



MINISTERO DELLA DIFESA

UFFICIO AUTONOMO LAVORI

G.M. PER M.D.

LAVORI DI RIPRISTINO E MESSA A NORMA DELLA STAZIONE DI EMERGENZA, GRUPPI ELETTROGENI E LINEA PREFERENZIALE PRESSO PALAZZO ESERCITO - ROMA



FASE: PROGETTAZIONE ESECUTIVA

SERIE: DESCRITTIVA

DESCRIZIONE:
RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA
PER LE OPERE STRUTTURALI

COD. PROGETTO:

P	RM	18	028	D
---	----	----	-----	---

NOME FILE	IDENTIFICATIVO TAVOLA	SCALA	PLOT	
18028_RL_503.dwg	RL 503	-	1=1	



MOSCIANO S. ANGELO (TE) - viale Europa, 64023
tel. (+39) 085/9040400 - fax. (+39) 085/9040345
ROMA - via Cassia 1170/1172 - 00189
tel. (+39) 06/30363422 - fax. (+39) 06/30312375
Certificazioni: ISO 9001:2015 - ISO 14001:2015 - OHSAS 18001:2007

COLLABORATORI PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA
Arch. Ercole Volpi
Arch. Nicola Ciarelli
Geom. Domenico Cimini Gianforte
Geom. Stefano De Flaviis

COLLABORATORI PROGETTAZIONE STRUTTURE
Ing. Massimo Referza
Ing. Davide Fioretti

COLLABORATORI PROGETTAZIONE IMPIANTI
Ing. Domenico Rapagnani
Ing. Paolo Coccia
P.Ind. Pierluigi Faragalli

COLLABORATORI CONTABILITA' E MISURE
Geom. Valerio Pichelli
Geom. Amedeo Maria Bizzarri

RESPONSABILI DELLA PROGETTAZIONE
Ing. Raffaele Di Gialluca (Coordinatore)
Ing. Pasquale Di Egidio (Direttore Tecnico)

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Col.g.(p.) Maurizio TICCONI

revisione	data	riferimento revisione	eseguito	controllato	approvato
0	Settembre 2018	EMISSIONE	<i>DF</i>	<i>RDC</i>	<i>PDE</i>

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE GENERALE	3
3. SCHEMI GENERALI DI COMPORTAMENTO STRUTTURALE	4
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI	7
6. SOFTWARE DI CALCOLO	10
7. AZIONE SISMICA DI PROGETTO	20

1. PREMESSA

Al fine di realizzare una nuova centrale di produzione d'energia elettrica d'emergenza sicuramente affidabile e dimensionata per le attuali esigenze dell'utenza, è stata prevista la fornitura e posa in opera di n. 4 motogeneratori in grado di fornire in emergenza 1.100 KVA cad. Ciò comporta il rifacimento dell'impiantistica di servizio e dell'adeguamento delle infrastrutture che contengono i gruppi elettrogeni per rendere la centrale rispondente alle vigenti norme.

2. DESCRIZIONE GENERALE

Le opere di carattere strutturale riguardano il rifacimento della base del locale gruppi elettrogeni, mediante una soletta in C.A. di spessore 40cm distribuita su tutto il locale, e mediante la messa in opera di plinti in C.A. dello spessore di 60cm a sostegno dei gruppi elettrogeni. Queste opere sono separate dalla struttura esistente da pannelli antivibranti in neoprene.

Sarà messa in opera una soletta a sostegno del serbatoio interrato dello spessore di 25cm.

Inoltre, sul piano di copertura dei locali, costituito da solai di tipo Predalles di luce max di circa 4.7m, è previsto il posizionamento di putrelle HEA140 con la funzione di distribuzione dei carichi derivanti dai nuovi ventilatori da installare.

