

REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI FOGGIA

Comuni di :

Anzano di Puglia



Monteleone di Puglia



Sant'Agata di Puglia



PROPONENTE

**IVPC**

IVPC S.r.l.

Sede legale : 80121 Napoli (NA) - Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11  
Sede Operativa : 83100 Avellino - Via Circumvallazione 108  
Indirizzo email [ivpc@pec.ivpc.com](mailto:ivpc@pec.ivpc.com)Vico Santa Maria a Cappella Vecchia, 11  
80121 Napoli

P.IVA: 01895480646

*Infes*

OPERA

**PROGETTO PER IL RIFACIMENTO E POTENZIAMENTO  
DI UN PARCO EOLICO ESISTENTE NEI COMUNI DI ANZANO DI PUGLIA,  
MONTELEONE DI PUGLIA E SANT'AGATA DI PUGLIA**

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

**RELAZIONE PRELIMINARE PLINTO DI FONDAZIONE**

DATA :

Settembre 2022

N°/CODICE ELABORATO :

**R\_08**

SCALA :

Tipologia :

R (Relazioni)

Formato : A4

Lingua :

ITALIANO

I TECNICI

Progettazione generale  
e progettazione elettrica  
Coordinamento progetto**STUDIO INGEGNERIA ELETTRICA**

MEZZINA dott. ing. Antonio

Via Tiberio Solis n.128 | 71016 San Severo (FG)

Tel. 0882.228072 | Fax 0882.243651

e-mail: [info@studiomezzina.net](mailto:info@studiomezzina.net) | web: [www.studiomezzina.net](http://www.studiomezzina.net)Consulenza  
archeologica**NOSTOI s.r.l.****Dott.ssa Maria Grazia Liseno**

Tel. 0972.081259 | Fax 0972.83694

E-Mail: [mgliseno@nostoisrl.it](mailto:mgliseno@nostoisrl.it)Consulenza idraulica, geologica  
e geotecnica**Dott. Nazario Di Lella**

Tel./Fax 0882.991704 | cell. 328 3250902

E-Mail: [geol.dilella@gmail.com](mailto:geol.dilella@gmail.com)Consulenza  
strutturale**Ing. Tommaso Monaco**

Tel. 0885.429850 | Fax 0885.090485

E-Mail: [ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it](mailto:ing.tommaso@studiotecnicomonaco.it)Consulenza  
topografica**Geom. Matteo Occhiochiuso**

Tel. 328 5615292

E-Mail: [matteo.occhiochiuso@virgilio.it](mailto:matteo.occhiochiuso@virgilio.it)Consulenza  
acustica**STUDIO FALCONE**  
Ingegneria**Ing. Antonio Falcone**

Tel. 0884.534378 | Fax. 0884.534378

E-Mail: [antonio.falcone@studiofalcone.eu](mailto:antonio.falcone@studiofalcone.eu)Consulenza Analisi paesaggistica  
e studio di impatto ambientale**Dott. Agr. Pasquale Fausto Milano**

Tel. 3478880757

E-Mail: [milpaf@gmail.com](mailto:milpaf@gmail.com)

00

Settembre 2022

Emissione progetto definitivo

Ing. Monaco

IVPC s.r.l.

N° REVISIONE

DATA

OGGETTO DELLA REVISIONE

ELABORAZIONE

APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata.

## PREMESSA

Per incarico ricevuto dal sig. Oreste Vigorito nato ad Ercolano (NA) il 02/10/1946. C.F.: VGRRST46R02H243T, in qualità di legale rappresentante della società IVPC s.r.l. con sede legale in in Napoli 81121, Vico Santa Maria a Cappella Vecchia – 11, il sottoscritto ing. Tommaso Monaco, con studio tecnico in Cerignola - Viale di Levante 139/D, regolarmente iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Foggia al n. 2906, ha provveduto ad effettuare tutto ciò che prescrive la buona regola d'arte per la redazione della presente relazione tecnica finalizzata al dimensionamento delle strutture di fondazione degli aerogeneratori in oggetto;

L'intervento in oggetto consiste nella realizzazione di un parco eolico composto da 28 aerogeneratori della potenza di 4.2 MW cadauno per una potenza complessiva di 117.6 MW sito all'interno dei territori ricadenti nei Comuni di Anzano di Puglia, Monteleone di Puglia e Sant'Agata di Puglia

Le opere strutturali civili in oggetto sono costituite da strutture prefabbricate come le torri eoliche realizzate in acciaio, mentre le opere come i locali ed il basamento delle cabine elettriche, le fondazioni delle torri eoliche e le opere secondarie come i muri di recinzione della sottostazione i tombini per gli eventuali attraversamenti verranno realizzate in c.a. gettato in opera.

