

***RILIEVO TENSIONAMENTO TIRANTI
IN ACCIAIO TRAVI DI COPERTURA
“xxxxxxxxxxxxx”***

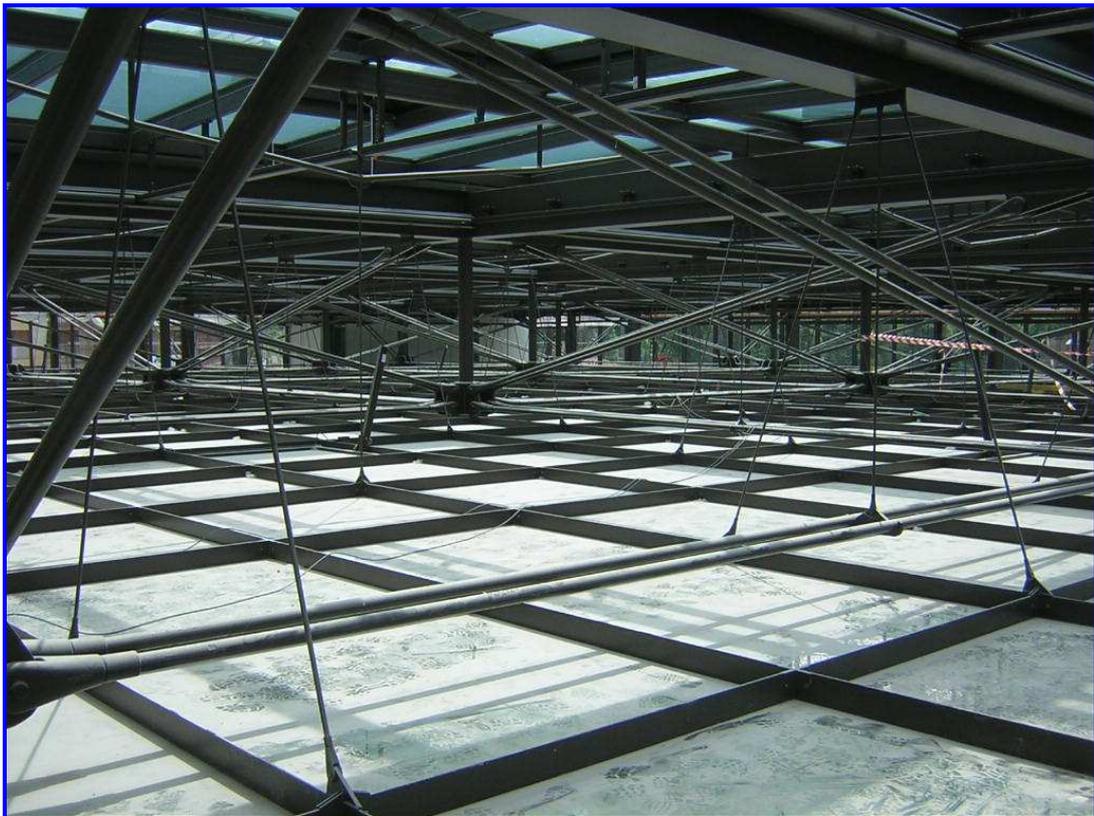
PROVA N. 3296/BZ

17 giugno 2005

Committente: **xxxxxxxxxxxxx**

Collaudatore: **dott. ing. xxxxxxxxxxx**

Relatore: **dott. ing. xxxxxxxxxxx**



Tiranti in acciaio della copertura “xxxxxxxxxxxxx”

INDICE

1. PREMESSA	3
2. RILEVAZIONI DINAMICHE.....	4
2.1 <i>Strumentazione impiegata</i>	4
2.2 <i>Posizione dei rilievi</i>	4
2.3 <i>Tecnica di misura dello stato tensionale</i>	5
2.4 <i>Modalità di acquisizione ed elaborazione</i>	6
2.5 <i>Analisi dei risultati</i>	6
01) <i>Tir1Ds</i>	6
02) <i>Tir1Ss</i>	8
03) <i>Tir2Ds</i>	9
04) <i>Tir2Ss</i>	10
05) <i>Tir3Dc</i>	11
06) <i>Tir3Sc</i>	12
07) <i>Tir7Dc</i>	13
08) <i>Tir7Sc</i>	14
09) <i>Tir9Dc</i>	15
10) <i>Tir9Sc</i>	16
11) <i>Tir17Dc</i>	17
12) <i>Tir17Sc</i>	18
13) <i>Tir19Dc</i>	19
14) <i>Tir19Sc</i>	20
15) <i>Tir5Di</i>	21
16) <i>Tir5Si</i>	22
17) <i>Tir16Di</i>	23
18) <i>Tir16Si</i>	24
19) <i>Tir11Di</i>	25
20) <i>Tir11Si</i>	26
21) <i>Tir26Di</i>	27
22) <i>Tir26Si</i>	28
23) <i>Tir30Di</i>	29
24) <i>Tir30Si</i>	30
3. TABELLA RIEPILOGATIVA	31

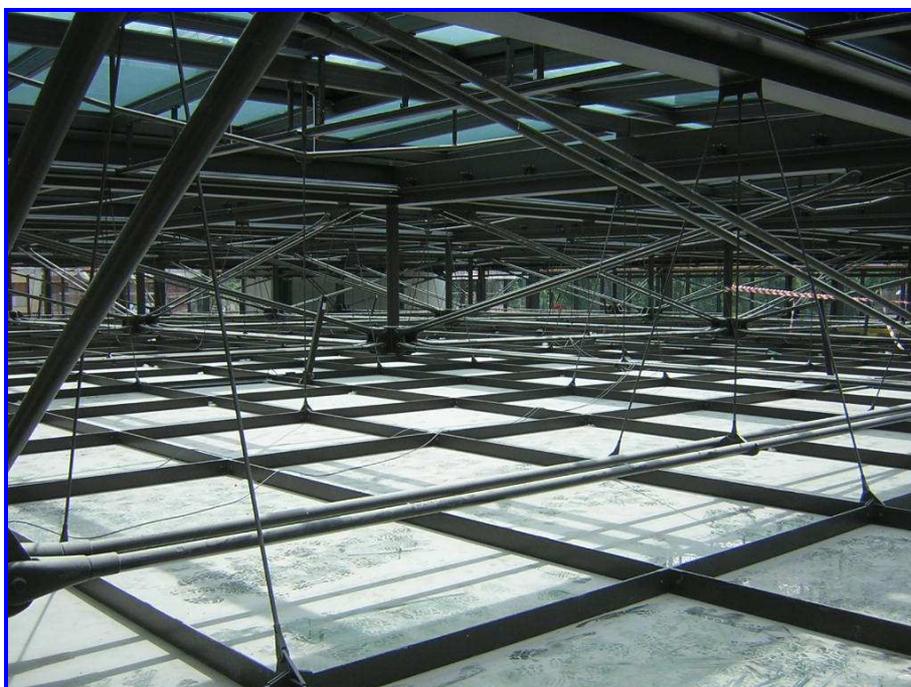
1. PREMESSA

La Società *4 EMME Service S.p.A.* specializzata nell'esecuzione di prove sperimentali su strutture in sito, è stata incaricata dalla **XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX** di eseguire delle indagini sperimentali su 24 tiranti in acciaio sostenenti le travi di copertura delle "XXXXXXXXXX", allo scopo di determinarne lo stato tensionale.

