

S T U D I O
CERBIONI

Associazione Professionale Ingegneri – Ivan Lombardo e Alessio Mangini
Via XI Febbraio, 113 – Empoli (FI) – tel. e fax. 0571.711618
email: studiocerbioni@gmail.com

Archivio: 1_466

Data: Aprile 2020

Elaborato:

1

Tavola:

RTC



committente:

Piscina Comunale di Empoli

ubicazione:

*Via delle Olimpiadi
Comune di Empoli*

tipologia d'intervento:

*Rifacimento manto di
copertura*

oggetto:

*Relazione Tecnica e
di Calcolo*

IL TECNICO INCARICATO: Ing. Ivan Lombardo



RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO relativa al rifacimento del manto di copertura della piscina comunale posta in Via delle Olimpiadi nel Comune di Empoli.

Oggetto della presente pratica edilizia è il rifacimento di una porzione del manto di copertura della piscina comunale di Empoli in particolare nella porzione sovrastante le vasche e le tribune; l'intervento si rende necessario in quanto in occasione di precipitazioni si hanno notevoli infiltrazioni di acque meteoriche all'interno dell'immobile.

Per rapidità e facilità di esecuzione viene pertanto previsto di porre in opera al di sopra del manto di copertura esistente, che quindi non sarà smontato, delle nuove lastre in alluminio di tipo Riverclack 550 di spessore 8mm.

Il fabbricato, nel suo insieme, ha la copertura realizzata con due tipologie costruttive diverse: una parte (zona vasche e tribune) è stata realizzata con struttura in carpenteria metallica e la rimanente (zona ingresso/spogliatoi) ha struttura in latero-cemento.

La porzione di copertura interessata dall'intervento è quella avente struttura in ferro, formata da una unica falda (dislivello di circa 6.6m) con andamento verticale curvilineo ed ingombro in pianta di 52x27m.

La struttura esistente della copertura è formata da elementi in carpenteria metallica, precisamente da n.15 capriate reticolari, disposte ad interasse di circa 3.25m, lungo il lato corto e da elementi secondari (arcarecci) disposti all'estradosso delle capriate per l'appoggio del pannello in lamiera coibentata formante il manto di copertura esistente.

Le capriate sono formate da profili angolari doppi assemblati a formare travi reticolari di tipo alla "Mohniè" a diagonali tesi; l'altezza delle travi è variabile secondo una linea curva a centri diversi e sono costruite in tre settori separati, giuntati con bulloni e saldature. Alle estremità, le travi appoggiano con vincolo di tipo "cerniera" nel punto più alto e di tipo "carrello" in quello più basso.

I correnti superiore ed inferiore delle capriate sono composti da profili angolari (rispettivamente 80x120x8 e 50x100x8) a lati disuguali mentre i montanti e i puntoni sono profili angolari (30x4, 40x4, 45x5, 50x5, 25x3, 35x5, 45x5 e 60x8) a lati uguali.

Le travi reticolari sono stabilizzate nel piano verticale da quattro travi reticolari, disposte ortogonalmente al piano delle capriate, nel senso della lunghezza di 52m. Queste travi di controvento sono situate in corrispondenza degli appoggi delle travi principali e dei loro giunti bullonati; sono formate da correnti superiore e inferiore con sezione angolare 45x45x5, da montanti e diagonali aventi rispettivamente sezione angolare 35x35x4 e 30x30x4.

La struttura portante secondaria della copertura è formata dagli arcarecci, disposti ad interasse di

circa 1.30m, costituiti da elementi in ferro piegati a C zincati a caldo; montati e fissati alla struttura sottostante in modo da riportare il carico in corrispondenza dei nodi della trave reticolare principale. La lamiera grecata posizionata sopra gli arcarecci, formante il manto di copertura, è costituita da una lamiera coibentata di tipo GLAMET A38-P1000-G4.

L'immobile, di cui fa parte la porzione di copertura oggetto del presente intervento edilizio, è costituito da un unico corpo di fabbrica con struttura intelaiata in c.a. ed è stato realizzato tra il 1972 ed il 1979:

- *Lavori di costruzione piscina coperta, progetto esecutivo del 30.03.1972, approvato con delibera del Consiglio Comunale n.152 del 13.04.1972;*

- *Ditta costruttrice strutture in c.a. Consorzio Etruria;*

- *Ditta Costruttrice strutture in carpenteria metallica Metalcostruzioni di P. Mugnaini;*

- *Consegna Lavori: 20.12.1973;*

- *Collaudo Statico a firma Ing. Ademaro Tofanelli del 14.07.1975;*

- *Progettista e Direttore dei lavori: Arch. Mauro Ristori;*

- *Ultimazione dei lavori: 09.11.1977;*

- *Collaudo Tecnico Amministrativo a firma Arch. Francesco Tiezzi del 10.10.1979*

Nel 1996 la porzione di copertura in carpenteria metallica è stata oggetto di intervento edilizio "lavori di adeguamento statico della struttura portante della copertura e adeguamento della termoventilazione della piscina comunale coperta" con attestato di deposito al Genio Civile Prot. n.64674 del 22/10/1996, Relazione di Fine Lavori del 29.11.1996, Certificazione di idoneità statica e sismica del 12.12.1996.

Il Progettista e D.L. Ing. Umberto Pierallini; Impresa esecutrice Officine San Benedetto srl di Firenze; Certificato di Regolare Esecuzione a firma dell'Ing. Umberto Pierallini.

RELAZIONE SUI MATERIALI

La presente relazione sui materiali è relativa alle strutture esistenti in carpenteria metallica facenti parte della copertura della piscina comunale di Empoli posta in Via delle Olimpiadi.

Le caratteristiche meccaniche dei profili sono state accertate, oltre che dalla consultazione degli elaborati redatti in fase progettuale, da indagini, saggi, prove distruttive, non distruttive e prove di laboratorio che si allegano alla presente.

Caratterizzazione meccanica dei materiali esistenti

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali:

1. Acciaio per carpenteria metallica: S235 (Fe360) e S275 (Fe430)

Norme e qualità dell'acciaio	Spessore nominale dell'elemento			
	t < 40mm		40mm < t < 80mm	
	Fyk [N/mm2]	Ftk [N/mm2]	Fyk [N/mm2]	Ftk [N/mm2]
S235	235	360	215	360
S275	275	430	255	410

2. Bulloni classe 8.8

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la redazione della presente verifica tecnica si è fatto riferimento alla vigente normativa, in particolare alla:

- Legge 5 novembre 1971 n°1086 “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- Legge 2 febbraio 1974, n°64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. del 17 gennaio 2018 "Nuove norme Tecniche per le costruzioni".
- Circolare 21 gennaio 2019 n.7 recante le istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche

VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA E PRESTAZIONI ATTESE

La sicurezza e le prestazioni della struttura sono state valutate verificando gli opportuni stati limite definiti in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 17.01.2018.