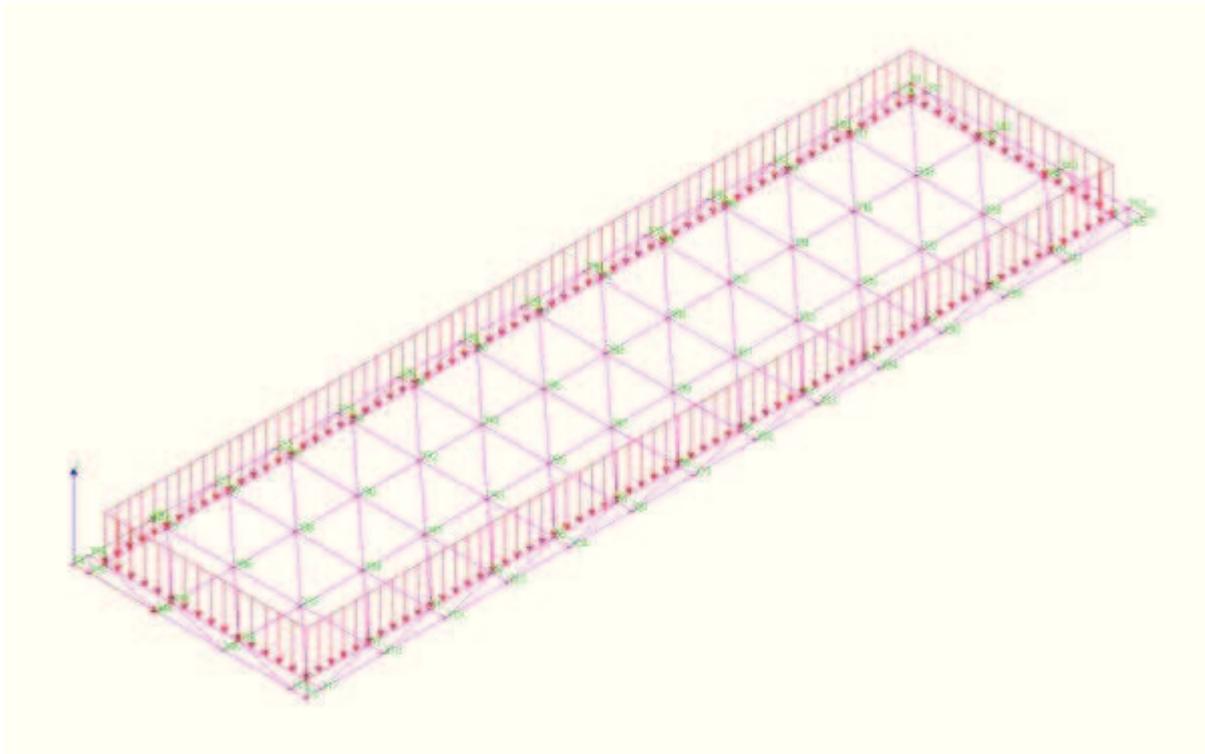
Il basamento distribuisce il carico di ciascun radiatore su un'area di circa 15,2m², ottenendo un carico di circa 75 kg/m², del tutto sostenibile dal solaio predalles esistente, dimensionato per il carico degli attuali impianti di raffreddamento che verranno sostituiti.

Inoltre si prevede l'utilizzo di una rete in fibra di basalto antiribaltamento per il nuovo tamponamento.

3. SCHEMI GENERALI DI COMPORTAMENTO STRUTTURALE

Dal punto di vista della impostazione strutturale, i plinti e la solette sono stati calcolati come elementi shell bidimensionali. I carichi utilizzati per il dimensionamento dei plinti sono stati desunti direttamente dalle schede tecniche dei gruppi elettrogeni (7500kg).

I gruppi elettrogeni poggiano su elementi in acciaio UPN, formando un rettangolo 5.2x1.3m, per cui sul modello è stato applicato un carico lineare di 577kg/m in modo da simulare al meglio il carico derivante dal gruppo elettrogeno.



Distribuzione del carico sui plinti

Maggiori e più puntuali dati circa ipotesi e schemi di calcolo nonché carichi e sovraccarichi previsti nel progetto strutturale sono riportati nella relazione di calcolo.

Si sono comunque adottati schemi di calcolo e di valori di tensione nei materiali discretamente prudenziali e tali da garantire un minimo di risorsa alle strutture.

