

REGIONE
PIEMONTE

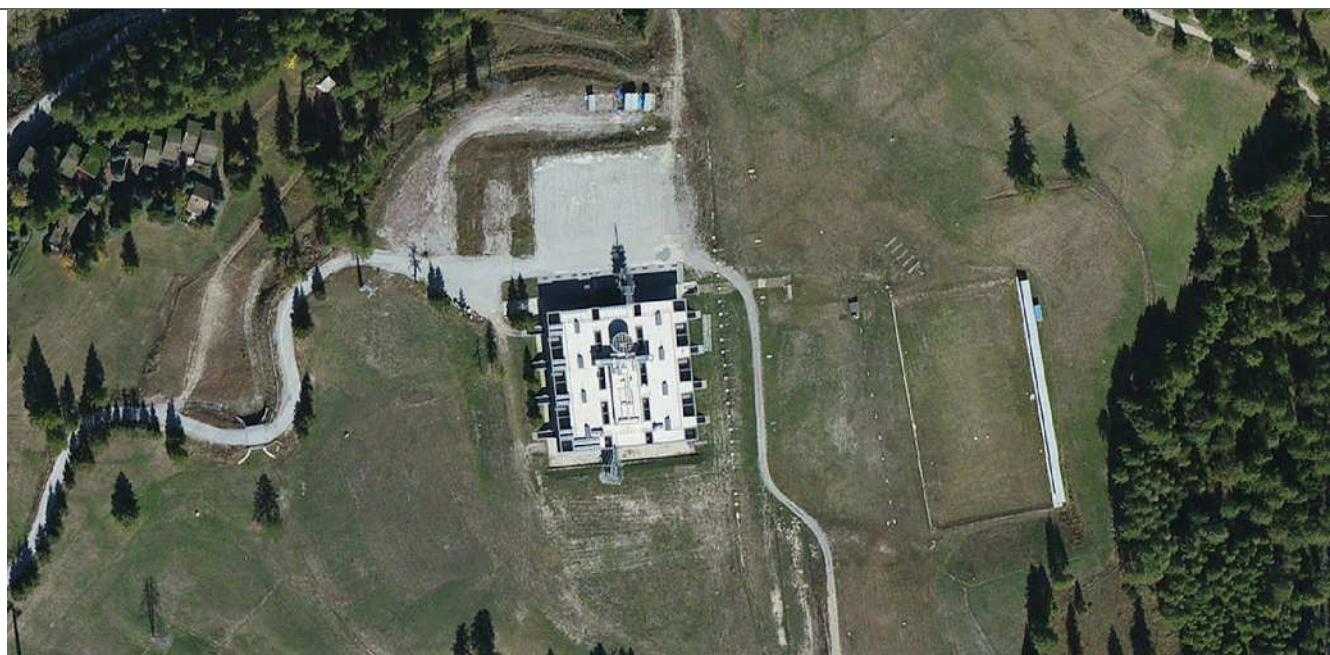


COMUNE DI CESANA

Frazione Sansicario Alto

CENTRO SPORTIVO DEL BIATHLON

COSTRUZIONE CAMPI PER IL GIOCO DEL TENNIS E
RIQUALIFICAZIONE IMPIANTO DEL BIATHLON
AREA OLYMPIC CENTRE - EX COLONIA ITALSIDER



Progettisti:

Arch. Fabio Lanzoni
Via B. Ricasoli 21
10153 Torino
Tel. 011 8178246
Fax 011 8150917

Ing. Giorgio Tuninetti

Committenza:

Coop. Nonsoloneve SpA
Corso Galileo Ferraris 14
10121 Torino

Presidente:
Sig. Giuseppe Peyron

ELABORATO:

OPERE STRUTTURALI:
relazione tecnica di calcolo

DATA:

Dicembre 2016

ELABORATO N°:

E_R_08_01 rev 09 016

SCALA:

COMUNE DI CESANA T.se (TO)
Frazione Sansicario

PROGETTO ESECUTIVO
Opere strutturali per realizzazione di campi da tennis
e riqualificazione impianto Biathlon

Area Olympic Centre – Ex Colonia Italsider

RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO

Proprietà : Comune Cesana T.se
Piazza Vittorio Amedeo
10050 – Cesana T.se (TO)

Moncalieri (TO), 2 Dicembre 2016

Il Tecnico



PREMESSA

Il sottoscritto Ing. Giorgio TUNINETTI, nato a Torino il 14/03/1974, CF. TNN GRG 74C14 L219L, con studio in Via del Ballo, 6 – Moncalieri (TO), redige la presente al fine della verifica strutturale delle opere necessarie per la realizzazione di campi per il gioco del tennis e la riqualificazione impianto del Biathlon siti nell'area Olympic Center – Ex Colonia Italsider – presso la frazione Sansicario, di proprietà del Comune di Cesana T.se (TO).