Per la valutazione della sicurezza della costruzione sono stati adottati, come prescritto dalla Normativa, i criteri del metodo semiprobabilistico agli stati limite basati sull'impiego dei coefficienti parziali di sicurezza: la sicurezza strutturale è stata verificata tramite confronto tra resistenza e l'effetto delle azioni.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli STATI LIMITE ULTIMI di resistenza si effettua con il "metodo dei coefficienti parziali" di sicurezza espresso dalla equazione formale:

$$R_d > E_d$$

dove:

R_d è la resistenza di progetto, valutata in base ai valori di progetto della resistenza dei materiali e ai valori nominali delle grandezze geometriche interessate;

E_d è il valore di progetto dell'effetto delle azioni, valutato in base ai valori di progetto $F_{dj} = K_{kj} \times \gamma_{Fj}$ delle azioni.

I coefficienti parziali di sicurezza, γ_{Mi} e γ_{Fj} , associati rispettivamente al materiale i-esimo e all'azione j-esima, tengono in conto la variabilità delle rispettive grandezze e le incertezze relative alle tolleranze geometriche e alla affidabilità del modello di calcolo.

La verifica della sicurezza nei riguardi degli STATI LIMITE DI ESERCIZIO si esprime controllando aspetti di funzionalità e stato tensionale.

VITA NOMINALE - CLASSE DI USO - PERIODO DI RIFERIMENTO

L'opera strutturale in oggetto rientra nella tipologia di costruzioni n.2 e da essa corrisponde un valore di VITA NOMINALE $V_N > 50$ anni

Per quanto riguarda la CLASSE DI USO, la struttura ricade in Classe III: *"Costruzioni il cui uso prevede affollamenti significativi"*

le azioni sismiche sulla costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava moltiplicando V_N per il coefficiente d'uso C_U :

$$V_R = V_N \times C_U$$

Per una struttura in Classe d'uso III il coefficiente C_U è pari a $C_U = 1.5$:

Periodo di riferimento per l'azione sismica sulla struttura: $V_R = 50 \times 1.5 = 75$ anni

COMBINAZIONI DELLE AZIONI SULLA COSTRUZIONE

Le azioni definite come al § 2.5.2 delle NTC 2018 sono state combinate in accordo a quanto definito al § 2.5.3 applicando i coefficienti di combinazione come di seguito definiti:

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6

Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

nel nostro caso si considerano i coefficienti corrispondenti alla categoria C (Ambienti suscettibili di affollamento), categoria H, al Vento e alla Neve (< 1000 s.l.m.).

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza γ_{Gi} e γ_{Qj} utilizzati nelle calcolazioni sono dati nelle NTC 2018 in § 2.6.1, Tab. 2.6.I.

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

AZIONI SULLE COSTRUZIONI

Per le azioni sono stati presi in considerazione il peso proprio delle strutture, i carichi permanenti ed i carichi accidentali, combinati sia per verifiche allo stato limite ultimo (SLU) che allo stato limite di esercizio (SLE) secondo quanto previsto dal D.M. 17 gennaio 2018 al punto 2.5.3; i coefficienti parziali utilizzati sono quelli riportati in tabella 2.6.I.

Le verifiche delle prestazioni sono state effettuate anche per le azioni derivanti dalla neve secondo quanto previsto al cap. 3 del D.M. 17/01/2018 e della Circolare del 21 gennaio 2019 n.7

Carico Neve

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t \quad [3.4.1]$$

dove: q_s è il carico neve sulla copertura;

μ_i è il coefficiente di forma della copertura, fornito al § 3.4.3;

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico neve al suolo [kN/m²], fornito al § 3.4.2 delle NTC per un periodo di ritorno di 50 anni;

C_E è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4;

C_t è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.

Costruzione sorgente in Località: EMPOLI (FI)

H s.l.m. = 28 m altezza sul livello del mare del sito

$$q = \mu_i q_{sk} C_E C_t \quad \text{Carico Neve sulla copertura}$$

Provincia di FIRENZE: Zona II

$$q_{sk} = 1,00 \text{ KN/m}^2 \quad \text{per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,8 \left[\frac{a_s}{48} \right]^2 \text{ KN/m}^2 \quad \text{per } a_s > 200 \text{ m}$$

valore di riferimento del carico neve al suolo associato ad un Tempo di ritorno di 50 anni.

Pertanto nel nostro caso si ha:

$$q_{sk} = 1,00 \text{ KN/m}^2 \quad \text{per } a_s \leq 200 \text{ m}$$

C_E = coeff. di esposizione

Si assume C_E coeff. di esposizione = 1

C_t = coeff. Termico

Si assume C_t coeff. termico = 1

Per la **copertura Piana AD UNA FALDA** si ha:

$$\mu_i = 0,8 \quad \text{per } 0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$$

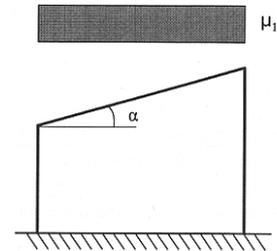


Figura 3.4.2 – Condizioni di carico per coperture ad una falda

$$q = \mu_i q_{sk} C_E C_t = 0,8 * 1,00 * 1 * 1 = 0,80 \text{ KN/m}^2$$

$$q_s = 80 \text{ daN/m}^2 \quad \text{riferito alla proiezione orizzontale della copertura}$$

DESTINAZIONE D'USO E SOVRACCARICHI VARIABILI

Per la determinazione dell'entità e della distribuzione spaziale e temporale dei sovraccarichi variabili si farà riferimento alla tabella del D.M. 17-01-2018 in funzione della destinazione d'uso.

I carichi variabili comprendono i carichi legati alla destinazione d'uso dell'opera; i modelli di tali azioni possono essere costituiti da:

- carichi verticali uniformemente distribuiti q_k [kN/m²]
- carichi verticali concentrati Q_k [kN]
- carichi orizzontali lineari H_k [kN/m]

I valori nominali e/o caratteristici q_k , Q_k ed H_k di riferimento sono riportati nella Tab. 3.1.II. delle NTC 2018.

