855	9,3586	9,8025	9,9884	10,0950	10,1245

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
13,1360	13,1740
12,9236	13,0266
12,7204	12,8809
12,5288	12,7408
12,3879	12,6067
12,3687	12,4781
12,3538	12,3643
12,2333	12,3610
12,1157	12,3580
12,0007	12,3547
11,8880	12,3507
11,7778	12,3453
11,6703	12,3007
11,5656	12,2002
11,4642	12,1032
11,3664	12,0092
11,2725	11,9171
11,1828	11,8257
11,0977	11,7326
11,0175	11,6316
10,9421	11,5104
10,8718	11,3927
10,8064	11,2787
10,7456	11,1682
10,6890	11,0614
10,6362	10,9581
10,5866	10,8583
10,5394	10,7621
10,4941	10,6696
10,4499	10,5808
10,4060	10,4961

MACROELEMENTO: COLONNE PRONAO MATERIALE: SIENITE VARIAZIONE DENSITÀ [Kg/m3]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
1500	2,6593	2,7582	5,0336	5,1491	5,5063
1600	2,6593	2,7582	5,0326	5,1489	5,5055
1700	2,6592	2,7582	5,0316	5,1488	5,5047
1800	2,6592	2,7581	5,0306	5,1486	5,5039
1900	2,6592	2,7581	5,0296	5,1485	5,5031
2000	2,6592	2,7581	5,0286	5,1483	5,5022
2100	2,6592	2,7581	5,0276	5,1482	5,5014
2200	2,6591	2,7581	5,0265	5,1480	5,5006
2300	2,6591	2,7581	5,0255	5,1479	5,4997
2400	2,6591	2,7580	5,0245	5,1478	5,4989
2500	2,6591	2,7580	5,0234	5,1476	5,4980
2600	2,6591	2,7580	5,0224	5,1475	5,4972
2700	2,6590	2,7580	5,0213	5,1474	5,4963
2800	2,6590	2,7580	5,0203	5,1472	5,4954
2900	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
3000	2,6590	2,7579	5,0182	5,1470	5,4937
3100	2,6590	2,7579	5,0171	5,1468	5,4928
3200	2,6589	2,7579	5,0160	5,1467	5,4919
3300	2,6589	2,7579	5,0149	5,1466	5,4910
3400	2,6589	2,7579	5,0138	5,1465	5,4901
3500	2,6589	2,7578	5,0128	5,1463	5,4892
3600	2,6588	2,7578	5,0117	5,1462	5,4883
3700	2,6588	2,7578	5,0106	5,1461	5,4874
3800	2,6588	2,7578	5,0094	5,1460	5,4864
3900	2,6588	2,7578	5,0083	5,1459	5,4855
4000	2,6588	2,7577	5,0072	5,1457	5,4846
4100	2,6587	2,7577	5,0061	5,1456	5,4836
4200	2,6587	2,7577	5,0050	5,1455	5,4827
4300	2,6587	2,7577	5,0039	5,1454	5,4817
4400	2,6587	2,7577	5,0027	5,1453	5,4808
4500	2,6587	2,7576	5,0016	5,1452	5,4798

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1058	6,4259	6,7845	6,8392	6,8546	8,3788
6,1050	6,4254	6,7842	6,8390	6,8543	8,3787
6,1042	6,4248	6,7839	6,8389	6,8539	8,3787
6,1035	6,4243	6,7836	6,8387	6,8535	8,3787
6,1027	6,4238	6,7832	6,8385	6,8532	8,3786
6,1019	6,4232	6,7829	6,8383	6,8528	8,3786
6,1011	6,4227	6,7826	6,8381	6,8525	8,3786
6,1003	6,4222	6,7822	6,8380	6,8522	8,3785
6,0995	6,4216	6,7819	6,8378	6,8518	8,3785
6,0987	6,4211	6,7815	6,8376	6,8515	8,3785
6,0979	6,4205	6,7812	6,8374	6,8512	8,3784
6,0971	6,4200	6,7808	6,8372	6,8509	8,3784
6,0963	6,4194	6,7804	6,8370	6,8506	8,3783
6,0955	6,4189	6,7801	6,8367	6,8503	8,3783
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0938	6,4178	6,7793	6,8363	6,8497	8,3782
6,0930	6,4172	6,7789	6,8361	6,8495	8,3782
6,0922	6,4166	6,7785	6,8358	6,8492	8,3782
6,0914	6,4161	6,7781	6,8356	6,8490	8,3781
6,0906	6,4155	6,7777	6,8354	6,8487	8,3781
6,0898	6,4149	6,7773	6,8351	6,8485	8,3780
6,0889	6,4144	6,7769	6,8349	6,8482	8,3780
6,0881	6,4138	6,7764	6,8346	6,8480	8,3780
6,0873	6,4132	6,7760	6,8344	6,8478	8,3779
6,0865	6,4126	6,7756	6,8341	6,8475	8,3779
6,0856	6,4121	6,7751	6,8339	6,8473	8,3778
6,0848	6,4115	6,7747	6,8336	6,8471	8,3778
6,0840	6,4109	6,7742	6,8334	6,8469	8,3778
6,0831	6,4103	6,7737	6,8331	6,8467	8,3777
6,0823	6,4097	6,7733	6,8329	6,8465	8,3777
6,0814	6,4091	6,7728	6,8326	6,8463	8,3776

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,6255	8,7209	9,2103	9,6050	9,7213	9,9264
8,6223	8,7206	9,2103	9,6050	9,7210	9,9260
8,6190	8,7204	9,2103	9,6049	9,7207	9,9255
8,6157	8,7202	9,2103	9,6049	9,7204	9,9251
8,6124	8,7199	9,2103	9,6048	9,7201	9,9246
8,6091	8,7197	9,2103	9,6048	9,7198	9,9241
8,6058	8,7194	9,2103	9,6048	9,7195	9,9237
8,6025	8,7192	9,2103	9,6047	9,7191	9,9232
8,5991	8,7189	9,2103	9,6047	9,7188	9,9227
8,5958	8,7187	9,2103	9,6046	9,7184	9,9222
8,5924	8,7184	9,2102	9,6046	9,7181	9,9217
8,5891	8,7182	9,2102	9,6045	9,7178	9,9212
8,5857	8,7179	9,2102	9,6045	9,7174	9,9207
8,5823	8,7177	9,2102	9,6044	9,7170	9,9202
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5755	8,7171	9,2102	9,6043	9,7163	9,9191
8,5721	8,7169	9,2102	9,6043	9,7159	9,9186
8,5687	8,7166	9,2102	9,6042	9,7155	9,9180
8,5653	8,7163	9,2102	9,6042	9,7151	9,9175
8,5618	8,7160	9,2102	9,6041	9,7147	9,9169
8,5584	8,7158	9,2102	9,6040	9,7143	9,9163
8,5549	8,7155	9,2101	9,6040	9,7139	9,9158
8,5514	8,7152	9,2101	9,6039	9,7135	9,9152
8,5479	8,7149	9,2101	9,6038	9,7130	9,9146
8,5444	8,7146	9,2101	9,6038	9,7126	9,9140
8,5409	8,7143	9,2101	9,6037	9,7121	9,9134
8,5374	8,7140	9,2101	9,6036	9,7117	9,9127
8,5339	8,7137	9,2101	9,6036	9,7112	9,9121
8,5303	8,7134	9,2101	9,6035	9,7107	9,9115
8,5268	8,7131	9,2101	9,6034	9,7103	9,9108
8,5232	8,7128	9,2101	9,6033	9,7098	9,9102