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive: **LEGGI, DECRETI E CIRCOLARI**

- D.M. 09/03/2007 – “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo Nazionale dei vigili del fuoco”
- L. 05/11/1971, n° 1086 – “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- L. 02/02/1974, n° 64 – “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”.
- Ordinanza del P.C.M. n° 3274 del 20/03/03 – “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- D.M. 16/02/2007 – “Classificazione e resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”.
- D.M. 17/01/2018 – “Norme tecniche per le costruzioni”.
- “Circolare 02/02/2009 n° 617”

Norme nazionali

- Istruzioni C.N.R. 10011/97 – “Costruzioni in acciaio- Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione il collaudo e la manutenzione”.
- Istruzioni C.N.R. 10025/98 – “Istruzioni per il progetto, l’esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo”.
- UNI EN 1194: 31/10/2000 – “ Strutture di legno - Legno lamellare incollato – Classi di resistenza e determinazione dei valori caratteristici”.
- UNI 9502/2001 – “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi di conglomerato cementizio armato, normale, e precompresso”.
- UNI 11035-2: 01/02/2003 – “ Legno strutturale- Regole per la classificazione a vista secondo la resistenza e i valori caratteristici per i tipi di legname utilizzati”.
- UNI EN 338: 01/12/2004 – “ Legno strutturale – classi di resistenza “.
- UNI EN 11104:2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità. Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1”.
- UNI EN 1912: 01/05/2005 – “ Legno strutturale – Classi di resistenza- Assegnazione delle categorie visuali e delle specie “.
- UNI EN 206-1/2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione produzione e conformità”.

NORMATIVA EUROPEA ED INTERNAZIONALE

- UNI EN 1990 - Eurocodice – *“Criteri generali di progettazione strutturale”*.
- UNI EN 1992 - Eurocodice 2 – *“Progettazione delle strutture di calcestruzzo”*.
- UNI EN 1993 - Eurocodice 3 – *“Progettazione delle strutture di acciaio”*.
- UNI EN 1994 - Eurocodice 5 – *“Progettazione delle strutture in legno”*.
- UNI EN 1997 - Eurocodice 7 – *“Progettazione geotecnica”*.

5. CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI

Il progetto strutturale prevede l'uso dei materiali con le caratteristiche meccaniche minime riportate nei paragrafi seguenti.

ACCIAIO

Acciaio per armatura delle strutture in calcestruzzo

Barre ad aderenza migliorata in acciaio laminato a caldo tipo B450 C secondo UIN EN ISO 9001:2000, accertato secondo UNI EN ISO 15630-1:2004:

Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} \geq 540 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} \geq 450 \text{ MPa}$
Allungamento caratteristico	$\geq 7.5 \%$

Il calcolo del copriferro utilizzando la tabella 4.4 di EC2, per calcestruzzo classe di consistenza S4 e classe di esposizione XC2 è pari a $C_{min} = 25 + 10 = 35\text{mm}$

Il copriferro di progetto scelto è pari a 5cm.

Le superfici metalliche dovranno distare dalle facce esterne del conglomerato di almeno cm. 5; sulle tavole esecutive sono comunque esplicitamente riportate le dimensioni dei copriferri dei principali elementi strutturali. Le superfici delle barre saranno distanziate in ogni direzione di almeno 1,5 volte il diametro delle barre stesse e in ogni caso non meno di cm. 2.

Acciaio da carpenteria per laminati a caldo

- Acciaio tipo S275: Protezione – zincatura a caldo per immersione.
- Tensione caratteristica di rottura $f_t \geq 430 \text{ MPa}$ per spessori fino a 40 mm
- Tensione caratteristica di snervamento $f_y \geq 275 \text{ MPa}$ per spessori fino a 40 mm
- Modulo elastico $E = 206 \text{ GPa}$
- $f_u / f_y \geq 1.10$
- $\epsilon_u \geq 15 \%$
- $\epsilon_u \geq 15\epsilon_y$ (con $\epsilon_y = f_y / E$)

Bulloni

Bulloni ad alta resistenza con viti di classe 8.8 e dadi di classe 8 secondo UNI EN ISO 898:2001, UNI EN ISO 4016:2002 ed UNI 5592:1968

Tensione di snervamento $f_{yb} = 649 \text{ MPa}$

Tensione di rottura $f_{tb} = 800 \text{ MPa}$

Coppie di serraggio dei bulloni secondo CNR 10011/85.