Tab. 3.1.II - Valori dei sovraccarichi per le diverse categorie d'uso delle costruzioni

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
A	Ambienti ad uso residenziale			
	Aree per attività domestiche e residenziali; sono compresi in questa categoria i locali di abitazione e relativi servizi, gli alberghi (ad esclusione delle aree soggette ad affollamento), camere di degenza di ospedali	2,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi, ballatoi	4,00	4,00	2,00
B	Uffici			
	Cat. B1 Uffici non aperti al pubblico	2,00	2,00	1,00
	Cat. B2 Uffici aperti al pubblico	3,00	2,00	1,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	4,00	4,00	2,00
C	Ambienti suscettibili di affollamento			
	Cat. C1 Aree con tavoli, quali scuole, caffè, ristoranti, sale per banchetti, lettura e ricevimento	3,00	3,00	1,00
	Cat. C2 Aree con posti a sedere fissi, quali chiese, teatri, cinema, sale per conferenze e attesa, aule universitarie e aule magne	4,00	4,00	2,00
	Cat. C3 Ambienti privi di ostacoli al movimento delle persone, quali musei, sale per esposizioni, aree d'accesso a uffici, ad alberghi e ospedali, ad atrii di stazioni ferroviarie	5,00	5,00	3,00
	Cat. C4 Aree con possibile svolgimento di attività fisiche, quali sale da ballo, palestre, palcoscenici.	5,00	5,00	3,00
	Cat. C5 Aree suscettibili di grandi affollamenti, quali edifici per eventi pubblici, sale da concerto, palazzetti per lo sport e relative tribune, gradinate e piattaforme ferroviarie.	5,00	5,00	3,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita, con le seguenti limitazioni		
	≥ 4,00	≥ 4,00	≥ 2,00	

Cat.	Ambienti	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]	H_k [kN/m]
D	Ambienti ad uso commerciale			
	Cat. D1 Negozi	4,00	4,00	2,00
	Cat. D2 Centri commerciali, mercati, grandi magazzini	5,00	5,00	2,00
	Scale comuni, balconi e ballatoi	Secondo categoria d'uso servita		
E	Aree per immagazzinamento e uso commerciale ed uso industriale			
	Cat. E1 Aree per accumulo di merci e relative aree d'accesso, quali biblioteche, archivi, magazzini, depositi, laboratori manifatturieri	≥ 6,00	7,00	1,00*
	Cat. E2 Ambienti ad uso industriale	da valutarsi caso per caso		
F-G	Rimesse e aree per traffico di veicoli (esclusi i ponti)			
	Cat. F Rimesse, aree per traffico, parcheggio e sosta di veicoli leggeri (peso a pieno carico fino a 30 kN)	2,50	2 x 10,00	1,00**
	Cat. G Aree per traffico e parcheggio di veicoli medi (peso a pieno carico compreso fra 30 kN e 160 kN), quali rampe d'accesso, zone di carico e scarico merci.	5,00	da valutarsi caso per caso e comunque non minori di 2 x 50,00	1,00**
H-I-K	Coperture			
	Cat. H Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione	0,50	1,20	1,00
	Cat. I Coperture praticabili di ambienti di categoria d'uso compresa fra A e D	secondo categorie di appartenenza		
	Cat. K Coperture per usi speciali, quali impianti, eliporti.	da valutarsi caso per caso		

* non comprende le azioni orizzontali eventualmente esercitate dai materiali immagazzinati.

** per i soli parapetti o partizionari nelle zone pedonali. Le azioni sulle barriere esercitate dagli automezzi dovranno essere valutate caso per caso.

A seguire si riporta la verifica degli elementi strutturali costituenti le singole capriate, a tal fine si è proceduto alla creazione di un modello con l'ausilio di un programma di calcolo.

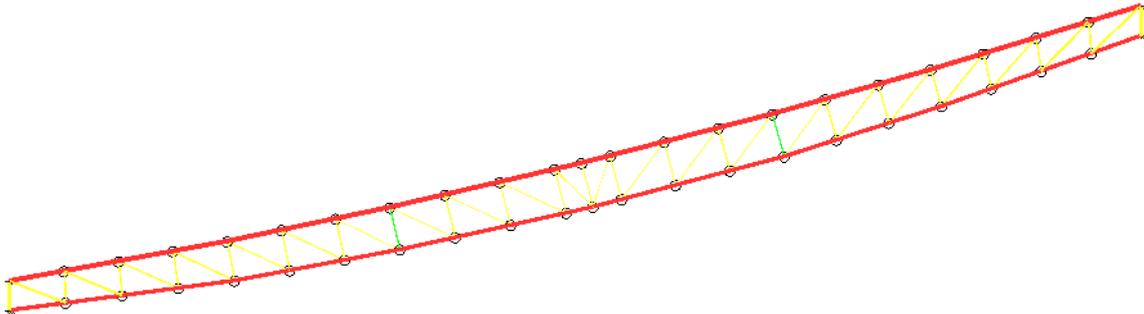
Codice di calcolo utilizzato

La singola capriata è stata modellata e verificata con l'ausilio del programma di calcolo STRAND prodotto dalla En.Ex.Sys s.r.l. con sede a Casalecchio di Reno in via Tizzano 46/2 (Bologna).

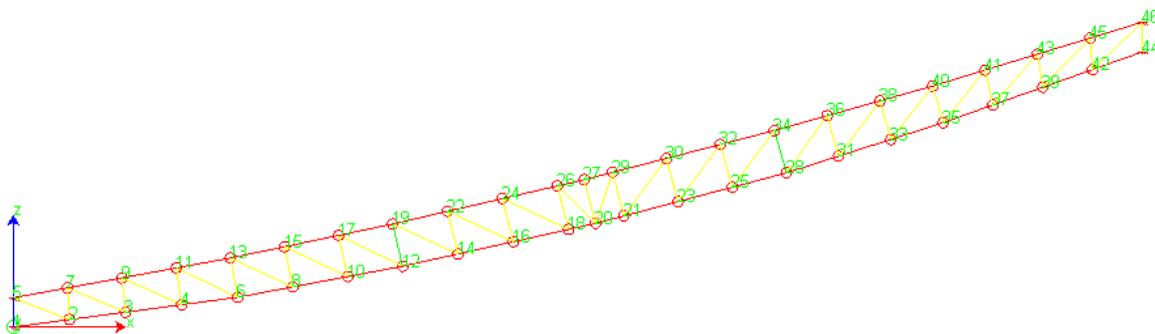
È stata eseguita sul modello una analisi nel rispetto della normativa vigente con lo scopo di valutare il comportamento globale della capriata.