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9462	10,1427	10,4630	10,6834	10,7986	10,8035
9,9459	10,1427	10,4628	10,6833	10,7967	10,8021
9,9456	10,1426	10,4626	10,6833	10,7948	10,8008
9,9453	10,1425	10,4624	10,6832	10,7928	10,7995
9,9449	10,1424	10,4622	10,6832	10,7907	10,7982
9,9446	10,1423	10,4620	10,6831	10,7886	10,7969
9,9443	10,1422	10,4617	10,6830	10,7864	10,7956
9,9440	10,1421	10,4615	10,6830	10,7841	10,7943
9,9436	10,1420	10,4612	10,6829	10,7818	10,7930
9,9433	10,1420	10,4610	10,6828	10,7794	10,7917
9,9430	10,1419	10,4607	10,6828	10,7770	10,7903
9,9426	10,1418	10,4605	10,6827	10,7745	10,7890
9,9422	10,1417	10,4602	10,6826	10,7720	10,7876
9,9419	10,1416	10,4599	10,6825	10,7694	10,7862
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9411	10,1414	10,4593	10,6824	10,7640	10,7834
9,9408	10,1413	10,4589	10,6823	10,7612	10,7820
9,9404	10,1412	10,4586	10,6822	10,7584	10,7806
9,9400	10,1411	10,4582	10,6821	10,7555	10,7791
9,9396	10,1410	10,4578	10,6820	10,7525	10,7776
9,9392	10,1409	10,4575	10,6819	10,7494	10,7761
9,9387	10,1409	10,4570	10,6818	10,7463	10,7746
9,9383	10,1408	10,4566	10,6817	10,7430	10,7730
9,9379	10,1407	10,4562	10,6815	10,7397	10,7715
9,9374	10,1406	10,4557	10,6814	10,7363	10,7699
9,9370	10,1405	10,4552	10,6813	10,7329	10,7682
9,9365	10,1404	10,4546	10,6811	10,7293	10,7666
9,9360	10,1403	10,4541	10,6810	10,7256	10,7649
9,9355	10,1402	10,4535	10,6808	10,7219	10,7632
9,9350	10,1401	10,4528	10,6806	10,7180	10,7615
9,9344	10,1400	10,4521	10,6804	10,7141	10,7598

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,4034	12,0286
11,4010	12,0275
11,3985	12,0265
11,3961	12,0253
11,3936	12,0242
11,3910	12,0230
11,3884	12,0217
11,3858	12,0203
11,3832	12,0190
11,3805	12,0175
11,3777	12,0160
11,3749	12,0144
11,3721	12,0127
11,3693	12,0110
11,3664	12,0092
11,3634	12,0073
11,3604	12,0053
11,3574	12,0032
11,3544	12,0011
11,3512	11,9989
11,3481	11,9966
11,3449	11,9942
11,3417	11,9917
11,3384	11,9891
11,3351	11,9864
11,3318	11,9837
11,3284	11,9809
11,3249	11,9780
11,3215	11,9750
11,3179	11,9719
11,3144	11,9687

MACROELEMENTO: ORIZZONTAMENTI MATERIALE: LATEROCEMENTO VARIAZIONE DENSITÀ [Kg/m3]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
1200	2,6658	2,7622	5,1154	5,3298	5,7034
1280	2,6653	2,7619	5,1090	5,3135	5,6861
1360	2,6648	2,7616	5,1024	5,2975	5,6689
1440	2,6642	2,7612	5,0956	5,2817	5,6518
1520	2,6637	2,7609	5,0886	5,2661	5,6348
1600	2,6631	2,7605	5,0814	5,2509	5,6179
1680	2,6626	2,7602	5,0740	5,2360	5,6011
1760	2,6620	2,7599	5,0664	5,2213	5,5844
1840	2,6615	2,7595	5,0584	5,2070	5,5678
1920	2,6609	2,7592	5,0503	5,1931	5,5513
2000	2,6604	2,7588	5,0418	5,1795	5,5350
2080	2,6598	2,7585	5,0330	5,1662	5,5187
2160	2,6593	2,7581	5,0239	5,1534	5,5026
2240	2,6587	2,7578	5,0145	5,1409	5,4866
2320	2,6581	2,7574	5,0047	5,1288	5,4706
2400	2,6576	2,7571	4,9946	5,1171	5,4548
2480	2,6570	2,7567	4,9842	5,1058	5,4391
2560	2,6564	2,7564	4,9736	5,0949	5,4235
2640	2,6559	2,7560	4,9626	5,0843	5,4080
2720	2,6553	2,7556	4,9513	5,0740	5,3927
2800	2,6547	2,7553	4,9399	5,0640	5,3774
2880	2,6541	2,7549	4,9282	5,0543	5,3622
2960	2,6536	2,7546	4,9164	5,0448	5,3472
3040	2,6530	2,7542	4,9044	5,0355	5,3322
3120	2,6524	2,7538	4,8922	5,0264	5,3174
3200	2,6518	2,7535	4,8800	5,0175	5,3026
3280	2,6512	2,7531	4,8677	5,0087	5,2880
3360	2,6506	2,7527	4,8554	5,0000	5,2735
3440	2,6500	2,7524	4,8430	4,9914	5,2591
3520	2,6494	2,7520	4,8306	4,9829	5,2447
3600	2,6488	2,7516	4,8181	4,9744	5,2305

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,2677	6,6024	6,8365	6,8572	7,0086	8,4099
6,2536	6,5873	6,8347	6,8559	6,9917	8,4075
6,2395	6,5722	6,8328	6,8545	6,9751	8,4051
6,2255	6,5572	6,8308	6,8532	6,9587	8,4027
6,2116	6,5422	6,8288	6,8519	6,9427	8,4003
6,1977	6,5272	6,8265	6,8506	6,9271	8,3978
6,1838	6,5124	6,8239	6,8493	6,9120	8,3953
6,1699	6,4976	6,8209	6,8479	6,8976	8,3928
6,1562	6,4830	6,8170	6,8464	6,8844	8,3903
6,1424	6,4684	6,8119	6,8448	6,8727	8,3877
6,1287	6,4539	6,8052	6,8428	6,8632	8,3850
6,1151	6,4396	6,7964	6,8405	6,8562	8,3824
6,1014	6,4254	6,7856	6,8378	6,8517	8,3796
6,0879	6,4113	6,7734	6,8352	6,8487	8,3769
6,0744	6,3973	6,7601	6,8329	6,8467	8,3741
6,0609	6,3835	6,7462	6,8309	6,8451	8,3712
6,0475	6,3697	6,7319	6,8291	6,8438	8,3684
6,0341	6,3562	6,7173	6,8275	6,8427	8,3654
6,0208	6,3427	6,7026	6,8261	6,8417	8,3624
6,0075	6,3294	6,6878	6,8249	6,8408	8,3593
5,9943	6,3163	6,6730	6,8237	6,8399	8,3562
5,9811	6,3032	6,6582	6,8226	6,8391	8,3530
5,9680	6,2904	6,6434	6,8216	6,8383	8,3497
5,9549	6,2776	6,6285	6,8206	6,8376	8,3329
5,9419	6,2651	6,6138	6,8197	6,8368	8,3103
5,9289	6,2526	6,5991	6,8188	6,8361	8,2878
5,9160	6,2403	6,5844	6,8180	6,8355	8,2654
5,9031	6,2282	6,5697	6,8171	6,8348	8,2432
5,8903	6,2162	6,5552	6,8163	6,8342	8,2211
5,8776	6,2043	6,5407	6,8156	6,8335	8,1992
5,8648	6,1926	6,5262	6,8148	6,8329	8,1774