La scelta degli elementi strutturali da sottoporre a verifica è stata concordata in cantiere dal Collaudatore e dal Progettista.

Le misure sono state eseguite il 17 giugno 2005 ed alle stesse hanno assistito:

ing. xxxxxxxxxxxx	Collaudatore;
ing. xxxxxxxxxxxx	Delegato dello studio XXXXXXXXXXXX;
ing. xxxxxxxxxxxx	XXXXXXXXXX;
ing. xxxxxxxxxxxx	XXXXXXXXXX;
ing. xxxxxxxxxxxx	<i>4 EMME Service Spa ;</i>
ing. xxxxxxxxxxxx	<i>4 EMME Service Spa ;</i>
p.i. xxxxxxxxxxxx	<i>4 EMME Service Spa ;</i>



Tiranti in acciaio della copertura

2. RILEVAZIONI DINAMICHE

2.1 Strumentazione impiegata

La strumentazione impiegata per le rilevazioni è così composta:

- 1 accelerometro piezoelettrico PCB M19A:
 - sensibilità:* 500 mV/g;
 - campo:* $\pm 5g$;
 - risoluzione:* $1 \times 10^{-4} g$;
 - campo di frequenza:* 0,025-800 Hz;
- 1 unità di amplificazione e conversione analogico-digitale *DataShuttle Express*;
- 1 computer portatile *hp compaq nx5000*;
- software di elaborazione *DasyLab*.



Postazione d'acquisizione

2.2 Posizione dei rilievi

Si è utilizzato un accelerometro fissato in mezzeria dei tiranti indagati; le indagini sono state effettuate su 12 coppie di tiranti, la cui numerazione è riportata nel disegno sottostante.

Il significato degli indici che compariranno nei grafici e nelle tabelle degli allegati è il seguente:

Tir = tirante;

D = destra;

S = sinistra;

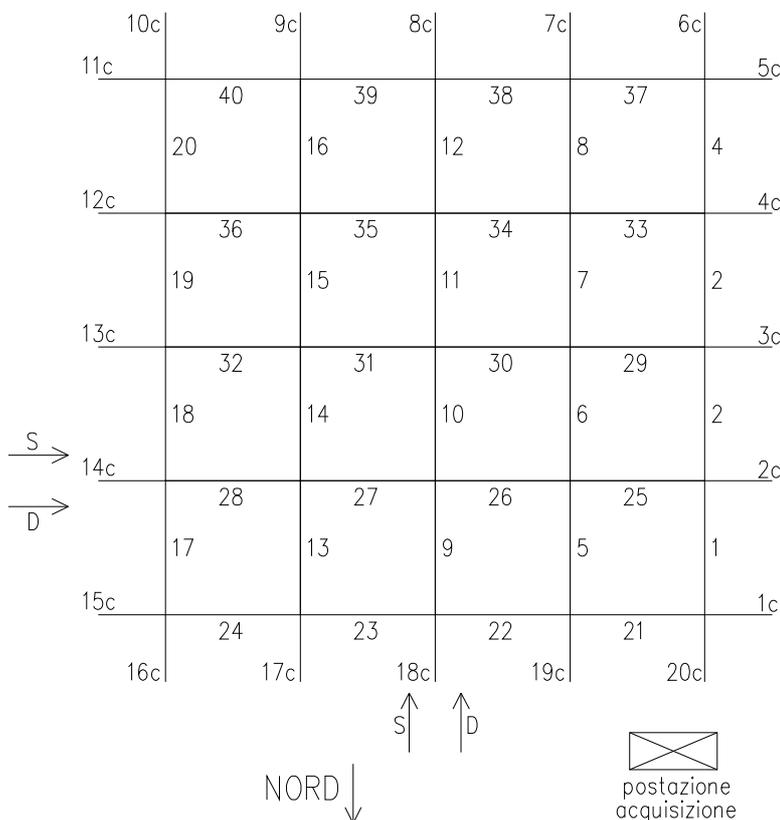
i = inferiore;

s = superiore;

c = tiranti corti esterni.

Esempio:

Tir 1Ss = Tirante 1, sinistro, superiore.



2.3 Tecnica di misura dello stato tensionale

La tecnica di misura dello stato tensionale si basa sul rilievo della frequenza fondamentale del tirante e successiva calcolazione della tensione attraverso la formula che lega tutti i parametri geometrici e meccanici con la forza di trazione e la frequenza.

Il metodo consiste nel fissare un accelerometro sul tirante e producendo una vibrazione attraverso uno spostamento forzato della mezzeria con successivo rilascio.

La registrazione del segnale è elaborata nel dominio dei tempi e delle frequenze, ottenendo un doppio controllo che permette di misurare il valore della frequenza fondamentale e constatare che rappresenti la frequenza del I modo di vibrare.



La formula che lega i numerosi parametri in gioco è:

$$f = \frac{1}{2L} \sqrt{g \cdot \frac{T + EJ(n^2 \pi^2 / L^2)}{P_u}}$$

che opportunamente elaborata fornisce

$$T = \frac{4 \cdot f^2 \cdot L^2 \cdot P_u}{g} - EJ(n^2 \pi^2 / L^2)$$

Dove:

T = tiro [N];

f = frequenza fondamentale [Hz];

L = luce del tirante [cm];

P_u = peso unitario per lunghezza [N/cm] (*peso specifico* 78.500 N/m³);

g = accelerazione di gravità (9,81 m/s²);

E = modulo di elasticità dell'acciaio (210.000 MPa);

J = momento d'inerzia baricentrico [cm⁴].

Le caratteristiche fisico meccaniche dei tiranti sono le seguenti:

Tipo tirante	ϕ [cm]	L [cm]
Tiranti superiori	4,8	657
Tiranti corti esterni	4,8	308
Tiranti inferiori delle maglie esterne	4,8	737
Tiranti inferiori delle 4 maglie centrali	6,4	737

2.4 Modalità di acquisizione ed elaborazione

Il segnale è stato acquisito senza nessuna preventiva elaborazione con frequenza di campionamento pari a 100 Hz per i tiranti superiori e inferiori e di 500 Hz per quelli corti esterni

I dati sono stati memorizzati sul disco rigido del nostro computer n. 224.

L'elaborazione è avvenuta utilizzando un software dedicato rispettoso delle indicazioni e delle formule riportate nelle norme UNI ISO 5347 e 5348.

La precisione delle misure sperimentali è pari a $\pm 0,05$ Hz.