L'attendibilità dei risultati è stata controllata attraverso il confronto con semplici calcolazioni, di larga massima, eseguiti con metodi tradizionali.

Prospetto



Numerazione nodale



Stato del programma:

Maschera dei vincoli corrente:

- $U_x = \text{LIBERA}$ $U_y = \text{LIBERA}$ $U_z = \text{LIBERA}$
- $R_x = \text{LIBERA}$ $R_y = \text{LIBERA}$ $R_z = \text{LIBERA}$

Nodi:

- Nodi attivi : 46 (Non appartenenti a solaio 46)
- Nodi con numerazione nodale bloccata : 0
- Nodi k : 4

Elementi:

- Trave : 44
- Biella : 45

Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [kg/cm ²]	v	α 1/[1/°C]	Peso Specifico [kg/m ³]
1	S275	Non specificato	2100000.0	0.33	0.000012	7850.0
2	S235	Non specificato	2100000.0	0.33	0.000012	7850.0

Trave Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]					
9	2	_ _ 2-120x80x8/0(D.B.)					
10	1	_ _ 2-100x50x8/0(D.B.)					
Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
9	30.99	451	269	0	7	1.8	2.2
10	22.90	232	68	0	5	1.6	2.1

Biella Lista sezioni introdotte:

Sezione	Materiale	Dimensioni [cm]					
1	2	_ _ Equal Flanges 2-30x4/0(D.B.)					
2	2	_ _ Equal Flanges 2-40x4/0(D.B.)					
3	2	_ _ Equal Flanges 2-45x5/0(D.B.)					
4	2	_ _ Equal Flanges 2-50x5/0(D.B.)					
5	2	_ _ Equal Flanges 2-25x3/0(D.B.)					
6	2	_ _ Equal Flanges 2-35x5/0(D.B.)					
7	2	_ _ Equal Flanges 2-45x5/0(D.B.)					
8	2	_ _ Equal Flanges 2-60x8/0(D.B.)					
9	2	_ _ Equal Flanges 2-40x4/0 giunto flangiato(D.B.)					
Sezione	Area [cm ²]	Jx [cm ⁴]	Jy [cm ⁴]	Jxy [cm ⁴]	Jt [cm ⁴]	Xx	Xy
1	4.54	4	7	0	0	2.0	1.6
2	6.16	9	17	0	0	2.1	1.8
3	8.61	16	30	0	1	2.0	1.7
4	9.61	22	41	0	1	2.1	1.8
5	2.84	2	3	0	0	2.1	1.7
6	6.56	7	14	0	1	2.0	1.6
7	8.61	16	30	0	1	2.0	1.7
8	18.06	58	115	0	4	2.0	1.7
9	6.16	9	17	0	0	2.1	1.8

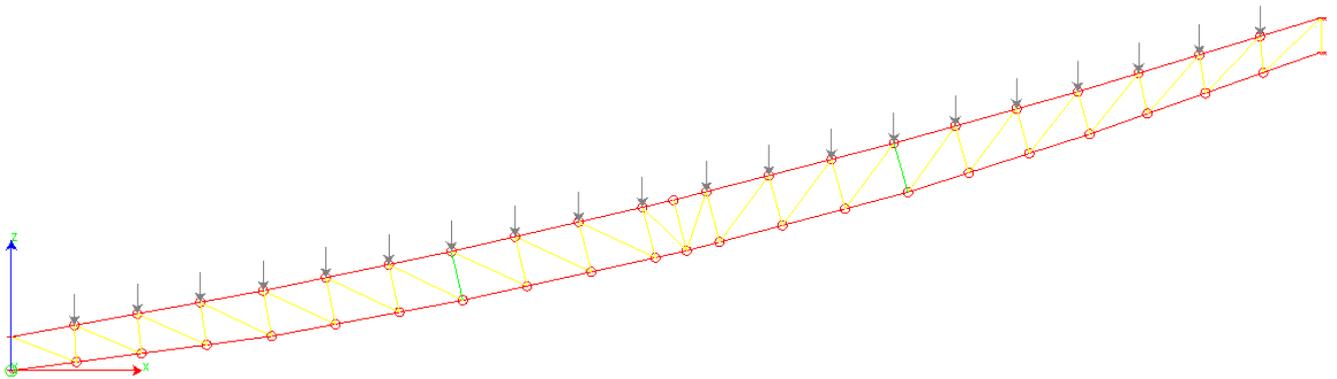
Analisi dei carichi in copertura

	q_k (daN/m ²)
<u>Peso Proprio struttura G_1:</u>	(*)
<u>Carichi Permanenti non strutturali G_2:</u>	
coibente disposto all'intradosso della capriata (esistente)	3
lamiera grecata coibentata disposta all'estradosso della capriata (esistente)	9,24
lastra Drytec (di nuova formazione) posizionata sopra la lamiera grecata esistente	4
<u>Carichi Variabili Q:</u>	
Neve	80
Manutenzione	50

(*) il peso proprio della struttura lo prende in automatico il programma di calcolo

La capriata è stata modellata disponendo i carichi, trasmessi dagli arcarecci, sui singoli nodi.

Schema carichi agenti



Di seguito si riportano i listati ottenuti dal modello di calcolo e la verifica degli elementi strutturali costituenti la capriata.

Verifica elementi strutturali della capriata

Caratteristiche meccaniche dei profili angolari (montanti della capriata), acciaio tipo S235.