CALCESTRUZZO

Calcestruzzo per plinti

Classificazione secondo norma UNI-EN 206-1 e UNI 11104:2004:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C 40/50
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Dimensione massima dell'inerte $D_{max} = 20 \text{ mm}$
- Classe di esposizione XC2
- Max rapporto A/C 0.6
- Minimo contenuto cemento 300Kg/m^3
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $R_{ck} \geq 50 \text{ MPa}$
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 40 \text{ MPa}$

Calcestruzzo per solette

Classificazione secondo norma UNI-EN 206-1 e UNI 11104:2004:

- Classe di resistenza del calcestruzzo C 28/35
- Classe di abbassamento al cono (slump) S4
- Dimensione massima dell'inerte $D_{max} = 20 \text{ mm}$
- Classe di esposizione XC2
- Max rapporto A/C 0.6
- Minimo contenuto cemento 300Kg/m^3
- Resistenza cubica caratteristica a 28 gg $R_{ck} \geq 35 \text{ MPa}$
- Resistenza cilindrica caratteristica a 28 gg $f_{ck} \geq 28 \text{ MPa}$

Norme per la confezione degli impasti

Per la confezione degli impasti presso la centrale di betonaggio o in cantiere, oltre al dosaggio di cemento necessario a garantire le resistenze richieste, si impiegheranno:

- a) sabbia: (in regime di circa 0,400 mc/mc.) naturale o di frantoio, pulita e priva di terre, di sostanze organiche, di limi, argille, gessi ed altre sostanze comunque dannose all'indurimento del conglomerato ed alla conservazione delle armature;
- b) ghiaia: (in ragione di circa 0,800 mc/mc) naturale o di frantoio, ben assortita granulometricamente e con dimensioni massime degli elementi (resistenti, non gelivi, non friabili) commisurate alle caratteristiche geometriche delle carpenterie dei getti ed all'ingombro delle armature. La ghiaia deve essere pulita, priva di terre, di sostanze organiche, di limi, di argille, di gessi e di altre sostanze comunque dannose all'indurimento del conglomerato ed alla conservazione delle armature;
- c) acqua: deve essere limpida, priva di sali in percentuali dannose e non aggressiva. Il quantitativo di acqua deve essere in ogni caso il minimo necessario a consentire una buona lavorabilità del conglomerato, tenendo conto anche dell'acqua contenuta negli inerti.

Con l'impiego di tali ingredienti si presumono, per i conglomerati delle diverse strutture, resistenze caratteristiche cubiche a 28 giorni di maturazione (da controllare in fase esecutiva in uno dei laboratori ufficiali con le modalità di cui all'allegato 2 al D.M. 1.4.1983) non inferiori a quelle indicate nella tabella delle diverse tavole di progetto.

Gli impasti saranno preparati e trasportati in modo da escludere pericoli di separazione degli ingredienti o di prematuro inizio della presa al momento del getto; il conglomerato verrà messo in opera a strati di spessore non maggiore di cm. 15 e sarà vibrato. Le superfici dei getti saranno mantenute umide per almeno 3 gg.

Disarmo

Saranno osservate le prescrizioni di cui al punto 6.1.5 del D.M. 27.7.1985.

6. SOFTWARE DI CALCOLO

Le elaborazioni mediante calcolatore sono state eseguite con l'ausilio dei seguenti programmi:

- WinStrand® ver. 2016/046 sviluppato da **En.Ex.Sys.** s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna). Questo software è utilizzato per l'analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare, il calcolo e la verifica di aste in acciaio e sezioni in calcestruzzo armato.

Il programma viene usato in forza di regolari licenze d'uso (Utente Promedia S.r.l. – Licenza n. 9642PRMDSN) e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie.

Si forniscono di seguito le ulteriori indicazioni richieste dal punto 10.2 del testo unico delle Norme Tecniche per le Costruzioni

- **En.Ex.Sys. WinStrand**®

- **Structural Analysis & Design**

Ditta produttrice:

En.Ex.Sys. s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Sigla:

WinStrand

Piattaforma software:

Microsoft Windows XP Home, Microsoft Windows XP Home Professional

Documentazione in uso:

Manuale teorico - Manuale d'uso

Campo di applicazione:

Analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

- **Elementi finiti implementati**

- Truss.
- Beam (Modellazione di Travi e Pilastri).
- Travi su suolo elastico alla Winckler.
- Plinti su suolo elastico alla Winckler.
- Elementi Shear Wall per la modellazione di pareti di taglio.