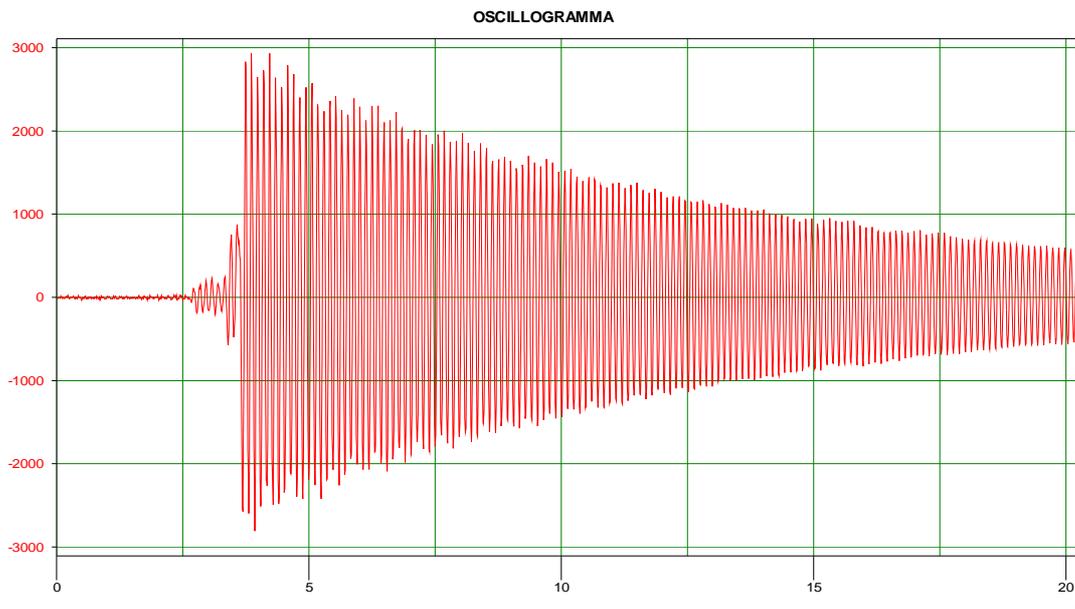
2.5 Analisi dei risultati

Nelle pagine seguenti sono riportati i grafici elaborati dai segnali acquisiti.

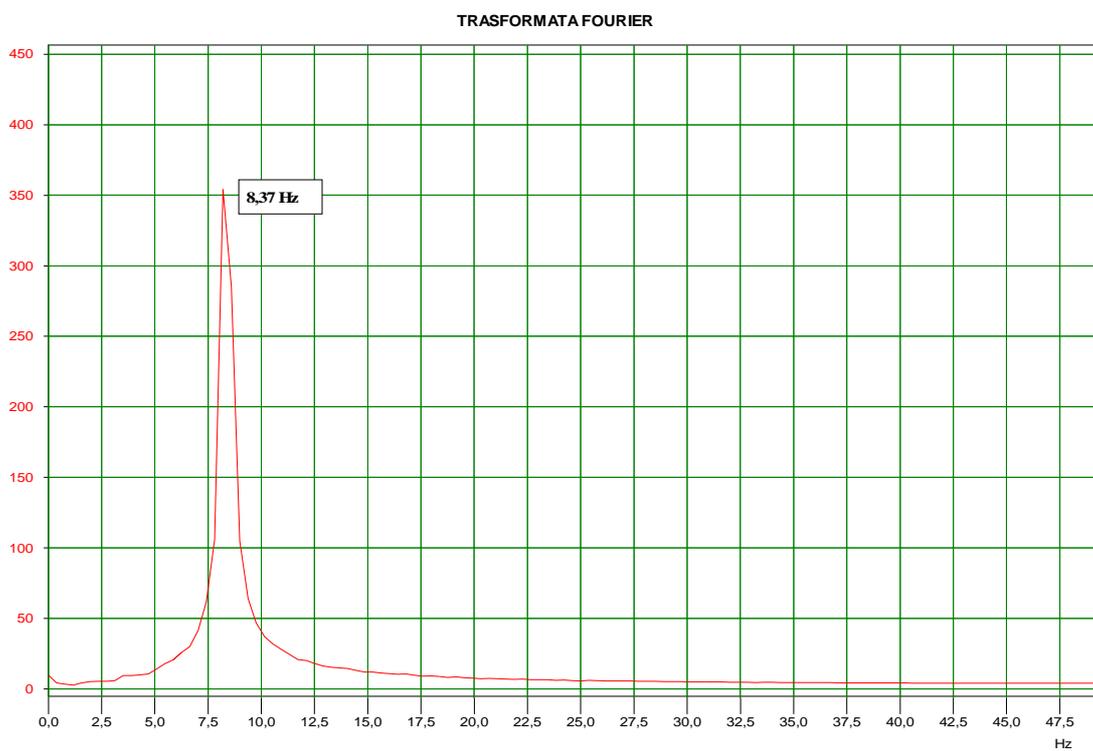
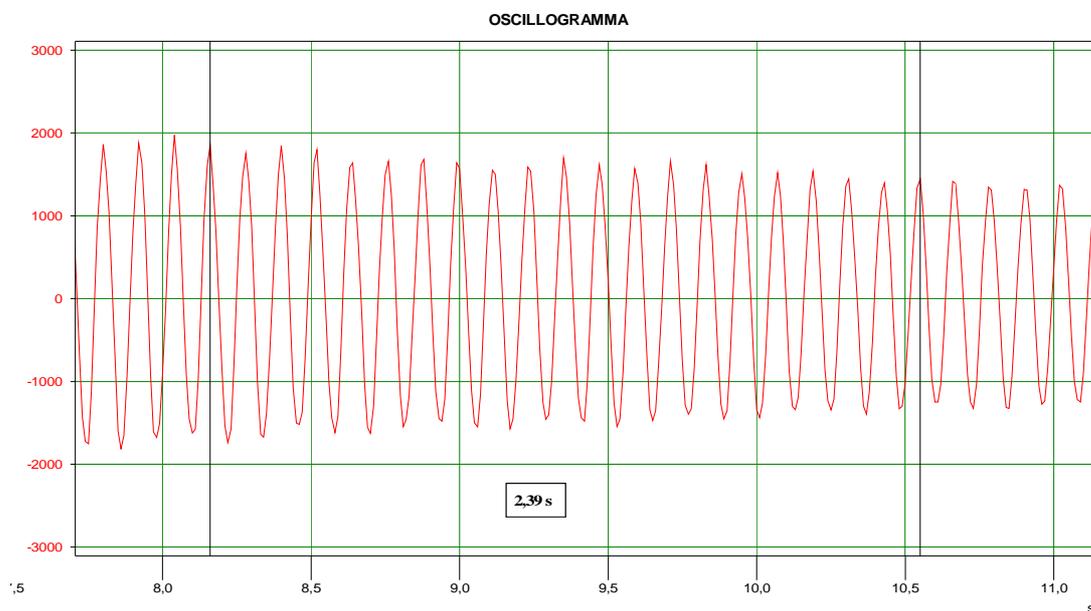
Per ogni acquisizione il primo grafico rappresenta l'oscillogramma del segnale (in ascissa il tempo ed in ordinata l'ampiezza in mm/s^2), o una sua finestra temporale e l'ultimo grafico lo spettro eseguito con la trasformata di Fourier

Dopo i grafici segue la tabella dei dati rilevati indicante il n° tirante, la frequenza rilevata, la luce del tirante, il diametro, il peso unitario, la forza T di trazione e in ultima colonna la tensione.