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,8361	8,8936	9,3154	9,7811	9,9913	10,0238
8,8269	8,8675	9,3071	9,7666	9,9806	10,0173
8,8177	8,8415	9,2988	9,7522	9,9647	10,0047
8,8084	8,8158	9,2904	9,7378	9,9440	9,9943
8,7901	8,7992	9,2821	9,7235	9,9209	9,9861
8,7647	8,7898	9,2738	9,7093	9,8968	9,9787
8,7394	8,7804	9,2654	9,6951	9,8724	9,9716
8,7143	8,7709	9,2570	9,6810	9,8480	9,9644
8,6893	8,7613	9,2486	9,6669	9,8237	9,9571
8,6645	8,7517	9,2401	9,6529	9,7995	9,9494
8,6399	8,7420	9,2316	9,6390	9,7756	9,9415
8,6154	8,7322	9,2231	9,6251	9,7518	9,9331
8,5910	8,7223	9,2145	9,6113	9,7283	9,9242
8,5669	8,7124	9,2059	9,5975	9,7051	9,9149
8,5428	8,7024	9,1972	9,5838	9,6821	9,9050
8,5189	8,6923	9,1885	9,5701	9,6593	9,8944
8,4952	8,6822	9,1797	9,5564	9,6368	9,8830
8,4716	8,6719	9,1708	9,5428	9,6146	9,8703
8,4481	8,6615	9,1619	9,5293	9,5926	9,8552
8,4248	8,6511	9,1529	9,5158	9,5709	9,8374
8,4016	8,6406	9,1438	9,5023	9,5495	9,8174
8,3786	8,6299	9,1346	9,4888	9,5284	9,7958
8,3558	8,6192	9,1254	9,4754	9,5075	9,7727
8,3465	8,6083	9,1160	9,4619	9,4870	9,7483
8,3430	8,5974	9,1065	9,4485	9,4667	9,7225
8,3395	8,5863	9,0968	9,4350	9,4468	9,6956
8,3359	8,5752	9,0871	9,4214	9,4274	9,6676
8,3322	8,5639	9,0772	9,4062	9,4097	9,6386
8,3284	8,5526	9,0671	9,3880	9,3955	9,6087
8,3244	8,5411	9,0569	9,3694	9,3818	9,5781
8,3204	8,5296	9,0464	9,3510	9,3682	9,5470

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,0428	10,3247	10,8950	10,9680	11,2721	11,2899
10,0244	10,3097	10,8780	10,9335	11,2276	11,2381
10,0172	10,2946	10,8610	10,8979	11,1836	11,1881
10,0122	10,2796	10,8439	10,8613	11,1377	11,1425
10,0071	10,2645	10,8221	10,8281	11,0912	11,1004
10,0017	10,2495	10,7835	10,8105	11,0463	11,0595
9,9958	10,2345	10,7431	10,7935	11,0035	11,0196
9,9895	10,2196	10,7013	10,7765	10,9625	10,9807
9,9825	10,2049	10,6586	10,7595	10,9235	10,9428
9,9749	10,1903	10,6150	10,7426	10,8862	10,9058
9,9665	10,1760	10,5708	10,7255	10,8505	10,8699
9,9573	10,1620	10,5264	10,7084	10,8161	10,8350
9,9470	10,1483	10,4818	10,6911	10,7829	10,8013
9,9357	10,1348	10,4374	10,6737	10,7508	10,7687
9,9233	10,1217	10,3935	10,6561	10,7196	10,7375
9,9098	10,1088	10,3503	10,6380	10,6891	10,7076
9,8953	10,0960	10,3082	10,6194	10,6594	10,6794
9,8801	10,0829	10,2675	10,6001	10,6303	10,6529
9,8653	10,0690	10,2289	10,5800	10,6017	10,6284
9,8513	10,0536	10,1931	10,5589	10,5737	10,6058
9,8374	10,0357	10,1613	10,5371	10,5463	10,5850
9,8231	10,0143	10,1344	10,5149	10,5194	10,5656
9,8084	9,9891	10,1128	10,4914	10,4943	10,5473
9,7931	9,9605	10,0959	10,4658	10,4720	10,5298
9,7772	9,9298	10,0825	10,4401	10,4507	10,5128
9,7607	9,8981	10,0716	10,4148	10,4301	10,4963
9,7436	9,8660	10,0622	10,3898	10,4101	10,4801
9,7259	9,8341	10,0540	10,3653	10,3908	10,4644
9,7076	9,8025	10,0465	10,3412	10,3721	10,4490
9,6888	9,7714	10,0394	10,3175	10,3539	10,4339
9,6696	9,7409	10,0327	10,2943	10,3363	10,4192

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,9104	12,3449
11,8619	12,3425
11,8144	12,3396
11,7677	12,3361
11,7219	12,3315
11,6769	12,3167
11,6328	12,2739
11,5895	12,2310
11,5470	12,1889
11,5054	12,1477
11,4646	12,1073
11,4247	12,0676
11,3856	12,0285
11,3474	11,9900
11,3100	11,9520
11,2735	11,9143
11,2378	11,8769
11,2029	11,8397
11,1689	11,8026
11,1357	11,7653
11,1033	11,7278
11,0717	11,6900
11,0408	11,6519
11,0106	11,6135
10,9812	11,5749
10,9524	11,5362
10,9242	11,4975
10,8966	11,4591
10,8696	11,4209
10,8431	11,3832
10,8171	11,3459

MACROELEMENTO: TAMBURO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE DENSITÀ [Kg/m3]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
900	2,7728	2,8718	5,1844	5,3783	5,6243
960	2,7648	2,8639	5,1753	5,3603	5,6156
1020	2,7569	2,8560	5,1661	5,3425	5,6069
1080	2,7491	2,8481	5,1567	5,3250	5,5982
1140	2,7413	2,8404	5,1470	5,3078	5,5895
1200	2,7336	2,8326	5,1372	5,2909	5,5809
1260	2,7259	2,8249	5,1270	5,2743	5,5722
1320	2,7182	2,8173	5,1166	5,2582	5,5635
1380	2,7106	2,8097	5,1058	5,2426	5,5549
1440	2,7031	2,8022	5,0946	5,2274	5,5462
1500	2,6956	2,7947	5,0831	5,2127	5,5376
1560	2,6882	2,7872	5,0711	5,1985	5,5290
1620	2,6808	2,7798	5,0588	5,1848	5,5204
1680	2,6735	2,7725	5,0460	5,1717	5,5117
1740	2,6662	2,7652	5,0328	5,1592	5,5031
1800	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
1860	2,6518	2,7507	5,0053	5,1355	5,4860
1920	2,6447	2,7436	4,9910	5,1244	5,4774
1980	2,6376	2,7365	4,9765	5,1137	5,4688
2040	2,6306	2,7294	4,9617	5,1033	5,4603
2100	2,6236	2,7224	4,9467	5,0933	5,4518
2160	2,6166	2,7154	4,9316	5,0836	5,4432
2220	2,6097	2,7085	4,9163	5,0741	5,4347
2280	2,6029	2,7016	4,9010	5,0649	5,4262
2340	2,5961	2,6947	4,8855	5,0559	5,4177
2400	2,5893	2,6879	4,8701	5,0471	5,4092
2460	2,5826	2,6812	4,8546	5,0384	5,4008
2520	2,5759	2,6745	4,8391	5,0298	5,3923
2580	2,5693	2,6678	4,8236	5,0214	5,3839
2640	2,5627	2,6612	4,8081	5,0131	5,3754
2700	2,5562	2,6546	4,7927	5,0049	5,3670