- Elementi shell (lastra/piastra) equivalenti.
- Elementi Isoparametrici a 8 Nodi Shell (lastra/piastra).

- Schemi di Carico

- Carichi nodali concentrati.
- Carichi applicati direttamente agli elementi.
- Carichi Superficiali.

- Tipo di Risoluzione

- Analisi statica e/o dinamica in campo lineare con il metodo dell'equilibrio.
- Fattorizzazione LDL^T.
- Analisi Statica:
 - modellazione generale 6 gradi di libertà per nodo.
 - ipotesi di solai infinitamente rigidi nel proprio piano (3 gradi di libertà per nodo + 3 per impalcato).
- Analisi dinamica. (Nel caso di analisi modale gli autovettori ed autovalori possono essere calcolati mediante *subspace iteration* oppure tramite il *metodo dei vettori di Ritz*):
 - Via statica equivalente.
 - Modale con il metodo dello spettro di risposta.

WinStrand è un software modulare indirizzato alla modellazione, analisi, verifica e disegno di sistemi strutturali 3D in acciaio e cemento armato, basato su proprio solutore indirizzato all'analisi di strutture civili a 1000 Nodi con la possibilità di essere esteso ad Infiniti Nodi.

Il **Codice non lineare** di *Enexsys* consente di analizzare una struttura in regime non lineare geometrico o materiale. La non linearità strutturale viene implementata sia modellando gli elementi in modo non lineare sia risolvendo in modo non lineare il sistema strutturale.

Il modulo di analisi non lineare comprende i seguenti elementi strutturali:

- elementi beam non lineari per geometria, per l'analisi di strutture a forte comportamento non lineare geometrico
- elementi beam per non linearità materiale a plasticità concentrata, per l'analisi di strutture per le quali sia ragionevole una modellazione che tralasci l'influenza dello sforzo assiale sul raggiungimento del momento ultimo nelle sezioni terminali monitorate (per es. travi in c.a)
- elementi beam per non linearità materiale a fibre, tipicamente impiegati nelle strutture in acciaio o in c.a. per l'analisi di pilastri o comunque di elementi per i quali non sia trascurabile l'influenza dello sforzo assiale sul comportamento a rottura delle sezioni trasversali degli elementi.

L'analisi complessiva della struttura che, dato il comportamento non lineare, procede per step di carico successivi, tiene comunque conto, anche per gli elementi elastici lineari connessi, della variazione della configurazione geometrica nel raggiungimento dell'equilibrio al termine di ogni passo di carico; viene sempre preso conseguentemente in considerazione l'effetto P- Δ strutturale globale.

Il **Codice non lineare** può impiegare diversi legami costitutivi per i materiali tra cui quelli che prevedono rami di carico e di scarico che possono essere impiegati per modellare elementi soggetti a carichi ciclici oppure quelli adatti a carichi monotoni.

Oltre alle classiche analisi statiche, è inoltre possibile svolgere delle analisi di tipo Push Over con output congruente con la normativa (OPCM 3274, NTC-DM205, NTC-DM2008) adottata nel progetto. Il codice di calcolo viene usato in forza di regolari licenze d'uso ed è testato periodicamente mediante procedure di controllo codificate, tali da verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti ed individuare eventuali vizi ed anomalie.

Il programma è prodotto dalla **En.Ex.Sys.** s.r.l., operante sul territorio nazionale e specificamente indirizzata alla produzione di software per l'ingegneria civile. La casa produttrice cura direttamente il servizio di assistenza tecnica e rende disponibili manuali operativi e documentazioni tecniche complete relativi a casi di prova, liberamente consultabili, che consentono un controllo ed un riscontro sull'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo. Lo scrivente ha avuto modo di valutare, in base ad uno studio della documentazione fornita ed all'esame dei risultati ottenuti su strutture test significative, la robustezza ed affidabilità del codice utilizzato, di cui fa proprie le ipotesi di base e le modalità operative, che ritiene adeguate al contesto di utilizzo.