Per quanto riguarda le opere previste quali realizzazione di n.1 spogliatoio e di n.2 coperture pressostatiche si precisa che in questa fase di progettazione non sono ancora state definite le strutture in elevazione, si è quindi proceduto effettuando un predimensionamento delle strutture di fondazione sulla base di carichi preliminari.

Le strutture di fondazione andranno quindi verificate, ed in caso modificate, in fase di progettazione costruttiva in relazione ai reali carichi agenti sul sistema di fondazione previsto.

DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Oggetto della presente relazione è la realizzazione di tre opere distinte:

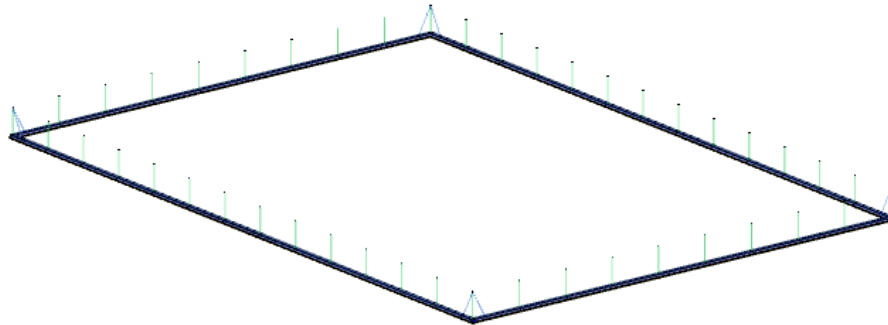
1) Recinzione campi da tennis

L'opera consiste nella realizzazione di una recinzione perimetrale dei campi da tennis mediante rete a maglia mm 50x50 in filo di ferro trafilato rivestito in plastica.

Il cordolo di fondazione, realizzato con travi di fondazione alla Winkler, presenta un perimetro prossimo a 55,39x 77,94 m ed ospita pali tubolari, previsti per il sostentamento della rete, posti sulla sua mezzzeria ed aventi dimensione 88,9x4 mm. Essi verranno realizzati in acciaio di classe S235 ed avranno un'altezza totale pari a 3,00 m. L'interasse dei pali risulta costante, circa pari a 6,15 m per quelli posti sul lato corto e 6,00 m per quelli posti lungo il lato lungo.

I pali verranno ancorati alla base mediante piastre di ancoraggio di dimensioni mm 234x234x10, di classe S235, opportunamente ancorate alla trave continua di fondazione mediante quattro tirafondi, M16 ad alta resistenza, classe 8.8.

La trave di fondazione avrà, invece, dimensione pari a cm 40x30 e sarà realizzata in cemento armato prevedendo calcestruzzo in classe C32/40 e barre di armatura longitudinale pari a 3+3Ø14450C e trasversale con staffe Ø8. La trave poggerà su magrone di spessore pari a cm 10.



Vista assonometrica

Inoltre, i pali posti ai vertici della recinzione saranno ulteriormente vincolati da dei profili metallici tubolari aventi dimensione 76,1x3,6 mm, in classe S235, posti lungo le due direzioni ortogonali.

2) Fondazione per blocco prefabbricato ad uso spogliatoio per campi da tennis

Oggetto della presente relazione è il predimensionamento della platea di fondazione della struttura prefabbricata ad uso spogliatoi. Si è effettuato il dimensionamento della platea di fondazione secondo i carichi descritti al paragrafo “ANALISI STRUTTURALE”, ipotizzando il carico derivante dalla struttura prefabbricata pari a 2000 N/mq (confrontabile con il peso di un prefabbricato tipo, con isolante poliuretano).

La platea di fondazione così dimensionata presenta uno spessore pari a cm 20, armata con rete a maglia quadrata di lato cm 25 realizzata con ferri di diametro mm 12.