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,4117	6,6902	6,8553	6,8711	7,1604	8,7165
6,3916	6,6737	6,8531	6,8693	7,1350	8,7079
6,3714	6,6571	6,8510	6,8675	7,1096	8,6992
6,3509	6,6403	6,8489	6,8657	7,0842	8,6905
6,3303	6,6235	6,8468	6,8639	7,0588	8,6817
6,3096	6,6064	6,8447	6,8621	7,0336	8,6727
6,2887	6,5891	6,8426	6,8603	7,0086	8,6507
6,2676	6,5716	6,8404	6,8585	6,9839	8,6195
6,2464	6,5539	6,8380	6,8566	6,9597	8,5885
6,2251	6,5358	6,8354	6,8546	6,9361	8,5577
6,2036	6,5173	6,8322	6,8526	6,9135	8,5272
6,1821	6,4984	6,8280	6,8503	6,8926	8,4969
6,1604	6,4791	6,8217	6,8475	6,8746	8,4669
6,1386	6,4594	6,8117	6,8440	6,8617	8,4371
6,1167	6,4391	6,7972	6,8401	6,8542	8,4076
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0726	6,3970	6,7608	6,8335	6,8472	8,3492
6,0504	6,3751	6,7417	6,8310	6,8448	8,3204
6,0282	6,3527	6,7227	6,8287	6,8427	8,2918
6,0059	6,3298	6,7040	6,8266	6,8408	8,2635
5,9836	6,3063	6,6858	6,8246	6,8389	8,2354
5,9612	6,2824	6,6682	6,8227	6,8371	8,2075
5,9387	6,2580	6,6510	6,8209	6,8353	8,1798
5,9163	6,2331	6,6345	6,8191	6,8335	8,1524
5,8938	6,2079	6,6185	6,8173	6,8317	8,1252
5,8713	6,1824	6,6030	6,8155	6,8299	8,0982
5,8488	6,1565	6,5880	6,8137	6,8282	8,0714
5,8263	6,1304	6,5734	6,8120	6,8264	8,0448
5,8038	6,1040	6,5594	6,8102	6,8246	8,0184
5,7814	6,0775	6,5457	6,8085	6,8228	7,9922
5,7589	6,0509	6,5324	6,8067	6,8211	7,9662

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,8439	9,3619	9,6275	9,8990	10,4380	10,4905
8,8111	9,3243	9,5996	9,8779	10,4083	10,4774
8,7785	9,2855	9,5718	9,8572	10,3732	10,4624
8,7462	9,2455	9,5440	9,8368	10,3322	10,4449
8,7141	9,2045	9,5162	9,8167	10,2857	10,4244
8,6824	9,1624	9,4885	9,7968	10,2349	10,4002
8,6638	9,1195	9,4607	9,7772	10,1814	10,3719
8,6547	9,0760	9,4330	9,7577	10,1263	10,3392
8,6456	9,0318	9,4052	9,7383	10,0710	10,3024
8,6363	8,9872	9,3775	9,7191	10,0161	10,2620
8,6270	8,9423	9,3497	9,6999	9,9623	10,2185
8,6176	8,8972	9,3218	9,6808	9,9098	10,1720
8,6081	8,8521	9,2940	9,6617	9,8589	10,1222
8,5985	8,8070	9,2661	9,6427	9,8097	10,0677
8,5887	8,7621	9,2381	9,6235	9,7623	10,0026
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5690	8,6731	9,1823	9,5851	9,6727	9,8322
8,5590	8,6292	9,1543	9,5655	9,6301	9,7439
8,5488	8,5858	9,1264	9,5454	9,5883	9,6565
8,5385	8,5429	9,0985	9,5224	9,5426	9,5757
8,5006	8,5282	9,0706	9,4678	9,4893	9,5218
8,4589	8,5177	9,0427	9,3851	9,4122	9,4853
8,4179	8,5071	9,0148	9,3013	9,3268	9,4504
8,3776	8,4963	8,9866	9,2186	9,2418	9,4173
8,3380	8,4855	8,9580	9,1378	9,1585	9,3857
8,2992	8,4745	8,9281	9,0593	9,0775	9,3554
8,2610	8,4633	8,8948	8,9836	9,0009	9,3262
8,2236	8,4521	8,8528	8,9093	8,9354	9,2981
8,1869	8,4407	8,7964	8,8346	8,8884	9,2709
8,1510	8,4291	8,7306	8,7604	8,8542	9,2447
8,1158	8,4175	8,6619	8,6874	8,8253	9,2192

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,8306	10,9199	11,3281	11,4948	11,8297	12,0261
10,7615	10,8738	11,2726	11,4367	11,7637	11,9477
10,6993	10,8261	11,2219	11,3790	11,6859	11,8632
10,6440	10,7784	11,1747	11,3217	11,5886	11,7871
10,5945	10,7322	11,1298	11,2649	11,4732	11,7251
10,5492	10,6887	11,0853	11,2086	11,3491	11,6029
10,5058	10,6490	11,0384	11,1529	11,2255	11,4733
10,4618	10,6132	10,9811	11,0977	11,1138	11,3522
10,4149	10,5807	10,8988	11,0311	11,0434	11,2412
10,3633	10,5499	10,7947	10,9762	10,9897	11,1415
10,3053	10,5169	10,6887	10,9321	10,9380	11,0541
10,2403	10,4712	10,5984	10,8833	10,8966	10,9791
10,1685	10,3987	10,5405	10,8322	10,8611	10,9160
10,0910	10,3097	10,5065	10,7817	10,8278	10,8636
10,0132	10,2212	10,4815	10,7318	10,7964	10,8205
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,8633	10,0729	10,4388	10,6338	10,7388	10,7551
9,7786	10,0141	10,4184	10,5859	10,7126	10,7300
9,6907	9,9622	10,3979	10,5388	10,6881	10,7085
9,6034	9,9146	10,3772	10,4924	10,6651	10,6898
9,5311	9,8700	10,3562	10,4467	10,6437	10,6733
9,4972	9,8273	10,3350	10,4019	10,6235	10,6585
9,4755	9,7860	10,3135	10,3578	10,6045	10,6451
9,4555	9,7459	10,2919	10,3146	10,5865	10,6328
9,4358	9,7067	10,2691	10,2733	10,5693	10,6214
9,4163	9,6682	10,2299	10,2493	10,5528	10,6107
9,3968	9,6304	10,1889	10,2279	10,5367	10,6005
9,3774	9,5932	10,1486	10,2067	10,5210	10,5908
9,3579	9,5566	10,1091	10,1859	10,5055	10,5813
9,3383	9,5205	10,0702	10,1653	10,4901	10,5718
9,3187	9,4850	10,0321	10,1451	10,4747	10,5617

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
12,1839	12,3440
12,1265	12,2715
12,0143	12,2381
11,8787	12,2236
11,7397	12,2148
11,6750	12,2081
11,6312	12,2024
11,5922	12,1972
11,5568	12,1912
11,5242	12,1714
11,4940	12,1483
11,4657	12,1227
11,4390	12,0953
11,4138	12,0669
11,3896	12,0380
11,3664	12,0092
11,3439	11,9806
11,3220	11,9526
11,3005	11,9245
11,2794	11,8342
11,2586	11,7221
11,2379	11,6115
11,2174	11,5031
11,1970	11,3973
11,1765	11,2940
11,1560	11,1934
11,0950	11,1359
10,9994	11,1154
10,9064	11,0948
10,8159	11,0741
10,7286	11,0532