Lo scrivente fa inoltre propri i risultati forniti dal codice ed inseriti nella presente relazione di calcolo, che ha avuto modo di controllare sia attraverso le restituzioni sintetiche tabellari e grafiche ed i filtri di autodiagnostica offerti dal codice, sia mediante riscontri di massima eseguiti a campione sui risultati delle analisi.

Ulteriori informazioni sulla Società produttrice possono ricavarsi dal sito ufficiale <http://www.enexsys.com>.

AFFIDABILITÀ DEL CODICE DI CALCOLO WINSTRAND

Ditta produttrice: **En.Ex.Sys.** s.r.l. - Via Tizzano 46/2 - Casalecchio di Reno (Bologna)

Campo di applicazione: analisi statica e dinamica di strutture in campo elastico lineare.

Il cap. 10 del Decreto del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 14 Gennaio 2008 fornisce le istruzioni relative alla **Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo**, cui il progettista delle strutture deve attenersi nella redazione degli elaborati progettuali.

Il punto 10.2 **Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo** specifica:

- *Qualora l'analisi strutturale e le relative verifiche siano condotte con l'ausilio di codici di calcolo automatico, il progettista dovrà controllare l'affidabilità dei codici utilizzati e verificare l'attendibilità dei risultati ottenuti, curando nel contempo che la presentazione dei risultati stessi sia tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità.*

Nella fase di stesura della relazione di calcolo, utilizzando i tabulati provenienti da codici di calcolo, è demandato al progettista il compito di analisi preliminare della documentazione:

- *Il progettista dovrà esaminare preliminarmente la documentazione a corredo del software per valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, che sarà fornita dal produttore o dal distributore del software, dovrà contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, per i quali dovranno essere forniti i file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.*

Il presente documento costituisce assieme alle stampe degli esempi documento di validazione dei software prodotti dalla *En.Ex.sys srl*.

Benchmark

Il controllo della affidabilità delle analisi numeriche è stato condotto su una serie di esempi di letteratura la cui soluzione sia esprimibile in forma chiusa, allo scopo di verificare l'affidabilità del software.

Test - Telaio piano

Documento relativo a:

Fonte: Timoshenko, **Strength of Material**, Part I, Elementary Theory and Problems, pag. 188

Tipi di analisi: statica lineare

Descrizione schema statico: Portale incastrato alla base dei ritri e caricato nella mezzeria del traverso con un carico concentrato P. Lo schema è staticamente indeterminato.

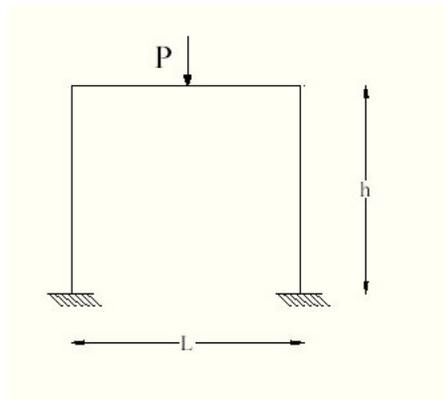


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare le reazioni verticali alla base dei ritri. Si trascura il peso delle aste.

Dati:

$$E = 2068428 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$L = 3.04 \text{ [m]}$$

$$h = 2.54 \text{ [m]}$$

$$A.\text{rit} = 25.80 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$A.\text{trav} = 51.61 \text{ [cm}^2\text{]}$$

$$P = 0.45 \text{ [t]}$$

Modello: I due nodi alla base del portale vengono vincolati in modo da lasciare libera solo la rotazione Z. I nodi rimanenti sono completamente liberi. Il carico P viene applicato al nodo inserito in mezzeria del traverso.

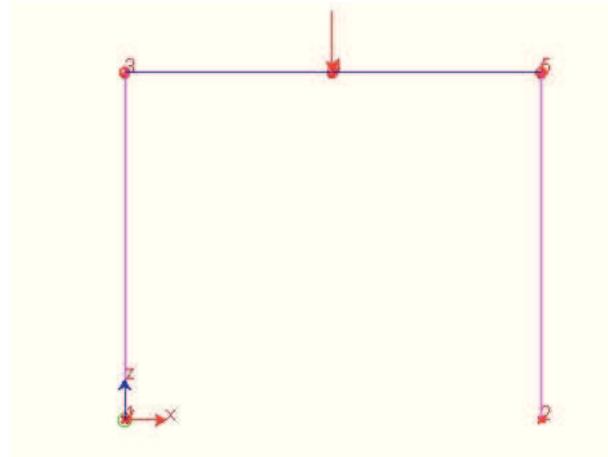


Fig. 2 Modello

Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
R1 = R2 [t]	0.225	0.225	1.000