Le opere civili strutturali oggetto del presente studio sono costituite da strutture fondali a servizio dei diversi aerogeneratori, dette opere fondali saranno del tipo "profonde".

L'opera fondale sarà costituita da un plinto di fondazione a pianta circolare e forma troncoconica, dal quale si erigerà un piedistallo a forma circolare sul quale troverà alloggio la torre di elevazione in acciaio. Al di sotto del plinto di fondazione verranno realizzati 18 pali di fondazione, aventi diametro pari a 100 cm e aventi lunghezza pari a 30 m.

Le caratteristiche strutturali delle torri eoliche sono fornite dal fornitore dell'aerogeneratore, nello specifico prodotto dalla VESTAS, pertanto è possibile conoscere il tipo di acciaio le dimensioni strutturali, nonché le sollecitazioni derivanti dalle analisi condotte sulla torre eolica, che vengono trasmesse al sistema fondale, e di conseguenza poter affrontare il dimensionamento delle stesse.

## NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione del progetto, nel calcolo strutturale, nella modalità di posa in opera si è tenuto conto della normativa di seguito riportata:

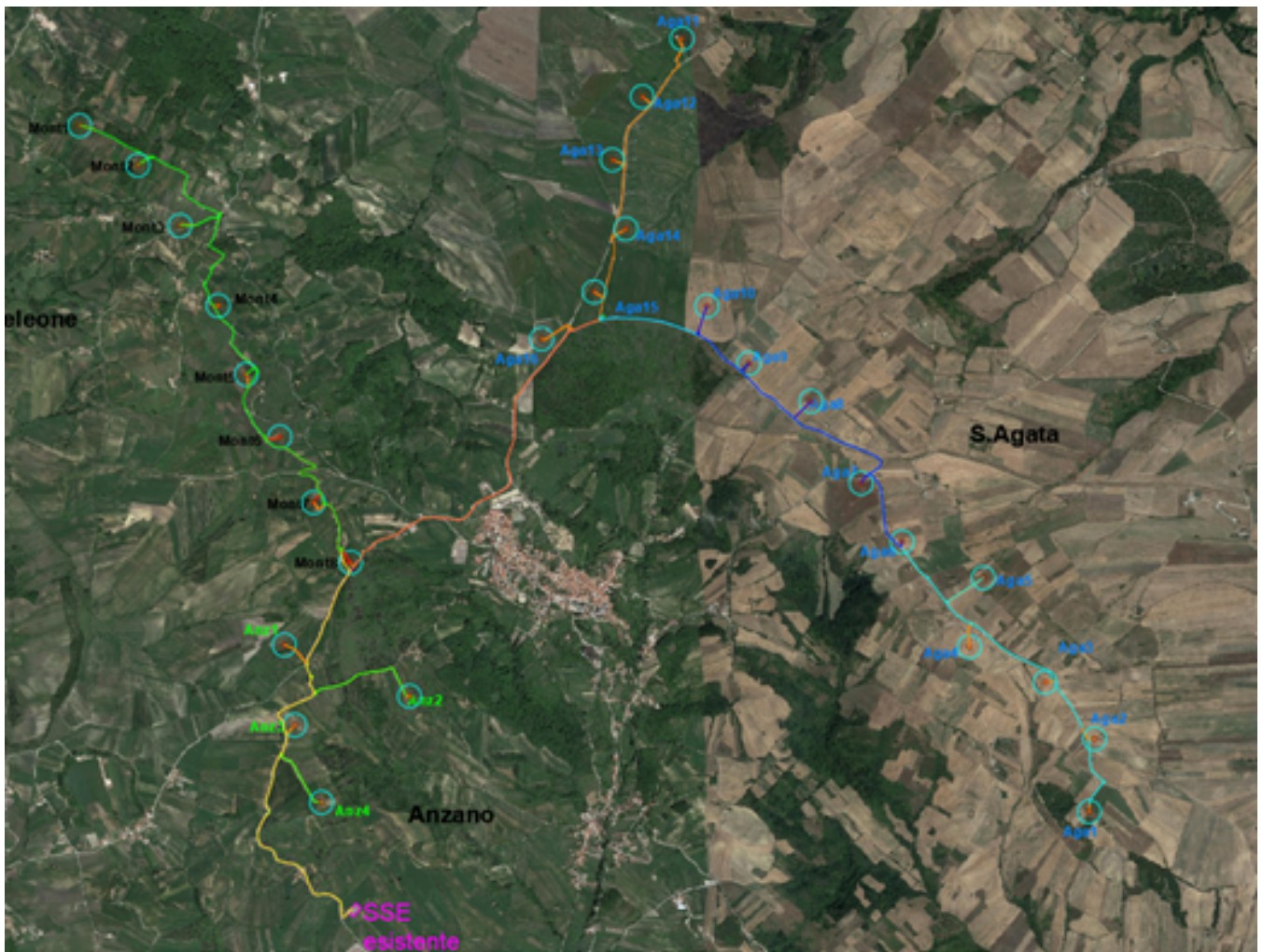
### *NORMATIVA NAZIONALE*

- **Legge 05/11/1971 n.1086:** Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica;
- **Decreto Ministeriale 11/03/1988:** Ministero dei lavori pubblici - Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;

- **Decreto Ministeriale 11/03/1988:** Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- **Circolare Ministero LL.PP. 24/09/1988 n.30483:** Legge 02/07/1974 – D.M. 11/03/1988 – Istruzioni per l'applicazione;
- **Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-2018**
- **CIRCOLARE 21 gennaio 2019 , n. 7 C.S.LL.PP.:** Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