MACROELEMENTO: CONTRAFFORTI MATERIALE: C.A. VARIAZIONE DENSITÀ [Kg/m3]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
1500	2,7721	2,8743	5,1878	5,3025	5,6415
1600	2,7601	2,8620	5,1705	5,2869	5,6269
1700	2,7483	2,8499	5,1533	5,2713	5,6122
1800	2,7367	2,8379	5,1362	5,2557	5,5975
1900	2,7252	2,8261	5,1192	5,2401	5,5829
2000	2,7138	2,8144	5,1023	5,2246	5,5682
2100	2,7026	2,8028	5,0854	5,2090	5,5535
2200	2,6915	2,7914	5,0687	5,1935	5,5387
2300	2,6805	2,7801	5,0521	5,1780	5,5240
2400	2,6697	2,7690	5,0356	5,1625	5,5093
2500	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
2600	2,6484	2,7471	5,0029	5,1317	5,4798
2700	2,6380	2,7363	4,9867	5,1163	5,4651
2800	2,6276	2,7257	4,9706	5,1010	5,4504
2900	2,6174	2,7151	4,9546	5,0858	5,4356
3000	2,6073	2,7047	4,9388	5,0705	5,4209
3100	2,5974	2,6945	4,9230	5,0554	5,4062
3200	2,5875	2,6843	4,9073	5,0402	5,3916
3300	2,5777	2,6742	4,8918	5,0252	5,3769
3400	2,5681	2,6643	4,8763	5,0102	5,3622
3500	2,5585	2,6545	4,8610	4,9952	5,3476
3600	2,5491	2,6447	4,8457	4,9803	5,3330
3700	2,5398	2,6351	4,8306	4,9655	5,3184
3800	2,5305	2,6256	4,8155	4,9507	5,3039
3900	2,5214	2,6162	4,8006	4,9360	5,2893
4000	2,5123	2,6069	4,7858	4,9213	5,2748
4100	2,5034	2,5976	4,7711	4,9068	5,2604
4200	2,4945	2,5885	4,7565	4,8923	5,2459
4300	2,4858	2,5795	4,7420	4,8778	5,2316
4400	2,4771	2,5705	4,7276	4,8634	5,2172
4500	2,4685	2,5617	4,7133	4,8491	5,2029

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,3156	6,5861	6,8508	6,8673	7,0286	8,7293
6,2930	6,5711	6,8476	6,8646	7,0021	8,7139
6,2705	6,5558	6,8443	6,8619	6,9766	8,6983
6,2481	6,5401	6,8409	6,8593	6,9521	8,6590
6,2258	6,5241	6,8371	6,8566	6,9289	8,6176
6,2036	6,5076	6,8328	6,8539	6,9074	8,5766
6,1815	6,4907	6,8273	6,8510	6,8882	8,5361
6,1596	6,4733	6,8196	6,8478	6,8725	8,4960
6,1378	6,4555	6,8089	6,8441	6,8613	8,4563
6,1162	6,4371	6,7952	6,8402	6,8544	8,4171
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0733	6,3990	6,7635	6,8333	6,8468	8,3399
6,0520	6,3792	6,7475	6,8304	6,8442	8,3021
6,0309	6,3590	6,7317	6,8278	6,8419	8,2646
6,0100	6,3384	6,7165	6,8254	6,8398	8,2276
5,9892	6,3173	6,7019	6,8231	6,8378	8,1910
5,9685	6,2960	6,6878	6,8210	6,8358	8,1549
5,9480	6,2743	6,6744	6,8189	6,8340	8,1191
5,9276	6,2523	6,6616	6,8170	6,8322	8,0838
5,9074	6,2301	6,6493	6,8151	6,8304	8,0489
5,8873	6,2077	6,6375	6,8132	6,8287	8,0144
5,8674	6,1852	6,6262	6,8114	6,8270	7,9803
5,8476	6,1626	6,6154	6,8097	6,8254	7,9466
5,8279	6,1398	6,6050	6,8079	6,8237	7,9133
5,8084	6,1170	6,5950	6,8063	6,8221	7,8804
5,7891	6,0942	6,5854	6,8046	6,8206	7,8478
5,7699	6,0713	6,5760	6,8030	6,8190	7,8156
5,7508	6,0485	6,5670	6,8014	6,8175	7,7838
5,7319	6,0257	6,5583	6,7998	6,8160	7,7523
5,7131	6,0030	6,5499	6,7983	6,8145	7,7212
5,6944	5,9803	6,5416	6,7967	6,8131	7,6904

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,7852	8,9410	9,2502	9,6225	9,9081	10,2312
8,7428	8,9169	9,2466	9,6204	9,8883	10,2083
8,7010	8,8934	9,2430	9,6185	9,8687	10,1840
8,6833	8,8702	9,2393	9,6166	9,8492	10,1581
8,6682	8,8474	9,2356	9,6147	9,8298	10,1301
8,6531	8,8250	9,2317	9,6129	9,8106	10,0993
8,6381	8,8029	9,2277	9,6112	9,7916	10,0654
8,6231	8,7811	9,2236	9,6095	9,7727	10,0298
8,6083	8,7596	9,2193	9,6078	9,7539	9,9934
8,5936	8,7383	9,2148	9,6061	9,7352	9,9567
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5644	8,6967	9,2054	9,6027	9,6982	9,8825
8,5499	8,6763	9,2003	9,6009	9,6799	9,8454
8,5355	8,6561	9,1950	9,5991	9,6616	9,8083
8,5212	8,6362	9,1895	9,5972	9,6433	9,7714
8,5070	8,6165	9,1836	9,5951	9,6250	9,7350
8,4929	8,5971	9,1774	9,5924	9,6067	9,6991
8,4789	8,5779	9,1708	9,5847	9,5923	9,6644
8,4650	8,5589	9,1639	9,5652	9,5867	9,6315
8,4512	8,5402	9,1565	9,5421	9,5767	9,6013
8,4374	8,5216	9,1487	9,5153	9,5519	9,5749
8,4238	8,5033	9,1403	9,4849	9,5176	9,5528
8,4103	8,4852	9,1315	9,4522	9,4810	9,5339
8,3968	8,4673	9,1220	9,4180	9,4439	9,5170
8,3834	8,4496	9,1119	9,3831	9,4067	9,5014
8,3701	8,4320	9,1012	9,3479	9,3698	9,4868
8,3570	8,4147	9,0899	9,3125	9,3331	9,4731
8,3438	8,3975	9,0778	9,2770	9,2966	9,4601
8,3308	8,3806	9,0650	9,2417	9,2606	9,4479
8,3179	8,3638	9,0514	9,2064	9,2249	9,4362
8,3050	8,3471	9,0371	9,1712	9,1897	9,4252