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione <u> </u> Equal Flanges 2-30x4/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	4.50 [cm ²]		
Jx	4 [cm ⁴]	Wx	2 [cm ²]
ix	0.89 [cm]	Zx	3 [cm ²]
Jy	7 [cm ⁴]	Wy	2 [cm ²]
iy	1.25 [cm]	Zy	4 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	0 [cm ⁴]	Cw	3 [cm ⁶]
Xx	1.99857	Xy	1.63146
Jmin	7 [cm ⁴]	Jmax	4 [cm ⁴]
i min	1.25 [cm]	i max	0.89 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione <u> </u> Equal Flanges 2-40x4/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	6.16 [cm ²]		
Jx	9 [cm ⁴]	Wx	3 [cm ²]
ix	1.20 [cm]	Zx	6 [cm ²]
Jy	17 [cm ⁴]	Wy	4 [cm ²]
iy	1.64 [cm]	Zy	7 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	0 [cm ⁴]	Cw	14 [cm ⁶]
Xx	2.08176	Xy	1.77356
Jmin	17 [cm ⁴]	Jmax	9 [cm ⁴]
i min	1.64 [cm]	i max	1.20 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione <u> </u> Equal Flanges 2-45x5/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	8.61 [cm ²]		
Jx	16 [cm ⁴]	Wx	5 [cm ²]
ix	1.35 [cm]	Zx	9 [cm ²]
Jy	30 [cm ⁴]	Wy	7 [cm ²]
iy	1.86 [cm]	Zy	11 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	1 [cm ⁴]	Cw	30 [cm ⁶]
Xx	2.04817	Xy	1.72611
Jmin	30 [cm ⁴]	Jmax	16 [cm ⁴]
i min	1.86 [cm]	i max	1.35 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione <u> </u> Equal Flanges 2-50x5/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	9.61 [cm ²]		
Jx	22 [cm ⁴]	Wx	6 [cm ²]
ix	1.51 [cm]	Zx	11 [cm ²]
Jy	41 [cm ⁴]	Wy	8 [cm ²]
iy	2.06 [cm]	Zy	13 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	1 [cm ⁴]	Cw	53 [cm ⁶]
Xx	2.08769	Xy	1.7833
Jmin	41 [cm ⁴]	Jmax	22 [cm ⁴]
i min	2.06 [cm]	i max	1.51 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Le sollecitazioni da sforzo normale massime indotte nei rispettivi elementi sono:

Biella Sezione numero 1 Equal Flanges 2-30x4/0

Sforzo normale Min asta 18 26 289.0 [kg] Comb. 2 Max asta 20 27 1486.4 [kg] Comb. 1

Biella Sezione numero 2 Equal Flanges 2-40x4/0

Sforzo normale Min asta 14 22 1536.8 [kg] Comb. 2 Max asta 6 13 6311.9 [kg] Comb. 1

Biella Sezione numero 3 Equal Flanges 2-45x5/0

Sforzo normale Min asta 4 11 4024.9 [kg] Comb. 2 Max asta 39 43 6638.7 [kg] Comb. 1

Biella Sezione numero 4 Equal Flanges 2-50x5/0

Sforzo normale Min asta 2 7 6213.3 [kg] Comb. 2 Max asta 44 46 9159.1 [kg] Comb. 1

Il montante (doppio angolare 50x50x5mm) maggiormente sollecitato è sottoposto ad una compressione pari a $N_{Ed}=9159\text{kg}$ pertanto la tensione massima indotta è pari a $f_{Ed}=1125\text{kg/cm}^2$ che risulta inferiore a $f_d=2238\text{kg/cm}^2 \rightarrow$ verifica soddisfatta!!

Caratteristiche meccaniche dei profili angolari (diagonali tesi della capriata), acciaio tipo S235.

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione _ _ Equal Flanges 2-25x3/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	2.84 [cm ²]		
Jx	2 [cm ⁴]	Wx	1 [cm ³]
ix	0.75 [cm]	Zx	2 [cm ²]
Jy	3 [cm ⁴]	Wy	1 [cm ³]
iy	1.04 [cm]	Zy	2 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	0 [cm ⁴]	Cw	1 [cm ⁶]
Xx	2.08563	Xy	1.6982
Jmin	3 [cm ⁴]	Jmax	2 [cm ⁴]
i min	1.04 [cm]	i max	0.75 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione _ _ Equal Flanges 2-35x5/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	6.63 [cm ²]		
Jx	7 [cm ⁴]	Wx	3 [cm ³]
ix	1.04 [cm]	Zx	5 [cm ²]
Jy	14 [cm ⁴]	Wy	4 [cm ³]
iy	1.47 [cm]	Zy	7 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	1 [cm ⁴]	Cw	8 [cm ⁶]
Xx	1.99152	Xy	1.60016
Jmin	14 [cm ⁴]	Jmax	7 [cm ⁴]
i min	1.47 [cm]	i max	1.04 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione _ _ Equal Flanges 2-45x5/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	8.61 [cm ²]		
Jx	16 [cm ⁴]	Wx	5 [cm ³]
ix	1.35 [cm]	Zx	9 [cm ²]
Jy	30 [cm ⁴]	Wy	7 [cm ³]
iy	1.86 [cm]	Zy	11 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	1 [cm ⁴]	Cw	30 [cm ⁶]
Xx	2.04817	Xy	1.72611
Jmin	30 [cm ⁴]	Jmax	16 [cm ⁴]
i min	1.86 [cm]	i max	1.35 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione _ _ Equal Flanges 2-60x8/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo		Profilo laminato a caldo	
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	18.03 [cm ²]		
Jx	58 [cm ⁴]	Wx	14 [cm ³]
ix	1.80 [cm]	Zx	25 [cm ²]
Jy	115 [cm ⁴]	Wy	19 [cm ³]
iy	2.52 [cm]	Zy	32 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	4 [cm ⁴]	Cw	199 [cm ⁶]
Xx	2.01745	Xy	1.66096
Jmin	115 [cm ⁴]	Jmax	58 [cm ⁴]
i min	2.52 [cm]	i max	1.80 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Le sollecitazioni da sforzo normale massime indotte nei rispettivi elementi sono:

Biella Sezione numero 5 _||_ Equal Flanges 2-25x3/0

Sforzo normale Min asta 12 17 -3779.8 [kg] Comb. 1 Max asta 18 24 -355.9 [kg] Comb. 2

Biella Sezione numero 6 _||_ Equal Flanges 2-35x5/0

Sforzo normale Min asta 8 13 -7155.0 [kg] Comb. 1 Max asta 31 38 -3499.1 [kg] Comb. 2

Biella Sezione numero 7 _||_ Equal Flanges 2-45x5/0

Sforzo normale Min asta 37 43 -10579.1 [kg] Comb. 1 Max asta 6 11 -5882.6 [kg] Comb. 2

Biella Sezione numero 8 _||_ Equal Flanges 2-60x8/0

Sforzo normale Min asta 42 46 -19244.8 [kg] Comb. 1 Max asta 3 7 -10204.6 [kg] Comb. 2