01) Tir1Ds

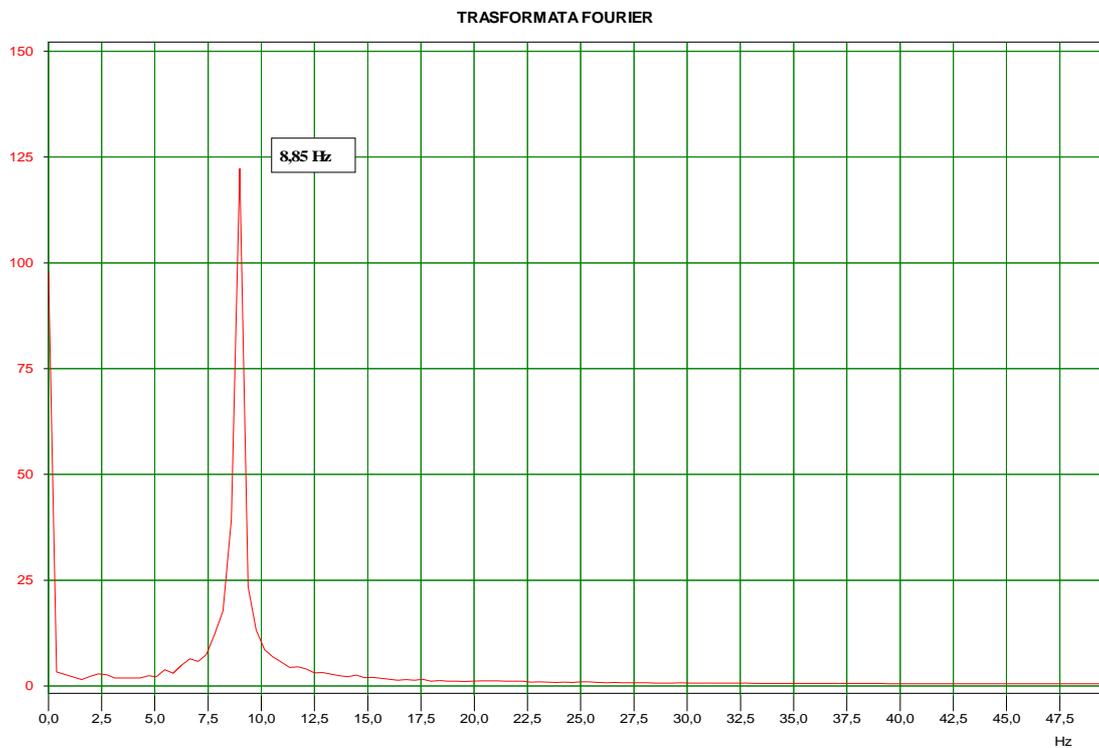
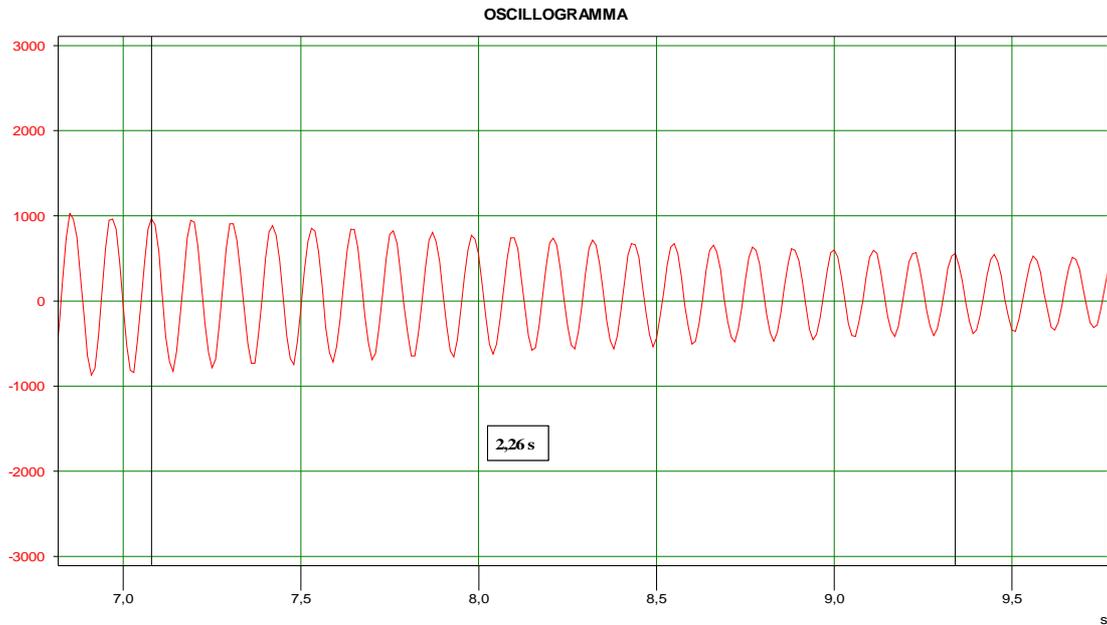


Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,39 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,39 = 8,37 \text{ Hz}$.



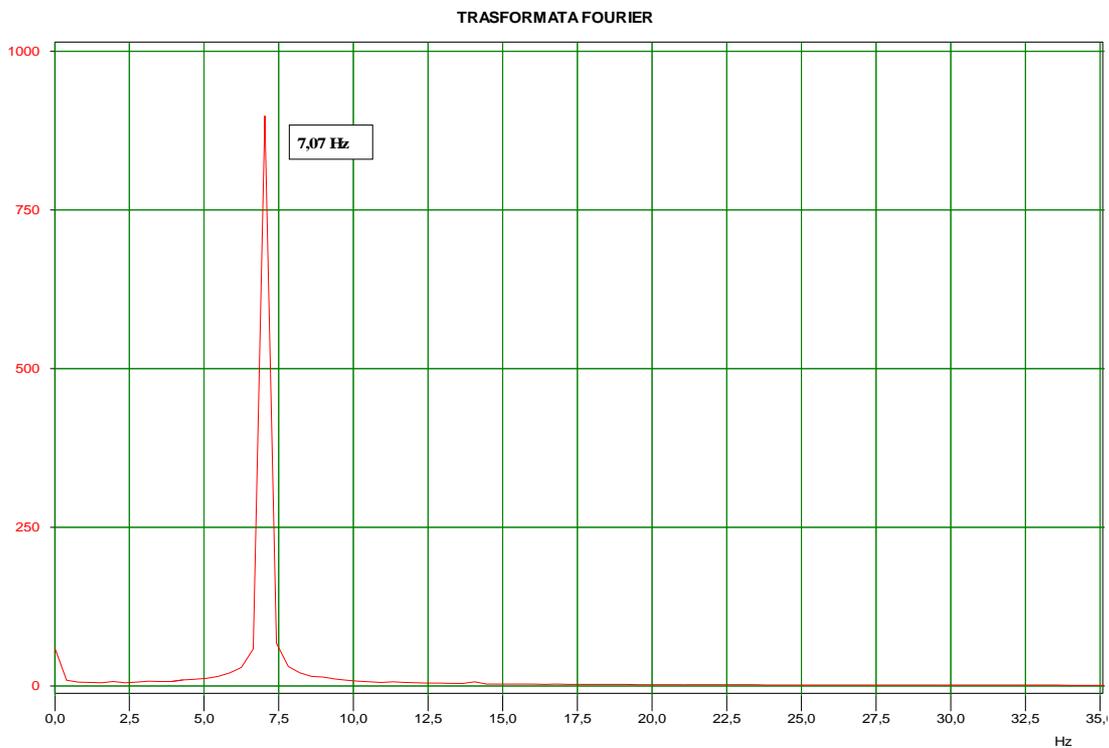
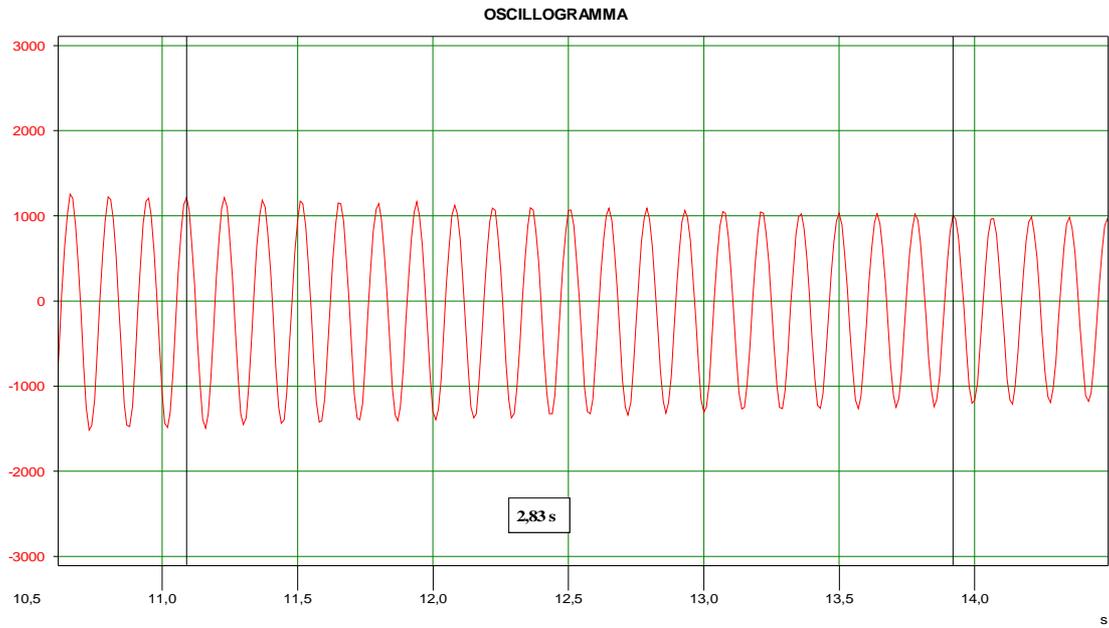
02) Tir1Ss