In merito alle caratteristiche della struttura di fondazione visibile nell'elaborato grafico si precisa che questa deriva da un'ipotesi progettuale dove il prefabbricato da installarsi nella parte sovrastante non è ancora stato definito.

In sede di progettazione costruttiva l'utilizzo della struttura di fondazione predimensionata dovrà essere verificato secondo le reali azioni di progetto derivanti dal prefabbricato scelto. Si ricorda inoltre che il manufatto in elevazione dovrà essere certificato, sotto l'aspetto statico e dinamico, secondo quanto previsto dal D.M. 14/01/2008.

3) Fondazione per copertura pressostatica per campi da tennis

L'opera consiste nella realizzazione di copertura a n.2 campi da tennis mediante n.2 strutture indipendenti di tipo pressostatico, non ancora definite nella presente fase progettuale.

Oggetto della presente relazione è, quindi, il predimensionamento della struttura di fondazione realizzata mediante travi su suolo alla Winkler.

I carichi considerati per il predimensionamento sono descritti al paragrafo "ANALISI STRUTTURALE". Valutate le peculiarità che le strutture pressostatiche presentano, la sola azione considerata è stata la pressione del vento caratteristica della zona, che spira in direzione normale al lato di lunghezza maggiore (contributo più sfavorevole).

Lo sviluppo del semiarco investito dal vento nella direzione più sfavorita è pari a 12,83 metri.

La pressione normale calcolata, ricorrendo all'utilizzo del software di calcolo descritto in seguito, a quota zero dell'edificio è pari a 927 N/mq.

Il carico neve non è stato valutato in quanto la struttura non presenta capacità portante per questo tipo di azione, dovrà quindi essere previsto un impianto di riscaldamento dimensionato in modo congruo al fine di garantire la totale fusione della neve che entrerà in contatto con il telo della struttura pressostatica.

La struttura di fondazione così dimensionata è realizzata mediante trave in cemento armato di dimensioni pari a cm 50x40. L'armatura longitudinale, superiore ed inferiore, è caratterizzata da n.3 ferri di diametro pari a mm 14; l'armatura trasversale è realizzata mediante staffe di diametro mm 8 distanziate l'una dall'altra con passo pari a cm 13.

In merito alle caratteristiche della struttura di fondazione visibile nell'elaborato grafico si precisa che questa deriva da un'ipotesi progettuale dove la struttura pressostatica da installarsi nella parte sovrastante non è ancora stata definita.

In sede di progettazione costruttiva la struttura di fondazione predimensionata dovrà essere verificata secondo le reali azioni di progetto derivanti dal prefabbricato scelto, nel caso in cui la tipologia di fondazione prevista vorrà essere mantenuta tale.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

- **Legge 5 novembre 1971 n. 1086** (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica"

- **Legge 2 febbraio 1974 n. 64** (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)
"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"
Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

- **D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)
"Norme tecniche per le Costruzioni"

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella:

- **Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) - "Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

- **Eurocodice 3** – "Progettazione delle strutture in acciaio" - ENV 1993-1-1.

MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE CARATTERISTICHE

Per l'esecuzione dell'opera è previsto l'impiego dei seguenti materiali:

1) Recinzione campi da tennis

Elementi per elevazione:

- | | |
|--|----------------------------|
| - Profili metallici tubolari, 76,1x3,6 mm, S235 | $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ |
| - Profili metallici tubolari, 88,9x4 mm, S235 | $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ |
| - Piastre di ancoraggio, 300x300x10 mm, S235 | $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ |
| - Tirafondi, M16, tipo ad alta resistenza, classe 8.8 con marcatura CE | |
| - Materiale S235 per apporto saldatura | $f_{yk} = 235 \text{ MPa}$ |

Elementi per fondazione:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| - Calcestruzzo C32/40 | $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$ |
| - Armatura B450C | $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ |

2) Fondazione per blocco prefabbricato ad uso spogliatoio per campi da tennis

Elementi per elevazione:

- Struttura prefabbricata (**DA DEFINIRSI**)

Elementi per fondazione:

- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| - Calcestruzzo C32/40 | $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$ |
| - Armatura B450C | $f_{yk} = 450 \text{ MPa}$ |

3) Fondazione per copertura pressostatica per campi da tennis

Elementi per elevazione:

- Struttura pressostatica **(DA DEFINIRSI)**

Elementi per fondazione:

- Calcestruzzo C32/40
- Armatura B450C

$R_{ck} = 40 \text{ MPa}$

$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$

ANALISI STRUTTURALE

In conformità alle vigenti disposizioni normative, le strutture sono state progettate seguendo i seguenti parametri:

Tipologia costruzione (art. 2.4.1 NTC):	2	$V_n \geq 50$ anni
Classe d'uso (art. 2.4.2 NTC):	II	Normali affollamenti
Comune di Cesana T.se ricade in:		Zona 3

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica.

Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto).

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del Decreto Ministero Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008, n. 29 - Suppl.Ord.) "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Le strutture di fondazione degli spogliatoi e delle strutture pressostatiche sono state predimensionate in assenza di sisma in quanto le azioni derivanti dalla struttura in elevazione dovranno essere fornite dal prefabbricatore.

Le strutture di fondazione ed i pali di sostegno della recinzione metallica sono stati anch'essi dimensionati in assenza di sisma date le peculiarità che il manufatto finale presenterà.

L'altitudine del sito considerata, rispetto al Datum ED 50, è pari a 1666 m.

ANALISI DEI CARICHI

Per ogni struttura si riportano i carichi applicati:

2) Fondazione per blocco prefabbricato ad uso spogliatoio per campi da tennis

Analisi carichi									
N _{id}	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale	
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA
1	S	Platea	Carico da neve > 1000 m.s.l.m.	<i>*vedi le relative tabelle dei carichi</i>	-			Carico neve altitudine 1666 m.s.l.m.	8670
2	S	Carico superficiale	Struttura prefabbricata tipo (con isolamento in poliuretano)	Carico permanente	2000				
2	S	Carico superficiale	Locali pubblici					Ambienti suscettibili di affollamento (Cat. C1 – Tab. 3.1.II - DM 14.01.2008)	3000

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo dell'analisi di carico.

T. C. Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.

PP, PNS, SA Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale. Secondo il tipo di carico indicato nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m²] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

3) Fondazione per campi da tennis

Analisi carichi									
N _{id}	T. C.	Descrizione del Carico	Tipologie di Carico	Peso Proprio		Permanente NON Strutturale		Sovraccarico Accidentale	
				Descrizione	PP	Descrizione	PNS	Descrizione	SA
001	L	Pressione del vento in direzione più sfavorita	Carico lineare					Pressione del vento in direzione più sfavorita	11893
									0

LEGENDA:

N_{id} Numero identificativo dell'analisi di carico.

T. C. Identificativo del tipo di carico: [S] = Superficiale - [L] = Lineare - [C] = Concentrato.

PP, PNS, SA Valori, rispettivamente, del Peso Proprio, del Sovraccarico Permanente NON strutturale, del Sovraccarico Accidentale. Secondo il tipo di carico indicato nella colonna "T.C." ("S" - "L" - "C"), i valori riportati nelle colonne "PP", "PNS" e "SA", sono espressi in [N/m²] per carichi Superficiali, [N/m] per carichi Lineari, [N] per carichi Concentrati.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

In relazione all'oggetto della presente relazione, che si ricorda essere il dimensionamento di: recinzione per campi da tennis; fondazione per blocco prefabbricato ad uso spogliatoio per campi da tennis; fondazione per copertura pressostatica per campi da tennis non è stata condotta analisi sismica nonostante il sito di progetto sia classificato in zona 3.

Quanto sopra detto in quanto l'analisi sismica delle strutture in elevazione dovrà essere valutata dal prefabbricatore, per quanto concerne la realizzazione del blocco spogliatoio e delle n.2 strutture pressostatiche. In fase di progettazione costruttiva le strutture di fondazione ipotizzate andranno dimensionate secondo i carichi derivanti dall'analisi condotta dal prefabbricatore e comunicati al progettista strutturale.

Per quanto riguarda il manufatto adottato quale recinzione dei campi da tennis si ritiene che le strutture di fondazione non debbano essere dimensionate in seguito all'analisi sismica per quanto realizzato in elevazione poiché i pali che verranno ancorati alla fondazione non garantiranno la condizione di incastro perfetto e parte delle azioni verrà dissipata dal collegamento.

AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 14 gennaio 2008.

I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.).