Il diagonale (doppio angolare 60x60x8mm) maggiormente sollecitato è sottoposto ad una trazione pari a $N_{Ed} = -19245\text{kg}$;

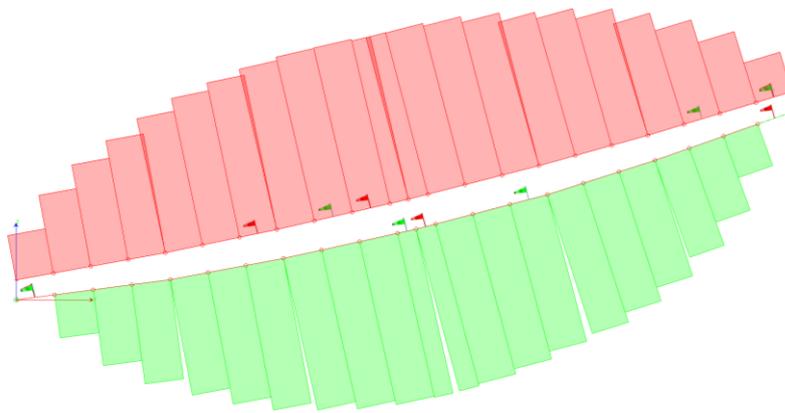
la resistenza di progetto a trazione della sezione è $N_{t,Rd} = 40285\text{kg}$ → verifica soddisfatta!!

Caratteristiche meccaniche dei profili angolari (corrente inferiore acciaio S275 e corrente superiore acciaio S235).

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione _ _ 2-120x80x8/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo	Profilo laminato a caldo		
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	80.93 [cm ²]		
Jx	451 [cm ⁴]	Wx	55 [cm ³]
ix	3.82 [cm]	Zx	101 [cm ²]
Jy	269 [cm ⁴]	Wy	34 [cm ³]
iy	2.95 [cm]	Zy	58 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	7 [cm ⁴]	Cw	3008 [cm ⁶]
Xx	1.80309	Xy	2.20927
Jmin	269 [cm ⁴]	Jmax	451 [cm ⁴]
i min	2.95 [cm]	i max	3.82 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Caratteristiche Inerziali			
Denominazione _ _ 2-100x50x8/0			
Tipologia e dati generali			
Tipo	Profilo laminato a caldo		
Curva di instabilità nel piano 1/2		c	Piano 1/3 c
Caratteristiche inerziali standard			
Area	22.91 [cm ²]		
Jx	232 [cm ⁴]	Wx	36 [cm ³]
ix	3.18 [cm]	Zx	64 [cm ²]
Jy	68 [cm ⁴]	Wy	14 [cm ³]
iy	1.72 [cm]	Zy	26 [cm ²]
Jxy	0 [cm ⁴]	Taglio/Torsione	
Jt	5 [cm ⁴]	Cw	622 [cm ⁶]
Xx	1.60484	Xy	2.14461
Jmin	68 [cm ⁴]	Jmax	232 [cm ⁴]
i min	1.72 [cm]	i max	3.18 [cm]
Alpha	0.00 [°]		

Le sollecitazioni da sforzo normale massime indotte nei rispettivi elementi sono:



corrente superiore

Trave Sezione numero 9 _||_ 2-120x80x8/0

Sforzo normale Min asta 45 46 11169.3 [kg] Comb. 2 Max asta 24 26 59199.8 [kg] Comb. 1

Il corrente superiore (doppio angolare 120x80x8mm) maggiormente sollecitato è sottoposto ad una compressione pari a $N_{Ed}=59200\text{kg}$ pertanto la tensione massima indotta è pari a $f_{Ed}=1910\text{kg/cm}^2$ che risulta inferiore a $f_d=2238\text{kg/cm}^2$ → verifica soddisfatta!!

corrente inferiore

Trave Sezione numero 10 _||_ 2-100x50x8/0

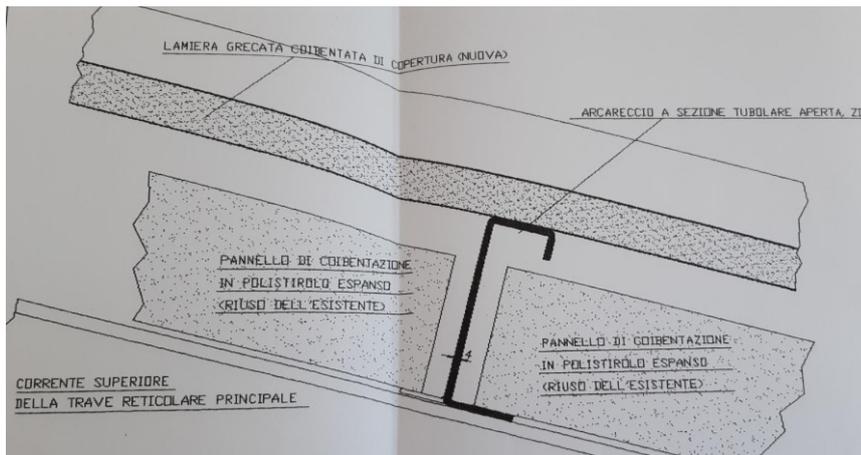
Sforzo normale Min asta 18 20 -59007.6 [kg] Comb. 1 Max asta 1 2 6.7 [kg] Comb. 1

Il corrente inferiore (doppio angolare 100x40x8mm) maggiormente sollecitato è sottoposto ad una trazione pari a $N_{Ed} = - 59008\text{kg}$;

la resistenza di progetto a trazione della sezione è $N_{t,Rd} = 59976\text{kg}$ → verifica soddisfatta!!

Verifica arcarecci esistenti

La sezione allo stato attuale è la seguente:



Analisi dei carichi

peso proprio (non strutturale) $G = 17\text{kg/mq}$

accidentali (neve) $Q = 80\text{kg/mq}$

Cautelativamente si procede considerando la combinazione di carico più gravosa, ovvero quella in presenza della neve:

Stati Limite Ultimi

$$Q_{SLU} = 1.3 \times G + 1.5 \times Q = 22.1 + 120 = 142,1\text{kg/mq}$$

Stati Limite Esercizio

$$Q_{SLE} = G + Q = 17 + 80 = 97\text{kg/mq}$$

La copertura è formata da n.15 capriate disposte con interasse di circa 3.25m e da arcarecci disposti in corrispondenza dei nodi della capriata ($i_{\text{arcarecci}} = 1,3\text{m}$).