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,26 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,26 = 8,85 \text{ Hz}$.



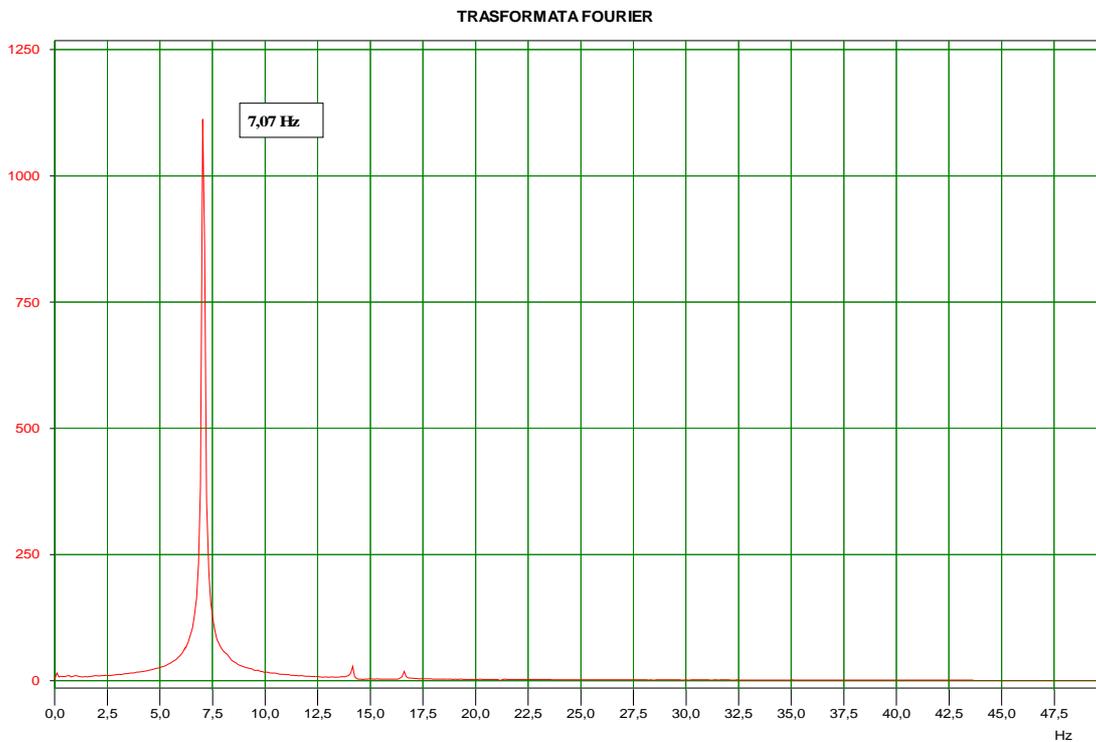
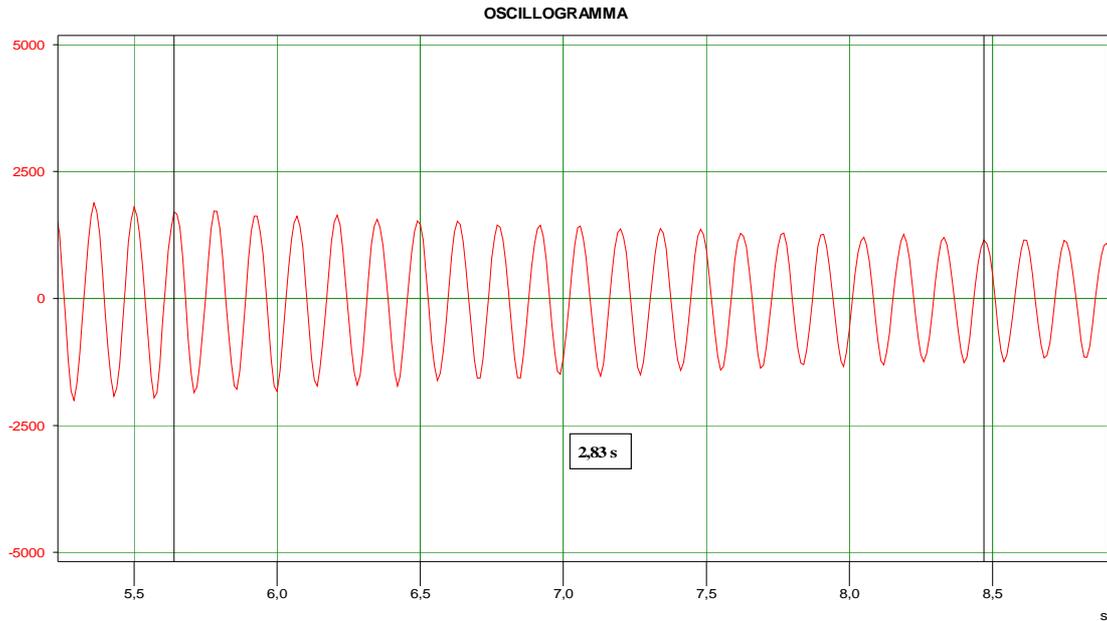
03) Tir2Ds

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,83 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,83 = 7,07 \text{ Hz}$.