I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

Denominazione

Nome del Software	EdiLus
Versione	32.00d
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows
Numero di serie	85051691
Intestatario Licenza	TUNINETTI ing. GIORGIO
Produzione e Distribuzione	ACCA software S.p.A. Via Michelangelo Cianciulli 83048 Montella (AV) Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235 e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

Sintesi delle funzionalità generali

Il pacchetto consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in un'apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice ma soltanto eseguire delle scelte come:

- Definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- Modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- Definire condizioni di carico;
- Definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

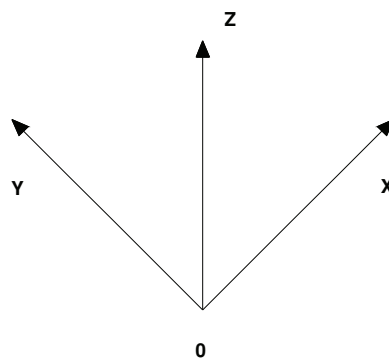
Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti MICROSAP prodotto dalla società TESYS srl. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

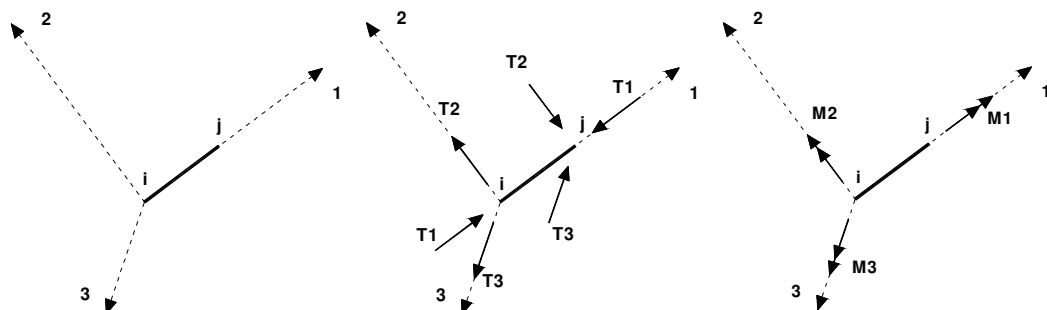
Sistemi di riferimento

- Riferimento globale



Il sistema di riferimento globale, rispetto al quale va riferita l'intera struttura, è costituito da una terna di assi cartesiani sinistrorsa OXYZ (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).

- Riferimento locale per travi



L'elemento Trave è un classico elemento strutturale in grado di ricevere Carichi distribuiti e Carichi Nodali applicati ai due nodi di estremità; per effetto di tali carichi nascono, negli estremi, sollecitazioni di taglio, sforzo normale, momenti flettenti e torcenti.

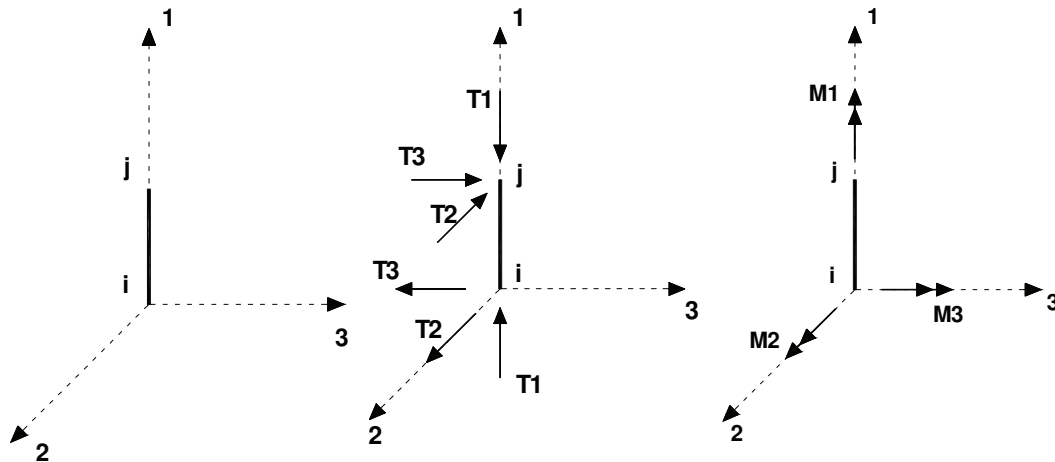
Definiti i e j i nodi iniziale e finale della Trave, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

- Asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- Assi 2 e 3 appartenenti alla sezione dell'elemento e coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione stessa.