Essendo il peso proprio dell'arcareccio $p = 8,1\text{kg/ml}$ ne segue che il carico a metro lineare che agisce sul singolo arcareccio è:

$$q_{SLU} = Q_{SLU} \times i_{\text{arcarecci}} + \gamma_G \times p = 142,1 \times 1,30\text{m} + 1.3 \times 8,1 = 195,26 \text{ kg/m}$$

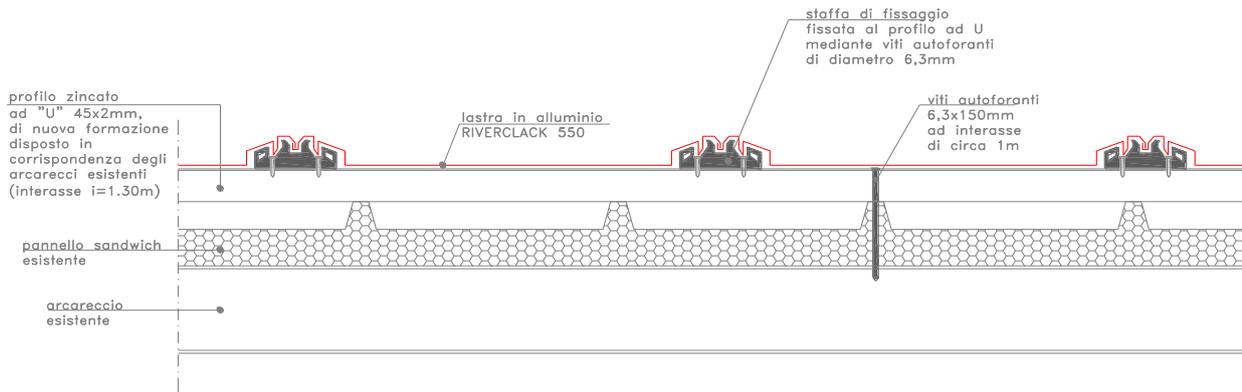
mentre il carico concentrato sul singolo nodo della capriata è:

$$F_{Ed} = q_{SLU} \times i_{\text{capriate}} = 195,26 \times 3,25\text{m} = 634,60 \text{ kg}$$

Caratteristiche meccaniche dell'arcareccio (S235):

$$A=10,32\text{cm}^2; W_x=37,23\text{cm}^3; W_y=11,52\text{cm}^3; J_x=247,23\text{cm}^4; J_y=46,55\text{cm}^4$$

Sezione tipo di progetto



Il carico a metro lineare che agisce sull'arcareccio è:

$$q_{\text{SLU}} = 195,26 \text{ kg/m (SLU)}$$

$$q_{\text{SLE}} = 134,2 \text{ kg/m (SLE)}$$

Verifica di resistenza

La lunghezza dell'arcareccio è $l=3.25\text{m}$

Il momento flettente sollecitante risulta $M_{\text{Ed}} = q_{\text{SLU}} l^2 / 8 = 258 \text{kgm}$

Il momento resistente $M_{\text{Rd}} = f_{\text{yd}} W_x / 1.05 = 2350 \times 37,23 / 1,05 = 833 \text{kgm}$

Risulta $M_{\text{Ed}} < M_{\text{Rd}}$ VERIFICATO!!

Verifica a deformazione

$$q_{\text{SLE}} = 134,2 \text{ kg/m (SLE)}$$

La lunghezza dell'arcareccio è $l=3.25\text{m}$

L'abbassamento massimo risulta: $f = 0.013 (q_{\text{SLE}} \times l^4) / (E J_x) = 0.37 \text{cm}$

La massima freccia teorica è $f_{\text{amm}} = l/250 = 1.3 \text{cm}$

Risulta $f < f_{\text{amm}}$ VERIFICATO!!

CONCLUSIONI

Dai sopralluoghi, dai risultati delle prove distruttive e non, dalle varie considerazioni e verifiche analitiche effettuate si può concludere che l'intervento previsto in oggetto, che prevede la disposizione di una nuova lastra in alluminio di tipo Riverclack 550 avente spessore 8mm, è fattibile e non compromette la staticità delle opere strutturali esistenti delle capriate in carpenteria metallica.

Il tecnico
Dott. Ing. Ivan Lombardo

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia superiore 80x120x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D1 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	421
2	416
3	428
4	418
5	442
6	418
7	421
8	419
9	418
10	418

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	422	+/- 8
	Durezza Vickers	HV	155	+/- 6
	Durezza Brinell	HB	153	+/- 6
	Resistenza a trazione stimata	MPa	510	+/- 20

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia superiore 80x120x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D2 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	407
2	437
3	446
4	422
5	430
6	427
7	431
8	432
9	431
10	451

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	431	+/- 12
	Durezza Vickers	HV	163	+/- 10
	Durezza Brinell	HB	161	+/- 9
	Resistenza a trazione stimata	MPa	530	+/- 30

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19		
Data:	10/12/2019		
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici		
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo		
Cantiere:	Piscina Comunale		
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli		
Elemento indagato:	Briglia inferiore 50x100x8		
Indagine:	Prova con Durometro Portatile	D3	
	ISO 16859-1:2015	ASTM A 956-06	ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	444
2	455
3	429
4	396
5	421
6	379
7	403
8	397
9	410
10	407

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	414	+/- 23
	Durezza			
	Vickers	HV	150	+/- 18
	Durezza			
	Brinell	HB	148	+/- 18
	Resistenza a trazione stimata	MPa	490	+/- 60

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia inferiore 50x100x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D4 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	398
2	429
3	460
4	441
5	431
6	443
7	434
8	448
9	426
10	434

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	434	+/- 16
	Durezza			
	Vickers	HV	166	+/- 13
	Durezza			
	Brinell	HB	163	+/- 13
	Resistenza a trazione stimata	MPa	540	+/- 40

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19		
Data:	10/12/2019		
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici		
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo		
Cantiere:	Piscina Comunale		
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli		
Elemento indagato:	Diagonale 45x45x5		
Indagine:	Prova con Durometro Portatile	D5	
	ISO 16859-1:2015	ASTM A 956-06	ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	437
2	426
3	417
4	444
5	437
6	444
7	440
8	446
9	437
10	462