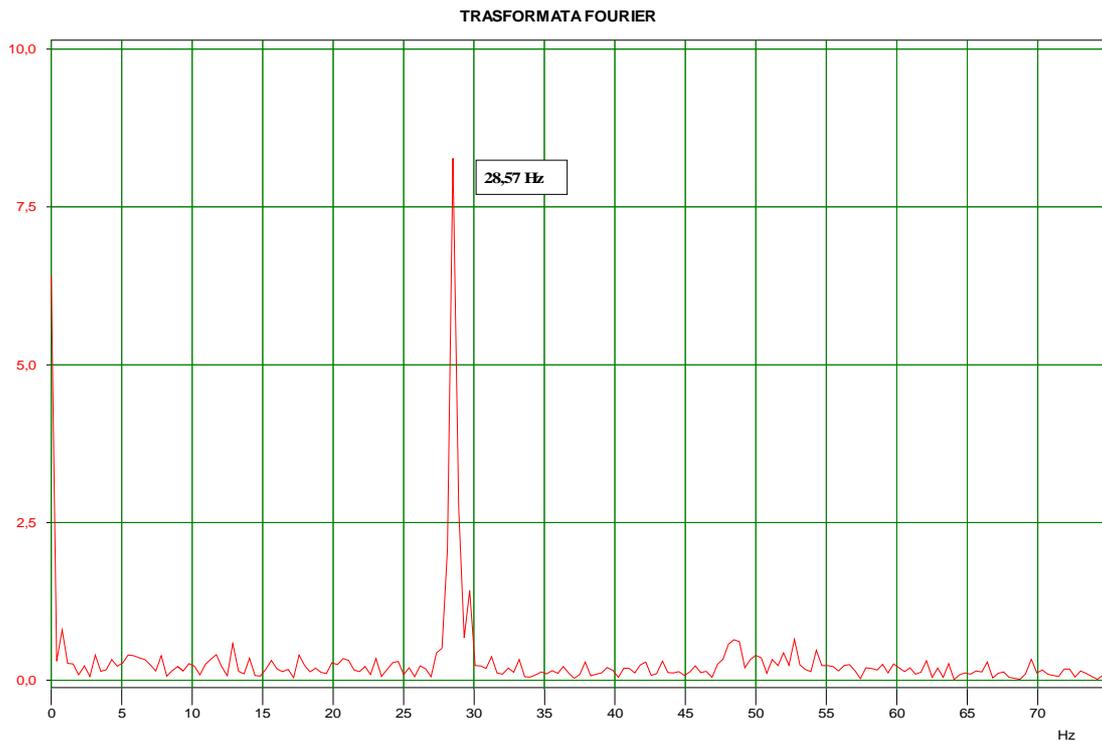
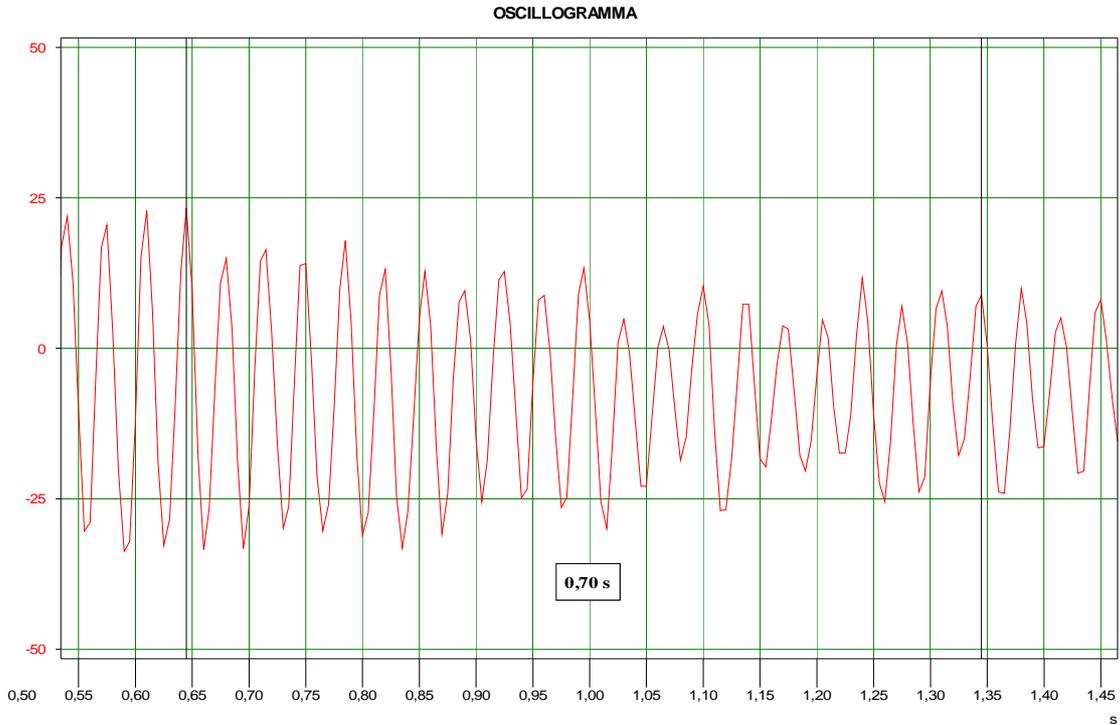
04) Tir2Ss

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,83 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,83 = 7,07 \text{ Hz}$.