Test - Flessione in una piastra circolare

Fonte: Cremonesi - **Manuale Ingegneria Civile**, ESAC, SEZ. II, pag. 114

Tipi di analisi: statica lineare

Descrizione schema statico: Piastra circolare sottile di raggio **a** e spessore **t** soggetta a diverse condizioni di vincolo sul contorno e di carico.

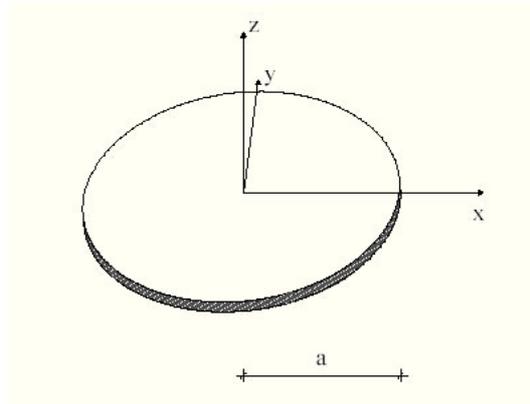


Fig. 1 Schema statico

Obiettivo: determinare l'abbassamento **w** del centro della piastra, trascurando il peso della piastra, nei seguenti casi:

- carico uniformemente distribuito q_0 su tutta la piastra e contorno incastrato;
- carico concentrato P applicato nel centro della piastra e contorno incastrato;
- carico uniformemente distribuito q_0 su tutta la piastra e contorno appoggiato.

Dati:

$$E = 2100000 \text{ [Kg/cm}^2\text{]}$$

$$\nu = 0.3$$

$$a = 1.50 \text{ [m]}$$

$$t = 3 \text{ [cm]}$$

$$q_0 = 10 \text{ [t/m}^2\text{]}$$

$$P = 2 \text{ [t]}$$

Modello: La piastra viene modellata nei tre casi sempre nello stesso modo e cioè con una mesh di elementi piani a 4 nodi. Nella direzione radiale sono presenti 8 intervalli mentre lungo il perimetro sono presenti 20 intervalli per un totale di 150 elementi finiti.

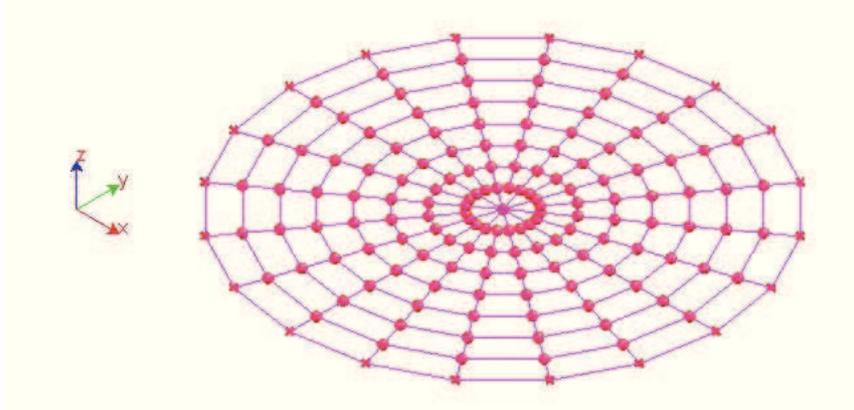


Fig. 2 Modello

Caso A - carico uniformemente distribuito q_0 su tutta la piastra e contorno incastrato