Le sollecitazioni verranno fornite in riferimento a tale sistema di riferimento:

- Sollecitazione di Trazione o Compressione T1 (agente nella direzione i-j);
- Sollecitazioni taglianti T2 e T3, agenti nei due piani 1-2 e 1-3, rispettivamente secondo l'asse 2 e l'asse 3;
- Sollecitazioni che inducono flessione nei piani 1-3 e 1-2 (M2 e M3);
- Sollecitazione torcente M1.

- Riferimento locale per pilastri



Definiti i e j come i due nodi iniziale e finale del pilastro, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

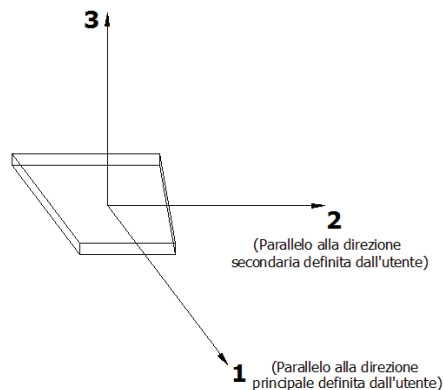
- Asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- Asse 2 perpendicolare all'asse 1, parallelo e discorde all'asse globale Y;
- Asse 3 che completa la terna destrorsa, parallelo e concorde all'asse globale X.

Tale sistema di riferimento è valido per pilastri con angolo di rotazione pari a '0' gradi; una rotazione del pilastro nel piano XY ha l'effetto di ruotare anche tale sistema (ad es. una rotazione di '90' gradi porterebbe l'asse 2 a essere parallelo e concorde all'asse X, mentre l'asse 3 sarebbe parallelo e concorde all'asse globale Y). La rotazione non ha alcun effetto sull'asse 1 che coinciderà sempre e comunque con l'asse globale Z.

Per quanto riguarda le sollecitazioni si ha:

- Una forza di trazione o compressione T1, agente lungo l'asse locale 1;
- Due forze taglienti T2 e T3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- Due vettori momento (flettente) M2 e M3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- Un vettore momento (torcente) M1 agente lungo l'asse locale nel piano 1.

- **Riferimento locale per platee**



Anche per le platee, analogamente a quanto descritto per le pareti, è definito un sistema di riferimento locale 1,2,3:

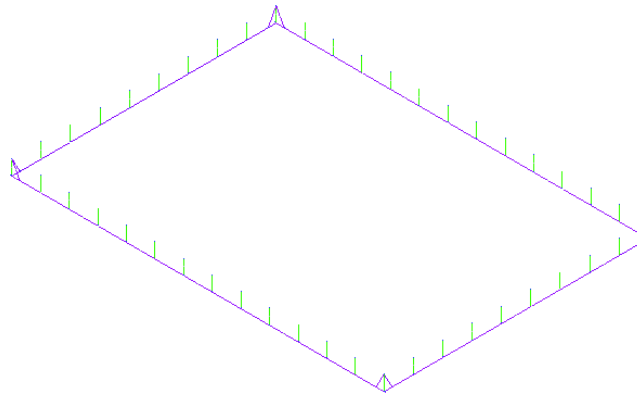
- Asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- Asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- Asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

MODELLO DI CALCOLO

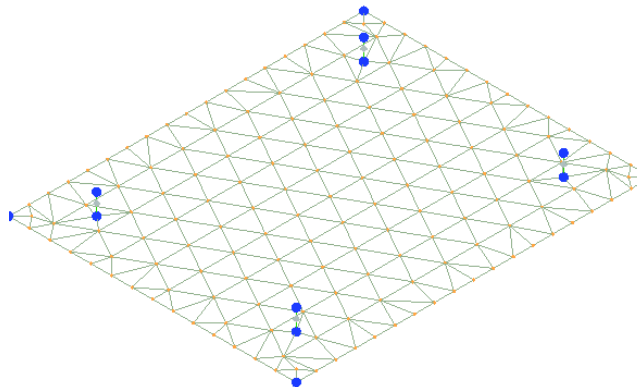
Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento nei tabulati di calcolo.