#### ***NORMATIVA INTERNAZIONALE***

- **IEC 61400-1, 2005 -** Wind turbine generator system;



Inquadramento intervento

## DESCRIZIONE GENERALE DELLE OPERE DI FONDAZIONE DELL'AEREOGENERATORE

La fondazione di supporto degli aerogeneratori è del tipo mista, ossia formata da un plinto di fondazione, poggiante su pali trivellati.

La parte inferiore verrà posata su strato di cls magro avente uno spessore minimo di 20 cm.

Il plinto di fondazione è costituito da una zattera inferiore e da un piedistallo superiore, sul quale verrà alloggiata la torre di supporto degli aereogeneratori.

La zattera inferiore possiede una pianta circolare così come il piedistallo di alloggiamento superiore.

La zattera inferiore è composta a sua volta da una porzione di base a forma cilindrica, con diametro pari a 19 m ed altezza pari a 0,60 m, e da una porzione tronco conica con diametro inferiore pari a 19,00 m e diametro superiore pari a 5,90 m, tale porzione possiede un'altezza pari a 1,60 m.

Il piedistallo in elevazione, a pianta circolare possiede un diametro pari a 5,90 m ed altezza complessiva di 0,95 m, di cui 0,30 m posti al di fuori del piano finito del piazzale circostante.

Saranno realizzati 18 pali del tipo trivellati aventi lunghezza, calcolata dall'intradosso del plinto di fondazione, pari a 30 m in corrispondenza di tutti i WTG e con diametro pari a 1,0 m. Il baricentro di detti pali sarà posto su una circonferenza con diametro pari a 17,00 m, quindi con baricentro posto a 1 m dal bordo esterno della zattera di fondazione.

Di seguito è riportato uno specchio riepilogativo sulla dimensione dei 18 pali di fondazione.

<b>TABELLA RIEPILOGATIVA DIMENSIONI PALI</b>		
<b>ID</b>	<b>D Pali [m]</b>	<b>L Pali [m]</b>
PGI 04	1	30