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,2763	10,4995	10,6112	10,9585	11,0167	11,0762
10,2436	10,4657	10,5891	10,9366	10,9908	11,0349
10,2102	10,4294	10,5706	10,9158	10,9645	10,9943
10,1762	10,3918	10,5544	10,8961	10,9380	10,9546
10,1422	10,3540	10,5397	10,8771	10,9096	10,9176
10,1089	10,3166	10,5259	10,8577	10,8754	10,8886
10,0768	10,2798	10,5125	10,8305	10,8474	10,8628
10,0445	10,2438	10,4994	10,7943	10,8291	10,8380
10,0112	10,2088	10,4863	10,7569	10,8113	10,8158
9,9769	10,1747	10,4731	10,7195	10,7892	10,7994
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9053	10,1090	10,4457	10,6457	10,7450	10,7709
9,8683	10,0771	10,4315	10,6092	10,7243	10,7575
9,8308	10,0457	10,4167	10,5731	10,7045	10,7444
9,7930	10,0147	10,4013	10,5373	10,6857	10,7316
9,7550	9,9840	10,3853	10,5018	10,6679	10,7191
9,7170	9,9536	10,3687	10,4665	10,6512	10,7068
9,6793	9,9233	10,3514	10,4316	10,6355	10,6946
9,6431	9,8932	10,3335	10,3969	10,6207	10,6825
9,6126	9,8632	10,3150	10,3624	10,6068	10,6706
9,5974	9,8333	10,2958	10,3283	10,5938	10,6586
9,5916	9,8036	10,2760	10,2944	10,5815	10,6467
9,5880	9,7739	10,2552	10,2613	10,5700	10,6348
9,5850	9,7445	10,2262	10,2361	10,5590	10,6228
9,5820	9,7153	10,1932	10,2147	10,5486	10,6107
9,5787	9,6865	10,1601	10,1933	10,5387	10,5985
9,5748	9,6584	10,1271	10,1716	10,5291	10,5862
9,5693	9,6319	10,0944	10,1496	10,5199	10,5737
9,5604	9,6089	10,0617	10,1274	10,5110	10,5610
9,5446	9,5927	10,0293	10,1051	10,5022	10,5480
9,5221	9,5832	9,9970	10,0826	10,4936	10,5348

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,4955	12,0406
11,4781	12,0379
11,4621	12,0352
11,4473	12,0325
11,4336	12,0296
11,4207	12,0267
11,4087	12,0236
11,3973	12,0204
11,3865	12,0169
11,3762	12,0132
11,3664	12,0092
11,3569	12,0048
11,3477	11,9999
11,3387	11,9945
11,3300	11,9883
11,3214	11,9523
11,3129	11,8895
11,3044	11,8254
11,2960	11,7610
11,2876	11,6969
11,2791	11,6334
11,2705	11,5706
11,2618	11,5085
11,2528	11,4473
11,2436	11,3869
11,2340	11,3273
11,2239	11,2687
11,2085	11,2159
11,1533	11,2030
11,0971	11,1912
11,0417	11,1785

MACROELEMENTO: CUPOLE MATERIALE: C.A. VARIAZIONE DENSITÀ [Kg/m3]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
1500	3,0077	3,1364	5,1894	5,4511	5,5886
1600	2,9672	3,0920	5,1752	5,4170	5,5782
1700	2,9281	3,0492	5,1612	5,3828	5,5681
1800	2,8904	3,0080	5,1473	5,3487	5,5584
1900	2,8539	2,9684	5,1332	5,3148	5,5488
2000	2,8187	2,9301	5,1186	5,2817	5,5394
2100	2,7846	2,8933	5,1031	5,2499	5,5302
2200	2,7517	2,8577	5,0859	5,2198	5,5212
2300	2,7198	2,8233	5,0665	5,1924	5,5122
2400	2,6889	2,7901	5,0444	5,1680	5,5034
2500	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
2600	2,6300	2,7269	4,9914	5,1293	5,4858
2700	2,6019	2,6968	4,9614	5,1140	5,4771
2800	2,5746	2,6676	4,9300	5,1007	5,4683
2900	2,5481	2,6393	4,8976	5,0887	5,4596
3000	2,5224	2,6119	4,8648	5,0779	5,4508
3100	2,4974	2,5853	4,8316	5,0677	5,4420
3200	2,4731	2,5595	4,7985	5,0582	5,4332
3300	2,4494	2,5344	4,7654	5,0491	5,4242
3400	2,4264	2,5100	4,7325	5,0403	5,4152
3500	2,4041	2,4863	4,6999	5,0317	5,4061
3600	2,3823	2,4632	4,6676	5,0234	5,3969
3700	2,3610	2,4408	4,6356	5,0153	5,3876
3800	2,3404	2,4189	4,6040	5,0073	5,3781
3900	2,3202	2,3976	4,5728	4,9993	5,3685
4000	2,3005	2,3768	4,5421	4,9915	5,3587
4100	2,2813	2,3566	4,5117	4,9837	5,3488
4200	2,2626	2,3368	4,4818	4,9760	5,3388
4300	2,2443	2,3176	4,4523	4,9682	5,3285
4400	2,2264	2,2988	4,4233	4,9605	5,3181
4500	2,2090	2,2804	4,3947	4,9528	5,3075

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,1746	6,6412	6,8725	6,9080	7,0088	8,6948
6,1671	6,6214	6,8631	6,8992	6,9790	8,6809
6,1595	6,6005	6,8539	6,8909	6,9531	8,6679
6,1518	6,5786	6,8448	6,8832	6,9310	8,6556
6,1440	6,5561	6,8358	6,8758	6,9122	8,6438
6,1360	6,5332	6,8266	6,8688	6,8965	8,6326
6,1280	6,5100	6,8173	6,8620	6,8835	8,6217
6,1198	6,4868	6,8080	6,8553	6,8727	8,6109
6,1115	6,4637	6,7985	6,8488	6,8639	8,5352
6,1031	6,4409	6,7891	6,8425	6,8564	8,4559
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0861	6,3961	6,7704	6,8309	6,8444	8,3025
6,0774	6,3742	6,7612	6,8256	6,8392	8,2284
6,0686	6,3527	6,7521	6,8207	6,8345	8,1560
6,0596	6,3316	6,7432	6,8161	6,8300	8,0853
6,0506	6,3107	6,7343	6,8117	6,8258	8,0161
6,0415	6,2902	6,7255	6,8076	6,8218	7,9486
6,0323	6,2699	6,7167	6,8036	6,8180	7,8825
6,0230	6,2499	6,7080	6,7999	6,8143	7,8180
6,0137	6,2302	6,6993	6,7963	6,8108	7,7548
6,0042	6,2106	6,6905	6,7929	6,8074	7,6931
5,9947	6,1911	6,6818	6,7896	6,8041	7,6327
5,9850	6,1718	6,6730	6,7864	6,8009	7,5736
5,9754	6,1526	6,6642	6,7833	6,7977	7,5157
5,9656	6,1335	6,6554	6,7802	6,7947	7,4591
5,9558	6,1145	6,6465	6,7773	6,7917	7,4037
5,9460	6,0956	6,6375	6,7744	6,7887	7,3495
5,9361	6,0766	6,6284	6,7715	6,7858	7,2963
5,9262	6,0577	6,6193	6,7687	6,7830	7,2442
5,9163	6,0389	6,6101	6,7659	6,7802	7,1932
5,9063	6,0200	6,6008	6,7632	6,7775	7,1432