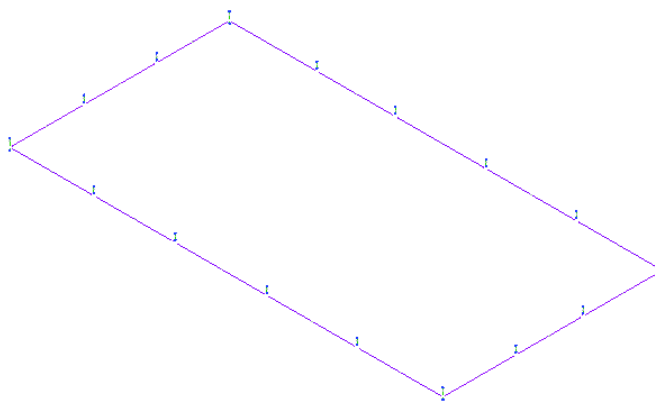
Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.



Vista discretizzata – Recinzione campi da tennis



Vista discretizzata – Platea di fondazione per blocco spogliatoi per campi da tennis



Vista discretizzata – Fondazione per copertura pressostatica per campi da tennis

Dalle illustrazioni precedenti si evince come le aste, sia travi che pilastri, siano schematizzate con un tratto flessibile centrale e da due tratti (braccetti) rigidi alle estremità. I nodi vengono posizionati sull'asse verticale dei pilastri, in corrispondenza dell'estradosso della trave più alta che in esso si collega. Tramite i braccetti i tratti flessibili sono quindi collegati ad esso.

In questa maniera il nodo risulta perfettamente aderente alla realtà poiché vengono presi in conto tutti gli eventuali disassamenti degli elementi con gli effetti che si possono determinare, quali momenti flettenti/torcenti aggiuntivi.

Le sollecitazioni vengono determinate, com'è corretto, solo per il tratto flessibile. Sui tratti rigidi, infatti, essendo (teoricamente) nulle le deformazioni le sollecitazioni risultano indeterminate.

Questa schematizzazione dei nodi viene automaticamente realizzata dal programma anche quando il nodo sia determinato dall'incontro di più travi senza il pilastro, o all'attacco di travi/pilastri con elementi shell.

PROGETTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- Si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 14.01.2008, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- Si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel § 2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 14/01/2008;
- Per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte

(pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

Verifiche di Resistenza elementi in c.a.

Per quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo, in dettaglio, il procedimento seguito quando si è in presenza di pressoflessione deviata (pilastri e trave di sezione generica):

- Per tutte le terne M_x , M_y , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base alla formula 4.1.10 del D.M. 14 gennaio 2008, effettuando due verifiche a pressoflessione retta con la seguente formula:

$$\left(\frac{M_{Ex}}{M_{Rx}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Ey}}{M_{Ry}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove:

- M_{Ex} , M_{Ey} sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi di flessione X ed Y del sistema di riferimento locale;
- M_{Rx} , M_{Ry} sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti allo sforzo assiale N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi di flessione.

L'esponente α può dedursi in funzione della geometria della sezione, della percentuale meccanica dell'armatura e della sollecitazione di sforzo normale agente.

- Se per almeno una di queste terne la relazione 4.1.10 non è rispettata, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando la suddetta relazione è rispettata per tutte le terne considerate.

Sempre quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito per le travi verificate/semiprogettate a pressoflessione retta:

- Per tutte le coppie M_x , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base all'armatura adottata;
- se per almeno una di queste coppie esso è inferiore all'unità, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o al più uguale all'unità per tutte le coppie considerate.

Nei tabulati di calcolo, per brevità, non potendo riportare una così grossa mole di dati, si riporta la terna M_x , M_y , N , o la coppia M_x , N che ha dato luogo al minimo coefficiente di sicurezza.

Una volta semiprogettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti. Successivamente si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

Fondazioni superficiali

Le metodologie, i modelli usati ed i risultati del calcolo del **carico limite** sono esposti nella relazione GEOTECNICA.

Verifiche di Resistenza elementi in acciaio

Per quanto concerne la verifica degli elementi in acciaio, le verifiche effettuate per ogni elemento dipendono dalla funzione dell'elemento nella struttura. Ad esempio, elementi con prevalente comportamento assiale (controventi o appartenenti a travature reticolari) sono verificate a trazione e/o compressione; elementi con funzioni portanti nei confronti dei carichi verticali sono verificati a Pressoflessione retta e Taglio; elementi con funzioni resistenti nei confronti di azioni orizzontali sono verificati a pressoflessione deviata e taglio oppure a sforzo normale se hanno la funzione di controventi.

Le verifiche allo SLU sono effettuate sempre controllando il soddisfacimento della relazione:

$$R_d > S_d$$

dove R_d è la resistenza calcolata come rapporto tra R_k (resistenza caratteristica del materiale) e γ , coefficiente di sicurezza, mentre S_d è la generica sollecitazione di progetto calcolata considerando tutte le Combinazioni di Carico per lo Stato Limite esaminato.