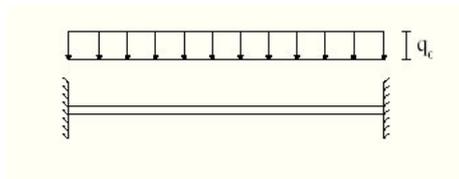


Fig. 3 Schema del caso A

Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
w [mm]	15.20	15.25	1.003

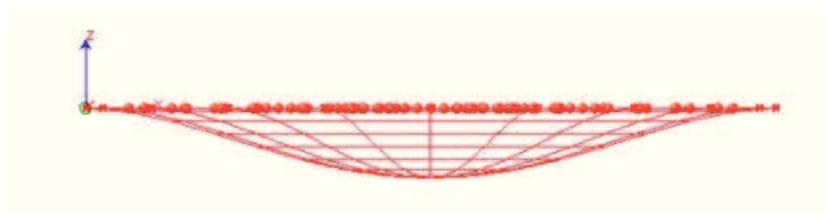


Fig. 4 Deformata del caso A

Caso B - carico concentrato P applicato nel centro della piastra e contorno incastrato

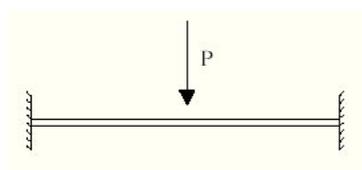


Fig. 5 Schema del caso B

Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
w [mm]	1.725	1.722	0.998

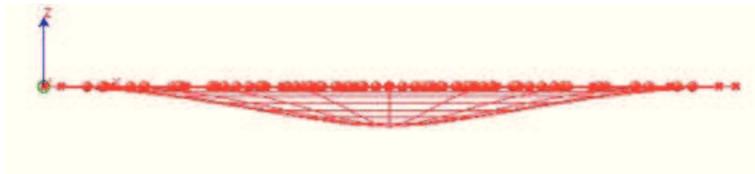


Fig. 6 Deformata del caso B

Caso C - carico uniformemente distribuito q_0 su tutta la piastra e contorno appoggiato

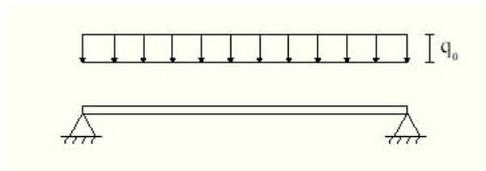


Fig. 7 Schema del caso C

Analisi dei risultati:

	Soluzione teorica	WinStrand	rapporto
w [mm]	61.96	61.88	0.999

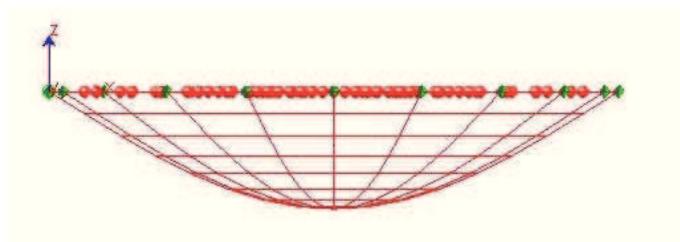


Fig. 8 Deformata del caso C

VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti.

Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica.

Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni.

Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari abbiano dato valori in equilibrio con i carichi applicati, in particolare per i valori dei taglianti di base delle azioni sismiche si è provveduto a confrontarli con valori ottenuti da modelli SDOF semplificati.

Le sollecitazioni ottenute sulle travi per i carichi verticali direttamente agenti sono stati confrontati con semplici schemi a trave continua.

Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni.

Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.

7. Azione sismica di progetto

Spettro in accordo con TU 2018

- Via Firenze, 36, 00184 Roma RM, Italia Longitudine 12.4931 Latitudine 41.9026
- Tipo di Terreno C
- Coefficiente di amplificazione topografica (S_t) 1.0000
- Vita nominale della costruzione (V_N) 100.0 anni
- Classe d'uso IV coefficiente C_U 2.0

- Smorzamento Viscoso (0.05 = 5%) 0.05

Parametri SLV

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 10.0 e periodo di ritorno (T_R) 1898 (anni)
- S_s 1.420
- T_B 0.16 [sec]
- T_c 0.49 [sec]
- T_D 2.32 [sec]
- a_g/g 0.1790
- F_o 2.6114
- T_c^* 0.3184

Parametri SLD

- Probabilità di superamento (P_{VR}) 63.0 e periodo di ritorno (T_R) 201 (anni)
- S_s 1.500
- T_B 0.15 [sec]
- T_c 0.46 [sec]
- T_D 1.96 [sec]
- a_g/g 0.0907
- F_o 2.5770
- T_c^* 0.2879