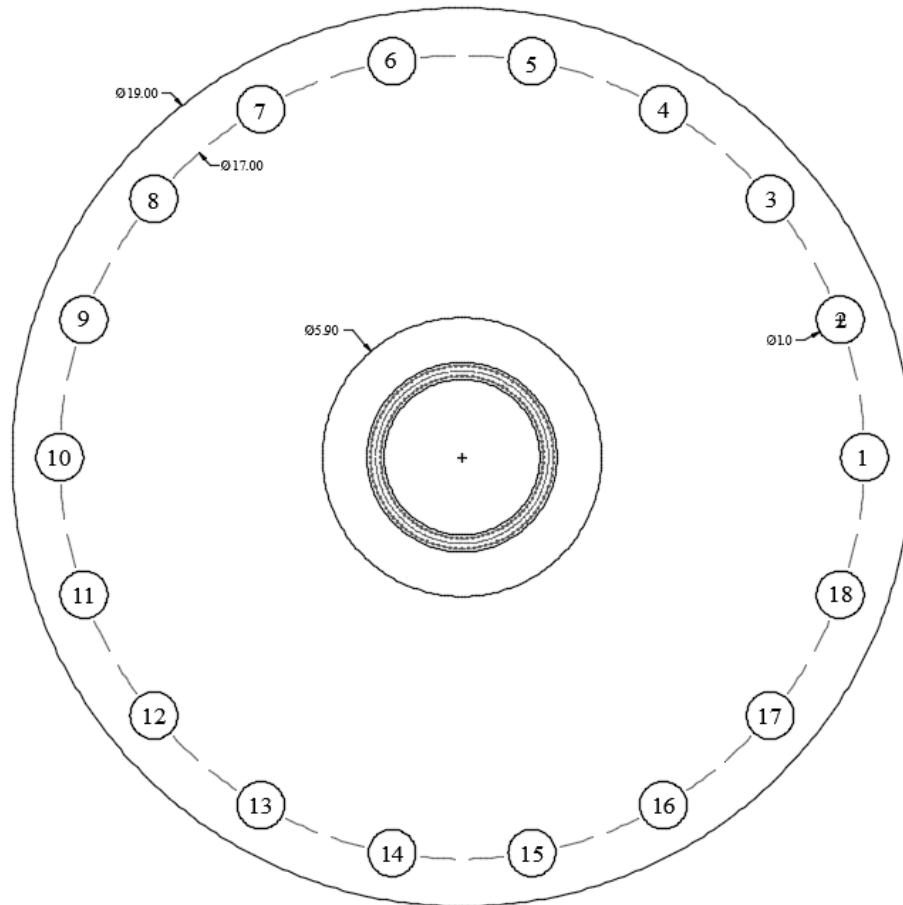
Il calcestruzzo utilizzato in opera sarà di diversa fattura a seconda dei casi di utilizzo dello stesso, infatti verrà utilizzato cls ordinario di classe C25/30 per la realizzazione dei pali di fondazione a servizio dell'aerogeneratore, mentre per il plinto di fondazione circolare, su cui sarà innestata la torre eolica, verrà utilizzato un cls di classe C30/37 per quanto concerne la zattera di fondazione ed un CLS classe C45/55 per il collare circolare di alloggiamento. L'acciaio per l'armatura è previsto del tipo B450C controllato in stabilimento.

Inoltre la piastra di base della torre eolica verrà posizionata tramite una cassaforma a perdere in gomma, su una base di grout con classe di resistenza pari a C90/105.

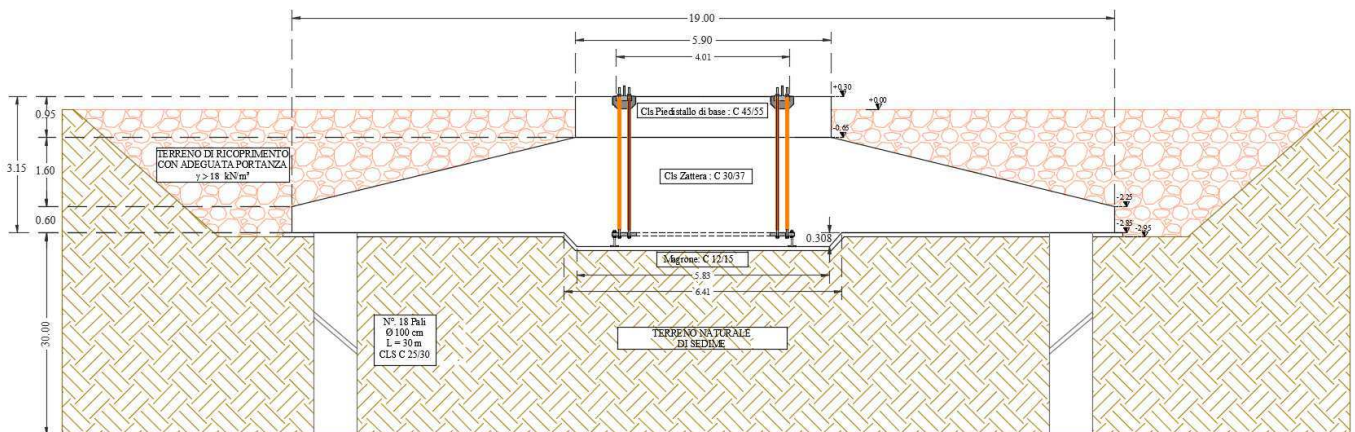
All'interno del getto del plinto di fondazione di base verrà posizionato l'anchor cage, ossia la gabbia di tirafondi in acciaio per il successivo fissaggio della torre eolica.