La resistenza viene determinata, in funzione della Classe di appartenenza della Sezione metallica, col metodo Elastico o Plastico (vedi par. 4.2.3.2 del D.M. 14 gennaio 2008).

Viene portato in conto l'indebolimento causato dall'eventuale presenza di fori.

Le verifiche effettuate sono quelle previste al punto 4.2.4.1.2 ed in particolare:

- Verifiche di Trazione,

- Verifiche di Compressione,
- Verifiche di Flessione Monoassiale,
- Verifiche di Taglio (considerando l'influenza della Torsione) assiale e biassiale,
- Verifiche per contemporanea presenza di Flessione e Taglio,
- Verifiche per PressoFlessione retta e biassiale.

Nei tabulati, per ogni tipo di Verifica e per ogni elemento interessato dalla Verifica, sono riportati i valori delle resistenze e delle sollecitazioni che hanno dato il minimo coefficiente di sicurezza, calcolato generalmente come:

$$C_S = R_d/S_d$$

Verifiche di Instabilità (Aste in acciaio)

Per tutti gli elementi strutturali sono state condotte verifiche di stabilità delle membrature secondo le indicazioni del par. 4.2.4.1.3 del D.M. 14 gennaio 2008; in particolare sono state effettuate le seguenti verifiche:

- Verifiche di stabilità per compressione semplice, con controllo della snellezza,
- Verifiche di stabilità per elementi inflessi,
- Verifiche di stabilità per elementi inflessi e compressi.

Le verifiche sono effettuate considerando la possibilità di instabilizzazione flessotorsionale.

Nei tabulati, per ogni tipo di verifica e per ogni elemento strutturale, sono riportati i risultati di tali verifiche.

Verifiche di Deformabilità (Aste in acciaio)

Sono state condotte le verifiche definite al par. 4.2.4.2 del D.M. 14 Gennaio 2008 e in particolare si citano:

- Verifiche agli spostamenti verticali per i singoli elementi (par. 4.2.4.2.1),
- Verifiche agli spostamenti laterali per i singoli elementi (par. 4.2.4.2.2),
- Verifiche agli spostamenti per il piano e per l'edificio (par. 4.2.4.2.2).

I relativi risultati sono riportati nei tabulati.

Progetto e verifica dei collegamenti in acciaio

Per ogni collegamento sono state ricavate le massime sollecitazioni agenti sugli elementi componenti (Bulloni, Tirafondi, Piastre, Costole e Cordoni di Saldatura) considerando appropriati modelli di calcolo e quindi sono state effettuate le relative verifiche. In particolare:

- Per i bulloni sono state effettuate verifiche a Taglio e Trazione sia per la singola sollecitazione che per presenza contemporanea di tali sollecitazioni.
- Per le piastre sono state effettuate verifiche a Rifollamento, a Flessione con la presenza eventuale di costole, a Punzonamento e alle Tensioni nel piano della piastra.
- Per le costole è stata effettuata la verifica controllando la tensione ideale massima calcolata considerando le tensioni parallele e ortogonali al piano della costola.
- Per i cordoni di saldatura è stata effettuata la verifica controllando la tensione ideale massima calcolata considerando le tensioni tangenziali parallele e ortogonali alla lunghezza del cordone e la tensioni normali ortogonale alla lunghezza.
- Per i tirafondi sono state effettuate verifiche a sfilamento per trazione
- Per le piastre d'attacco con le fondazioni e gli elementi in c.a. è stata effettuata la verifica del calcestruzzo di base.

Nei tabulati, per ogni collegamento presente nella struttura, sono riportate le indicazioni geometriche e le relative verifiche per i soli collegamenti previsti per la realizzazione della recinzione metallica.

Tutti i collegamenti previsti tra le strutture di fondazione e gli elementi prefabbricati scelti quali blocco spogliatoio e copertura pressostatica dovranno essere opportunamente dimensionati in fase di progettazione costruttiva.

TABULATI DI CALCOLO

Per quanto non espressamente sopra riportato, ed in particolar modo per ciò che concerne i dati numerici di calcolo, si rimanda all'allegato "Tabulati di calcolo" costituente parte integrante della presente relazione, disponibile presso lo studio redigente.