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	439	+/- 12
	Durezza Vickers	HV	169	+/- 10
	Durezza Brinell	HB	167	+/- 10
	Resistenza a trazione stimata	MPa	550	+/- 30

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Montante 45x45x5
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D6 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	438
2	409
3	405
4	440
5	417
6	437
7	446
8	434
9	415
10	437

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	428	+/- 15
	Durezza			
	Vickers	HV	160	+/- 12
	Durezza			
	Brinell	HB	158	+/- 11
	Resistenza a trazione stimata	MPa	520	+/- 35

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Montante 45x45x5
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D7 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	410
2	424
3	430
4	417
5	420
6	428
7	403
8	434
9	414
10	418

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	420	+/- 10
	Durezza			
	Vickers	HV	154	+/- 7
	Durezza			
	Brinell	HB	152	+/- 7
	Resistenza a trazione stimata	MPa	500	+/- 25

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia superiore 80x120x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D8 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	436
2	455
3	432
4	424
5	419
6	452
7	438
8	433
9	432
10	443

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	436	+/- 11
	Durezza Vickers	HV	167	+/- 9
	Durezza Brinell	HB	165	+/- 9
	Resistenza a trazione stimata	MPa	540	+/- 30

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia superiore 80x120x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D9 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	445
2	406
3	430
4	456
5	472
6	440
7	448
8	440
9	442
10	430

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	441	+/- 17
	Durezza Vickers	HV	171	+/- 14
	Durezza Brinell	HB	169	+/- 14
	Resistenza a trazione stimata	MPa	560	+/- 45

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia inferiore 50x100x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D10 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	434
2	424
3	425
4	455
5	427
6	438
7	435
8	432
9	444
10	444

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	436	+/- 10
	Durezza			
	Vickers	HV	167	+/- 8
	Durezza			
	Brinell	HB	164	+/- 8
	Resistenza a			
	trazione stimata	MPa	540	+/- 25

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia inferiore 50x100x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D11 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	457
2	441
3	427
4	451
5	416
6	446
7	433
8	434
9	419
10	446

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	437	+/- 14
	Durezza Vickers	HV	168	+/- 11
	Durezza Brinell	HB	165	+/- 11
	Resistenza a trazione stimata	MPa	550	+/- 35

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Montante 45x45x5
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D12 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	415
2	423
3	433
4	435
5	405
6	445
7	421
8	430
9	431
10	425

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	426	+/- 11
	Durezza			
	Vickers	HV	159	+/- 9
	Durezza			
	Brinell	HB	157	+/- 9
	Resistenza a trazione stimata	MPa	520	+/- 30

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Montante 45x45x5
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D13 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	425
2	441
3	458
4	435
5	426
6	428
7	421
8	444
9	438
10	456

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	437	+/- 13
	Durezza			
	Vickers	HV	168	+/- 11
	Durezza			
	Brinell	HB	166	+/- 10
	Resistenza a			
	trazione stimata	MPa	550	+/- 35

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Diagonale 45x45x5
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D14 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	438
2	455
3	419
4	445
5	430
6	438
7	448
8	461
9	422
10	447

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	440	+/- 14
	Durezza Vickers	HV	170	+/- 11
	Durezza Brinell	HB	168	+/- 11
	Resistenza a trazione stimata	MPa	550	+/- 35

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia superiore 80x120x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D15 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	432
2	420
3	404
4	462
5	430
6	417
7	423
8	441
9	435
10	415

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza Leeb	HLD	428	+/- 16
	Durezza Vickers	HV	161	+/- 13
	Durezza Brinell	HB	158	+/- 13
	Resistenza a trazione stimata	MPa	520	+/- 40

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19		
Data:	10/12/2019		
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici		
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo		
Cantiere:	Piscina Comunale		
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli		
Elemento indagato:	Briglia superiore 80x120x8		
Indagine:	Prova con Durometro Portatile	D16	
	ISO 16859-1:2015	ASTM A 956-06	ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	434
2	429
3	422
4	487
5	448
6	442
7	467
8	459
9	454
10	452

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	449	+/- 19
	Durezza			
	Vickers	HV	178	+/- 17
	Durezza			
	Brinell	HB	176	+/- 16
	Resistenza a			
	trazione stimata	MPa	580	+/- 55

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia inferiore 50x100x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D17 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	463
2	430
3	454
4	408
5	425
6	496
7	446
8	437
9	424
10	444

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	443	+/- 25
	Durezza			
	Vickers	HV	173	+/- 21
	Durezza			
	Brinell	HB	170	+/- 20
	Resistenza a trazione stimata	MPa	560	+/- 70

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Briglia inferiore 50x100x8
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D18 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	444
2	436
3	431
4	441
5	413
6	428
7	428
8	453
9	437
10	446

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	436	+/- 11
	Durezza			
	Vickers	HV	167	+/- 9
	Durezza			
	Brinell	HB	164	+/- 9
	Resistenza a trazione stimata	MPa	540	+/- 30

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19		
Data:	10/12/2019		
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici		
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo		
Cantiere:	Piscina Comunale		
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli		
Elemento indagato:	Montante 45x45x5		
Indagine:	Prova con Durometro Portatile	D19	
	ISO 16859-1:2015	ASTM A 956-06	ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	410
2	449
3	458
4	429
5	427
6	453
7	419
8	425
9	442
10	441

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	435	+/- 16
	Durezza			
	Vickers	HV	166	+/- 13
	Durezza			
	Brinell	HB	164	+/- 12
	Resistenza a trazione stimata	MPa	540	+/- 40

IGETECMA S.n.c.	RP 545/19
Data:	10/12/2019
Committente:	Comune di Empoli - Ufficio Lavori Pubblici
Responsabile delle prove	Ing. Ivan Lombardo
Cantiere:	Piscina Comunale
Indirizzo:	Via delle Olimpiadi, Empoli
Elemento indagato:	Diagonale 45x45x5
Indagine:	Prova con Durometro Portatile D20 ISO 16859-1:2015 ASTM A 956-06 ASTM E-140_2002

N° battuta	Indice HLD
1	444
2	465
3	437
4	424
5	469
6	476
7	434
8	413
9	476
10	439

Direzione di battuta: Orizzontale

Valori Medi	Durezza			
	Leeb	HLD	448	+/- 22
	Durezza			
	Vickers	HV	177	+/- 19
	Durezza			
	Brinell	HB	174	+/- 18
	Resistenza a			
	trazione stimata	MPa	580	+/- 60