L'area del plinto di fondazione al di là del piedistallo di alloggiamento sarà coperta da materiale di recupero con massa volumica a secco di 18 kN/m<sup>2</sup>.

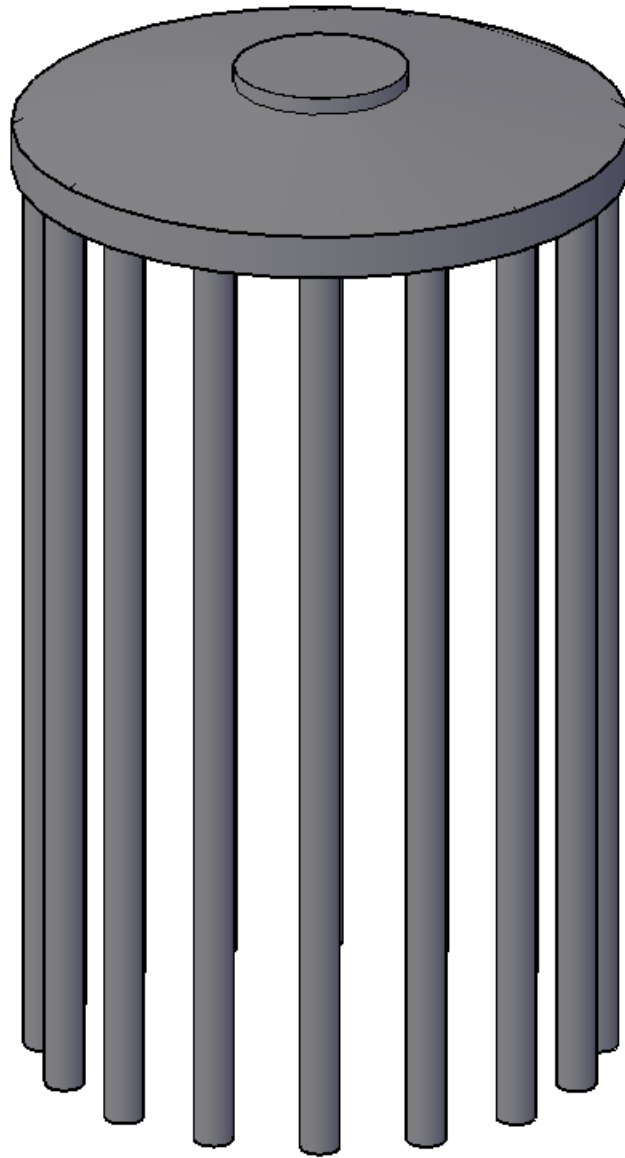




Pianta architettonica



Sezione architettonica



Render 3-D

## DIMENSIONI TECNICHE DELL'AEREOGENERATORE

L'aerogeneratore scelto è del tipo VESTAS V136 - 4,2MW HH 84 m ha le seguenti caratteristiche:

<b>DIAMETRO ROTORE</b>
136,00 m
<b>ALTEZZA AL MOZZO</b>
84 m
<b>POTENZA</b>
4,20 MW

## CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Autori:	dott. ing. Dario PICA prof. ing. Paolo BISEGNA dott. ing. Donato Sista
Produzione e distribuzione	<b>SOFT.LAB srl</b> <b>via Borgo II - 82030 PONTE (BN)</b> tel. ++39 (824) 874392 fax ++39 (824) 874431 internet: <a href="http://www.soft.lab.it">http://www.soft.lab.it</a> e.mail: <a href="mailto:info@soft.lab.it">info@soft.lab.it</a>
Sigla:	<b>IperSpaceMax BIM 2.0</b>
Licenza n.	<b>Concesso in licenza a ING. MONACO TOMMASO codice utente C0076327</b>