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
8,9967	9,2360	9,7527	10,0403	10,1143	10,2701
8,9772	9,1425	9,7278	10,0268	10,0976	10,2471
8,9564	9,0505	9,7001	10,0128	10,0805	10,2201
8,9339	8,9605	9,6683	9,9979	10,0628	10,1856
8,8710	8,9110	9,6308	9,9810	10,0437	10,1370
8,7844	8,8851	9,5855	9,9584	10,0188	10,0722
8,6995	8,8571	9,5297	9,9187	9,9609	10,0072
8,6166	8,8266	9,4623	9,8601	9,8721	9,9725
8,6004	8,7934	9,3844	9,7786	9,8042	9,9519
8,5898	8,7570	9,2991	9,6888	9,7566	9,9352
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5676	8,6743	9,1207	9,5262	9,6821	9,9045
8,5553	8,6278	9,0329	9,4548	9,6513	9,8891
8,5416	8,5780	8,9483	9,3900	9,6229	9,8725
8,5244	8,5265	8,8686	9,3315	9,5961	9,8536
8,4700	8,5058	8,7955	9,2789	9,5705	9,8324
8,4128	8,4801	8,7314	9,2315	9,5457	9,8097
8,3542	8,4461	8,6786	9,1886	9,5216	9,7858
8,2948	8,4029	8,6380	9,1496	9,4978	9,7610
8,2350	8,3520	8,6083	9,1138	9,4744	9,7351
8,1752	8,2963	8,5863	9,0808	9,4512	9,7082
8,1158	8,2385	8,5693	9,0500	9,4282	9,6802
8,0572	8,1803	8,5554	9,0212	9,4053	9,6513
7,9995	8,1229	8,5434	8,9938	9,3825	9,6213
7,9428	8,0668	8,5327	8,9677	9,3599	9,5904
7,8874	8,0123	8,5229	8,9427	9,3373	9,5587
7,8333	7,9596	8,5137	8,9185	9,3147	9,5261
7,7806	7,9089	8,5048	8,8950	9,2923	9,4929
7,7293	7,8601	8,4962	8,8722	9,2698	9,4590
7,6794	7,8132	8,4877	8,8498	9,2475	9,4246
7,6311	7,7683	8,4793	8,8278	9,2251	9,3898

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
10,5975	10,6899	10,8240	10,9256	11,1368	11,1808
10,5662	10,5730	10,7207	10,8864	11,0759	11,1241
10,4319	10,5280	10,6320	10,8645	11,0289	11,0720
10,3007	10,4461	10,5864	10,8493	10,9893	11,0221
10,1800	10,3599	10,5623	10,8371	10,9533	10,9735
10,0780	10,2938	10,5437	10,8264	10,9182	10,9267
10,0245	10,2486	10,5267	10,8164	10,8757	10,8891
10,0006	10,2156	10,5102	10,8056	10,8300	10,8571
9,9805	10,1885	10,4937	10,7765	10,8026	10,8264
9,9610	10,1643	10,4768	10,7301	10,7920	10,7972
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9218	10,1194	10,4418	10,6345	10,7384	10,7769
9,9022	10,0977	10,4234	10,5865	10,7107	10,7692
9,8831	10,0760	10,4043	10,5385	10,6838	10,7618
9,8658	10,0543	10,3848	10,4906	10,6576	10,7546
9,8500	10,0325	10,3647	10,4427	10,6320	10,7475
9,8348	10,0106	10,3443	10,3951	10,6067	10,7406
9,8198	9,9886	10,3237	10,3476	10,5817	10,7338
9,8047	9,9666	10,3002	10,3031	10,5567	10,7272
9,7896	9,9446	10,2533	10,2823	10,5315	10,7207
9,7744	9,9226	10,2067	10,2618	10,5057	10,7142
9,7591	9,9006	10,1604	10,2416	10,4792	10,7079
9,7437	9,8788	10,1145	10,2217	10,4516	10,7017
9,7281	9,8572	10,0691	10,2023	10,4230	10,6956
9,7123	9,8357	10,0242	10,1834	10,3930	10,6897
9,6964	9,8145	9,9798	10,1649	10,3616	10,6838
9,6804	9,7935	9,9359	10,1470	10,3288	10,6780
9,6642	9,7726	9,8926	10,1295	10,2947	10,6723
9,6478	9,7520	9,8499	10,1124	10,2593	10,6667
9,6313	9,7315	9,8079	10,0957	10,2229	10,6613
9,6147	9,7112	9,7666	10,0792	10,1858	10,6559

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,6599	12,1753
11,6284	12,1721
11,5978	12,1690
11,5679	12,1660
11,5386	12,1631
11,5097	12,1602
11,4811	12,1574
11,4527	12,1429
11,4242	12,1017
11,3955	12,0554
11,3664	12,0092
11,3368	11,9645
11,3065	11,9221
11,2757	11,8821
11,2441	11,8447
11,2120	11,8099
11,1795	11,7778
11,1466	11,7483
11,1138	11,7211
11,0812	11,6963
11,0492	11,6736
11,0180	11,6528
10,9879	11,6338
10,9592	11,6164
10,9321	11,6003
10,9066	11,5856
10,8830	11,5720
10,8612	11,5594
10,8411	11,5478
10,8227	11,5369
10,8060	11,5268

MACROELEMENTO: LANTERNINO MATERIALE: MURATURA VARIAZIONE DENSITÀ [Kg/m3]	FREQUENZA 1	FREQUENZA 2	FREQUENZA 3	FREQUENZA 4	FREQUENZA 5
900	2,6840	2,7858	5,0279	5,1683	5,5259
960	2,6824	2,7840	5,0275	5,1673	5,5247
1020	2,6809	2,7823	5,0271	5,1663	5,5234
1080	2,6792	2,7805	5,0267	5,1652	5,5221
1140	2,6776	2,7787	5,0263	5,1640	5,5206
1200	2,6760	2,7769	5,0259	5,1629	5,5191
1260	2,6744	2,7751	5,0254	5,1616	5,5174
1320	2,6727	2,7732	5,0249	5,1603	5,5156
1380	2,6710	2,7714	5,0244	5,1590	5,5137
1440	2,6694	2,7695	5,0238	5,1575	5,5116
1500	2,6677	2,7676	5,0232	5,1560	5,5093
1560	2,6660	2,7657	5,0225	5,1544	5,5069
1620	2,6642	2,7638	5,0218	5,1527	5,5042
1680	2,6625	2,7619	5,0210	5,1510	5,5013
1740	2,6608	2,7599	5,0201	5,1491	5,4981
1800	2,6590	2,7579	5,0192	5,1471	5,4946
1860	2,6572	2,7560	5,0182	5,1450	5,4906
1920	2,6554	2,7540	5,0171	5,1427	5,4863
1980	2,6536	2,7519	5,0158	5,1404	5,4814
2040	2,6518	2,7499	5,0145	5,1378	5,4759
2100	2,6500	2,7478	5,0129	5,1352	5,4698
2160	2,6481	2,7458	5,0112	5,1323	5,4627
2220	2,6463	2,7437	5,0093	5,1293	5,4548
2280	2,6444	2,7416	5,0071	5,1261	5,4456
2340	2,6425	2,7394	5,0045	5,1227	5,4351
2400	2,6406	2,7373	5,0016	5,1191	5,4230
2460	2,6386	2,7351	4,9983	5,1153	5,4091
2520	2,6367	2,7329	4,9944	5,1114	5,3932
2580	2,6347	2,7307	4,9898	5,1073	5,3749
2640	2,6328	2,7285	4,9845	5,1032	5,3543
2700	2,6308	2,7263	4,9782	5,0989	5,3311