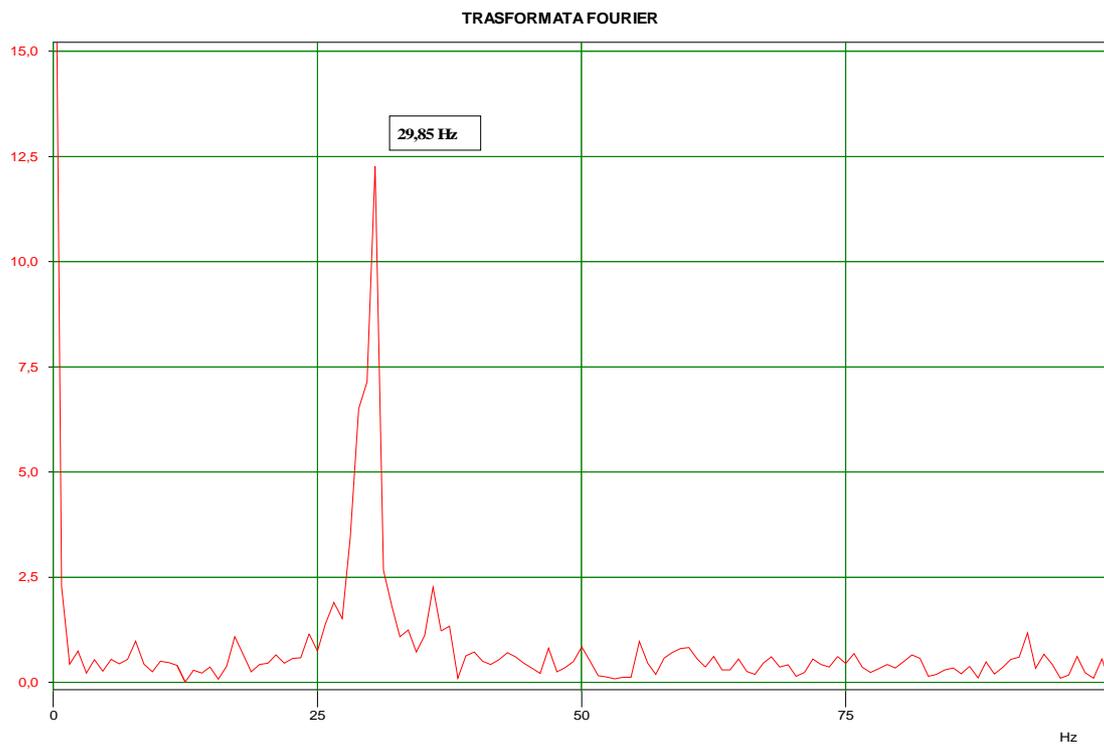
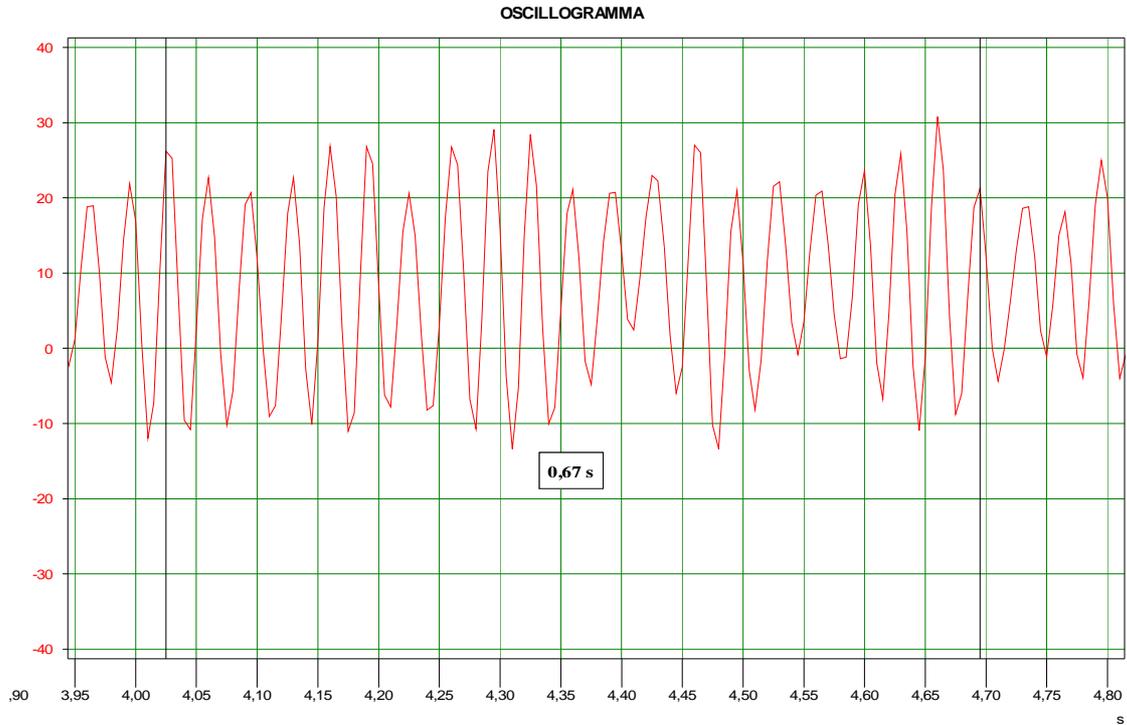
05) Tir3Dc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,70 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,70 = 28,57 \text{ Hz}$.



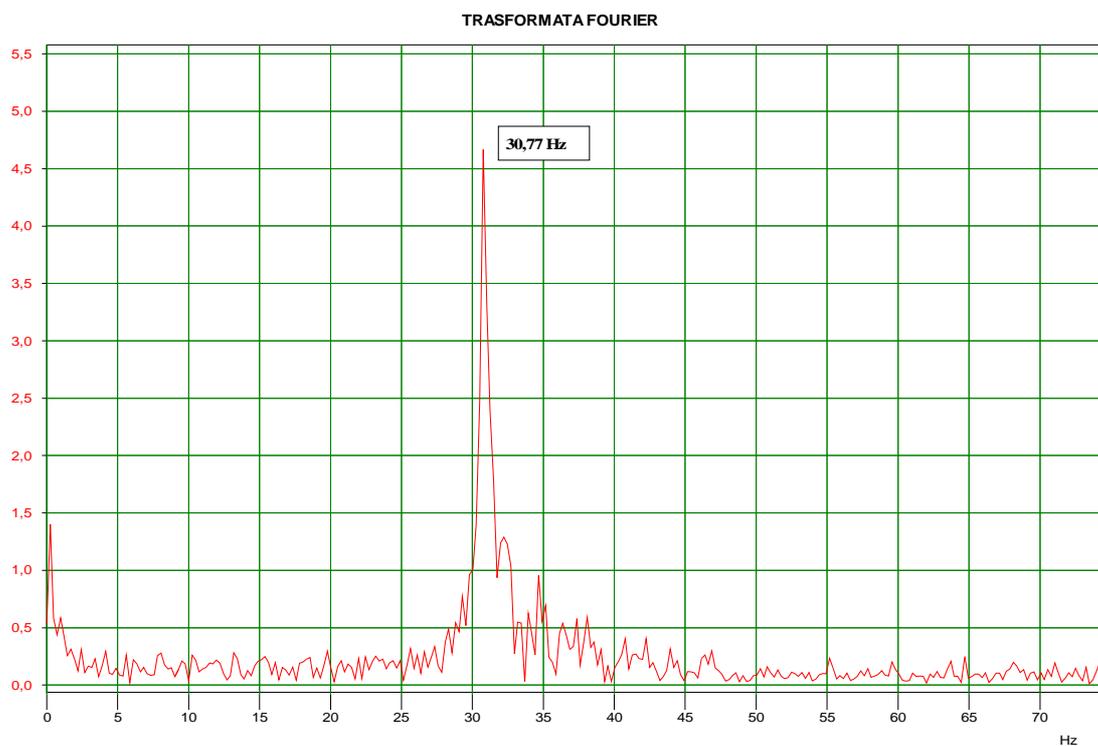
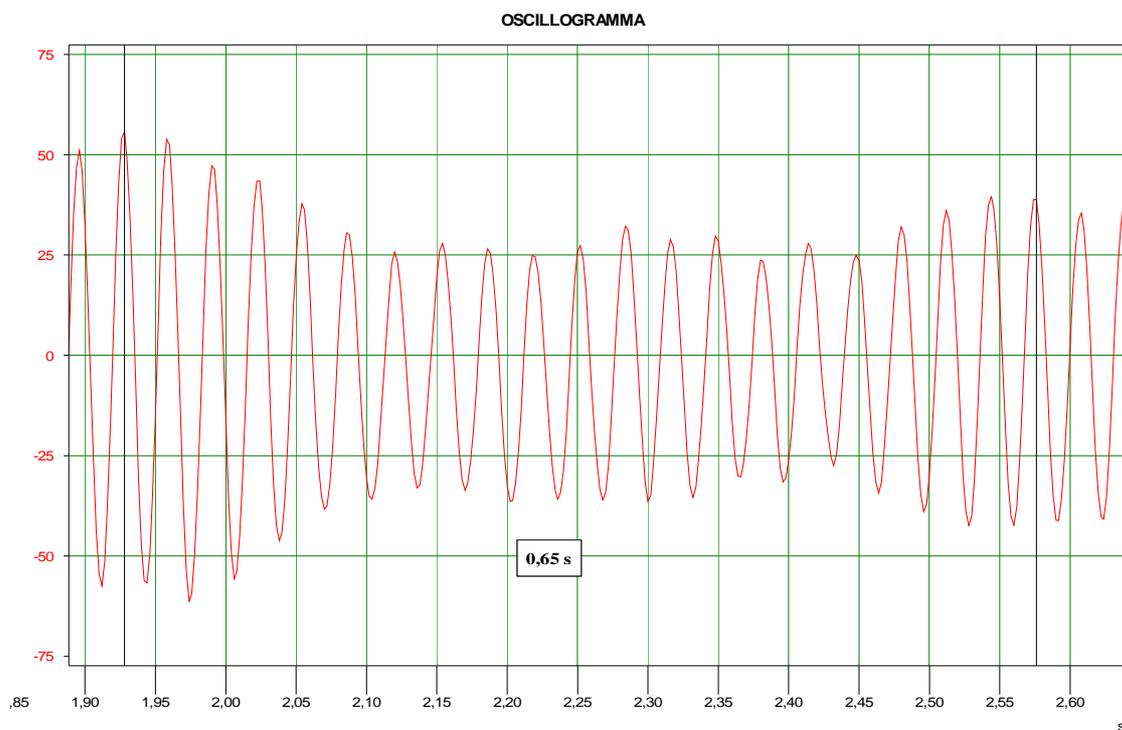
06) Tir3Sc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,67 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,67 = 29,85 \text{ Hz}$.