Il modello di calcolo assunto è di tipo spaziale e l'analisi condotta è una Analisi Elastica Lineare, esso è fondamentalmente definito dalla posizione dei nodi collegati da elementi di tipo Beam o elementi di tipo shell a comportamento sia flessionale che membranale, l'elemento finito shell utilizzato è anche in grado di esprimere una rigidezza rotazionale in direzione ortogonale al piano della shell.

L'analisi sismica utilizzata è l'analisi lineare statica con forze sismiche equivalenti. Il modello è stato analizzato sia per le combinazioni dei carichi verticali sia per le combinazioni di carico verticale e sisma. Un particolare chiarimento richiede la definizione delle masse nell'analisi sismica. Pur avendo considerato il modello con impalcati rigidi non si rende necessario calcolare il modello con la metodologia del MASTER-SLAVE, in quanto gli impalcati rigidi sono stati modellati con elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza dei campi di solaio. Per ottenere tale modellazione il programma inserisce in automatico elementi di tipo shell a comportamento membranale in corrispondenza del campo di solaio intercluso tra una maglia di travi, la loro rigidezza membranale è sufficientemente alta da rendere il campo di solaio rigido nel proprio piano, ma tale da non mal condizionare la matrice di rigidezza della struttura. Qualora una maglia di travi non è collegata da solaio lo shell non viene inserito rendendo tale campo libero di deformarsi con il solo vincolo dato dalle travi della maglia. La loro rigidezza flessionale è trascurabile rispetto a quella degli elementi che contornano il campo, per cui lo shell impone un vincolo orizzontale solo nel piano dell'impalcato tra i nodi collegati, quindi non è necessario definire preventivamente definire il centro di massa e momento d'inerzia delle masse, questo perché le masse sono trasferite direttamente nei nodi del modello (modello Lumped Mass) dal codice di calcolo, il metodo per calcolare le masse nei nodi può essere quello per aree di influenza, ma questa richiederebbe l'intervento diretto dell'operatore; il codice di calcolo utilizza una metodologia leggermente più raffinata per tener conto del fatto che su un elemento il carico portato non è uniforme, quindi il codice di calcolo considera i carichi presenti sull'asta che sono stati indicati come quelli che contribuiscono alla formazione della massa (tipicamente  $G + \psi_2 * Q$ ) e calcola le reazioni di incastro perfetto verticali, tali reazioni divise per l'accelerazione di gravità  $g$  danno il contributo dell'elemento alla massa del nodo, sommando i contributi di tutti gli elementi che convergono nel nodo si ottiene la massa complessiva nel nodo; per gli elementi shell invece si utilizza il metodo delle aree di influenza ossia in ognuno dei 3 oppure 4 nodi che definiscono lo shell si assegna  $1/3$  oppure  $1/4$  del peso della shell e  $1/3$  oppure  $1/4$  dell'eventuale carico variabile ridotto, sommando su tutti gli shell che convergono nel nodo si ottiene la massa da assegnare al nodo.

## VALIDAZIONE DEL CALCOLO-INFORMAZIONI SULL'ELABORAZIONE

Come previsto al punto 10.2 delle norme tecniche di cui al D.M. 14.01.2018 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso.

Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio.

I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi.

In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato
- Controlli a priori sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate.
- Filtri sulla precisione numerica ottenuta, controlli su eventuali mal condizionamenti delle matrici, verifica dell'indice di condizionamento.
- Controlli sulle verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata.
- Controlli e verifiche sugli esecutivi prodotti.

## INFORMAZIONI ELABORAZIONE

Il calcolo automatico è stato eseguito su un elaboratore con le seguenti caratteristiche:

- Tipo: Intel Pentium
- Capacità di memoria: 3947 MB
- Unità di memoria di massa: Disco C 347.19 GB
- Sistema operativo e sua versione: Microsoft Windows NT 6.1 (Build: 7601)

Cerignola 02/09/2022

Il Progettista  
dott. Ing. Tommaso Monaco