FREQUENZA 6	FREQUENZA 7	FREQUENZA 8	FREQUENZA 9	FREQUENZA 10	FREQUENZA 11
6,0951	6,4221	6,7934	8,4273	8,5361	8,6829
6,0951	6,4220	6,7934	8,4242	8,5243	8,6693
6,0951	6,4219	6,7933	8,4209	8,5017	8,6375
6,0951	6,4218	6,7933	8,4175	8,4514	8,5531
6,0951	6,4217	6,7932	8,3460	8,3974	8,4188
6,0950	6,4216	6,7931	8,1942	8,2270	8,4120
6,0950	6,4215	6,7931	8,0291	8,0542	8,4085
6,0950	6,4213	6,7930	7,8662	7,8882	8,4052
6,0950	6,4212	6,7928	7,7102	7,7306	8,4019
6,0950	6,4210	6,7927	7,5622	7,5816	8,3986
6,0949	6,4208	6,7925	7,4222	7,4410	8,3952
6,0949	6,4205	6,7922	7,2900	7,3081	8,3919
6,0948	6,4202	6,7917	7,1652	7,1827	8,3885
6,0948	6,4197	6,7908	7,0475	7,0643	8,3851
6,0947	6,4192	6,7888	6,9370	6,9526	8,3817
6,0947	6,4183	6,7797	6,8365	6,8500	8,3783
6,0946	6,4170	6,7194	6,7428	6,8034	8,3748
6,0945	6,4147	6,6300	6,6487	6,7979	8,3713
6,0943	6,4096	6,5443	6,5594	6,7963	8,3678
6,0941	6,3934	6,4679	6,4805	6,7956	8,3643
6,0938	6,3451	6,3908	6,4430	6,7952	8,3608
6,0933	6,2762	6,3153	6,4330	6,7949	8,3572
6,0925	6,2050	6,2443	6,4294	6,7947	8,3536
6,0903	6,1359	6,1788	6,4275	6,7946	8,3500
6,0683	6,0826	6,1242	6,4265	6,7944	8,3464
6,0053	6,0446	6,1028	6,4257	6,7944	8,3427
5,9449	5,9940	6,0990	6,4252	6,7943	8,3390
5,8875	5,9454	6,0977	6,4248	6,7942	8,3353
5,8331	5,9009	6,0971	6,4245	6,7941	8,3316
5,7817	5,8607	6,0967	6,4243	6,7941	8,3278
5,7334	5,8251	6,0965	6,4240	6,7940	8,3241

FREQUENZA 12	FREQUENZA 13	FREQUENZA 14	FREQUENZA 15	FREQUENZA 16	FREQUENZA 17
9,2010	9,3846	9,4515	9,6173	9,7181	9,9206
9,1539	9,1676	9,2484	9,6107	9,7174	9,9205
8,9566	8,9724	9,2174	9,6084	9,7171	9,9203
8,7891	8,8266	9,2137	9,6072	9,7170	9,9202
8,6821	8,7680	9,2124	9,6065	9,7169	9,9201
8,6342	8,7463	9,2117	9,6061	9,7168	9,9201
8,6128	8,7361	9,2113	9,6057	9,7168	9,9200
8,6015	8,7304	9,2110	9,6054	9,7168	9,9199
8,5947	8,7267	9,2108	9,6052	9,7167	9,9199
8,5902	8,7242	9,2107	9,6050	9,7167	9,9198
8,5870	8,7223	9,2106	9,6049	9,7167	9,9198
8,5846	8,7209	9,2105	9,6048	9,7167	9,9198
8,5827	8,7198	9,2104	9,6047	9,7167	9,9197
8,5812	8,7188	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5800	8,7181	9,2103	9,6045	9,7167	9,9197
8,5789	8,7174	9,2102	9,6044	9,7167	9,9196
8,5781	8,7168	9,2102	9,6043	9,7167	9,9196
8,5773	8,7163	9,2101	9,6042	9,7167	9,9196
8,5766	8,7159	9,2101	9,6042	9,7166	9,9196
8,5760	8,7155	9,2101	9,6041	9,7166	9,9195
8,5755	8,7152	9,2100	9,6040	9,7166	9,9195
8,5751	8,7148	9,2100	9,6040	9,7166	9,9195
8,5746	8,7146	9,2100	9,6039	9,7166	9,9195
8,5742	8,7143	9,2100	9,6039	9,7166	9,9195
8,5739	8,7140	9,2099	9,6038	9,7166	9,9194
8,5736	8,7138	9,2099	9,6038	9,7166	9,9194
8,5732	8,7136	9,2099	9,6037	9,7166	9,9194
8,5730	8,7134	9,2099	9,6037	9,7166	9,9194
8,5727	8,7132	9,2099	9,6036	9,7166	9,9194
8,5724	8,7130	9,2099	9,6036	9,7166	9,9194
8,5722	8,7129	9,2098	9,6035	9,7166	9,9193

FREQUENZA 18	FREQUENZA 19	FREQUENZA 20	FREQUENZA 21	FREQUENZA 22	FREQUENZA 23
9,9791	10,1732	10,4860	10,7843	10,8279	10,8517
9,9669	10,1627	10,4792	10,7834	10,7921	10,8289
9,9598	10,1568	10,4747	10,7659	10,7849	10,8143
9,9553	10,1531	10,4716	10,7486	10,7846	10,8043
9,9522	10,1505	10,4693	10,7356	10,7844	10,7970
9,9500	10,1487	10,4675	10,7256	10,7841	10,7916
9,9483	10,1472	10,4661	10,7175	10,7835	10,7878
9,9469	10,1461	10,4649	10,7110	10,7816	10,7859
9,9458	10,1452	10,4639	10,7054	10,7791	10,7853
9,9449	10,1444	10,4630	10,7008	10,7767	10,7851
9,9441	10,1437	10,4623	10,6967	10,7746	10,7850
9,9435	10,1432	10,4616	10,6932	10,7727	10,7850
9,9429	10,1427	10,4610	10,6901	10,7710	10,7849
9,9424	10,1422	10,4605	10,6873	10,7694	10,7849
9,9419	10,1419	10,4600	10,6848	10,7680	10,7849
9,9415	10,1415	10,4596	10,6825	10,7667	10,7848
9,9412	10,1412	10,4592	10,6804	10,7656	10,7848
9,9408	10,1409	10,4588	10,6784	10,7645	10,7848
9,9405	10,1406	10,4584	10,6766	10,7634	10,7848
9,9402	10,1404	10,4581	10,6750	10,7625	10,7848
9,9400	10,1401	10,4578	10,6734	10,7616	10,7848
9,9397	10,1399	10,4574	10,6719	10,7607	10,7848
9,9395	10,1397	10,4572	10,6705	10,7599	10,7848
9,9393	10,1395	10,4569	10,6692	10,7591	10,7848
9,9391	10,1393	10,4566	10,6680	10,7583	10,7848
9,9389	10,1392	10,4563	10,6668	10,7576	10,7848
9,9387	10,1390	10,4561	10,6656	10,7569	10,7848
9,9385	10,1388	10,4558	10,6645	10,7562	10,7848
9,9384	10,1387	10,4556	10,6635	10,7556	10,7848
9,9382	10,1385	10,4554	10,6624	10,7550	10,7847
9,9381	10,1384	10,4551	10,6614	10,7543	10,7847

FREQUENZA 24	FREQUENZA 25
11,3850	12,0106
11,3804	12,0103
11,3774	12,0101
11,3752	12,0099
11,3735	12,0098
11,3722	12,0097
11,3712	12,0096
11,3703	12,0095
11,3696	12,0095
11,3689	12,0094
11,3684	12,0094
11,3679	12,0093
11,3674	12,0093
11,3671	12,0092
11,3667	12,0092
11,3664	12,0092
11,3661	12,0091
11,3658	12,0091
11,3655	12,0091
11,3653	12,0091
11,3650	12,0090
11,3648	12,0090
11,3646	12,0090
11,3644	12,0090
11,3642	12,0090
11,3640	12,0089
11,3638	12,0089
11,3636	12,0089
11,3635	12,0089
11,3633	12,0089
11,3631	12,0088