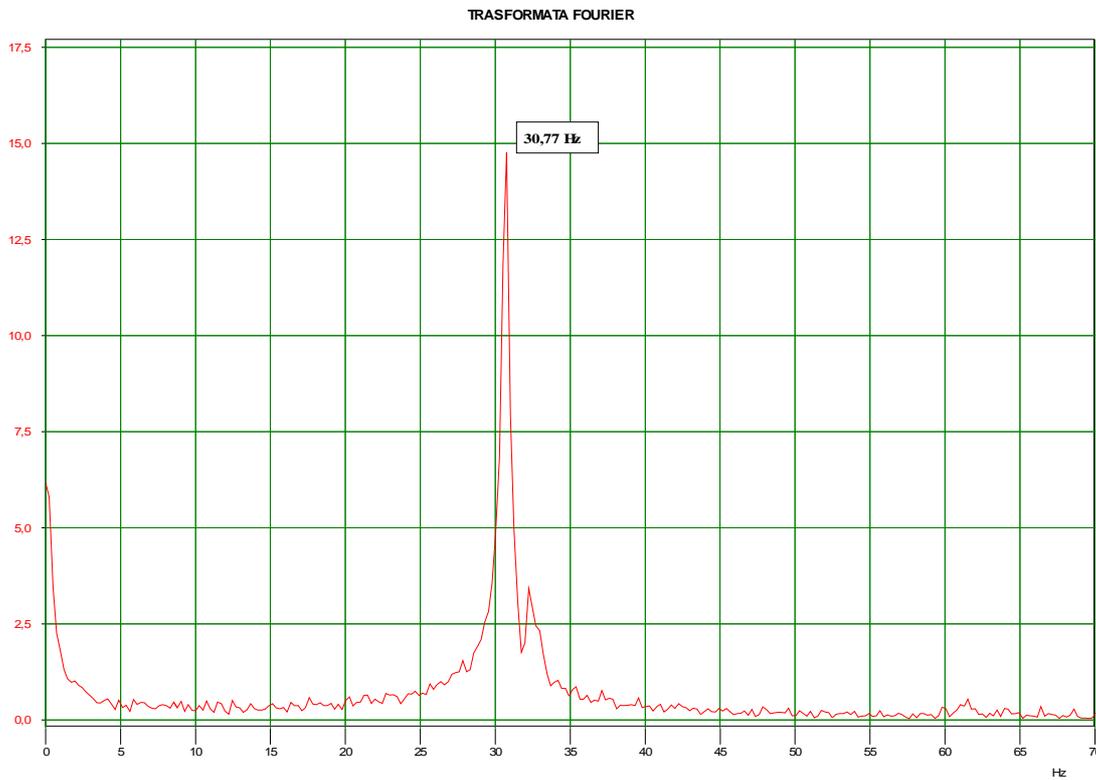
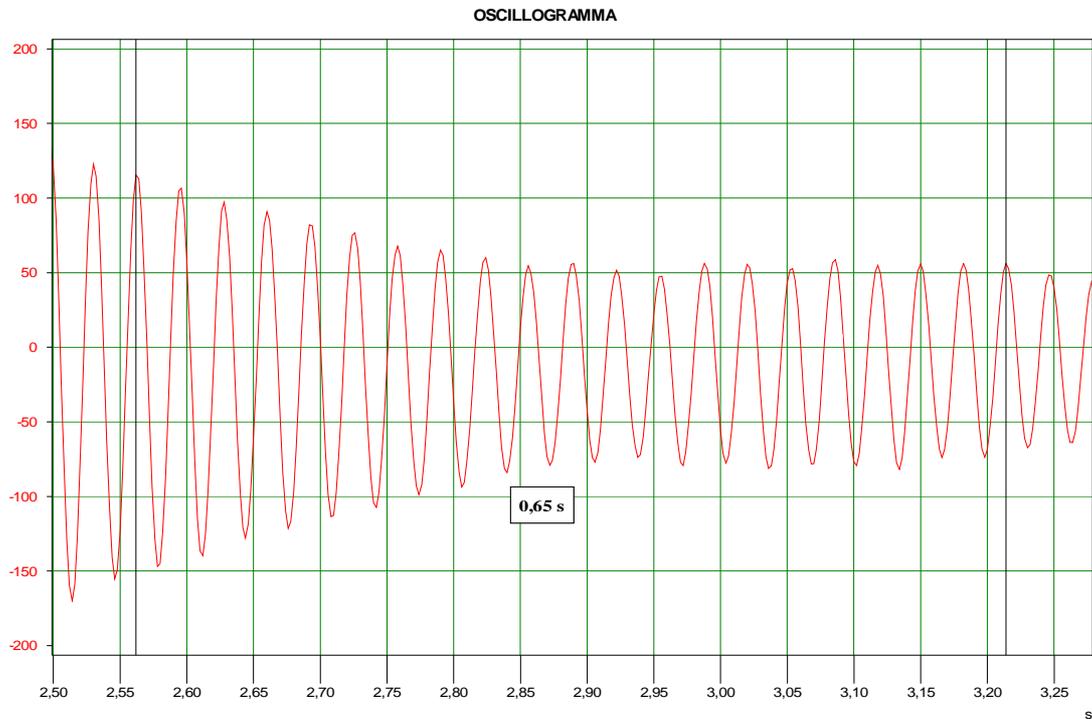
07) Tir7Dc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,65 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,65 = 30,77 \text{ Hz}$.



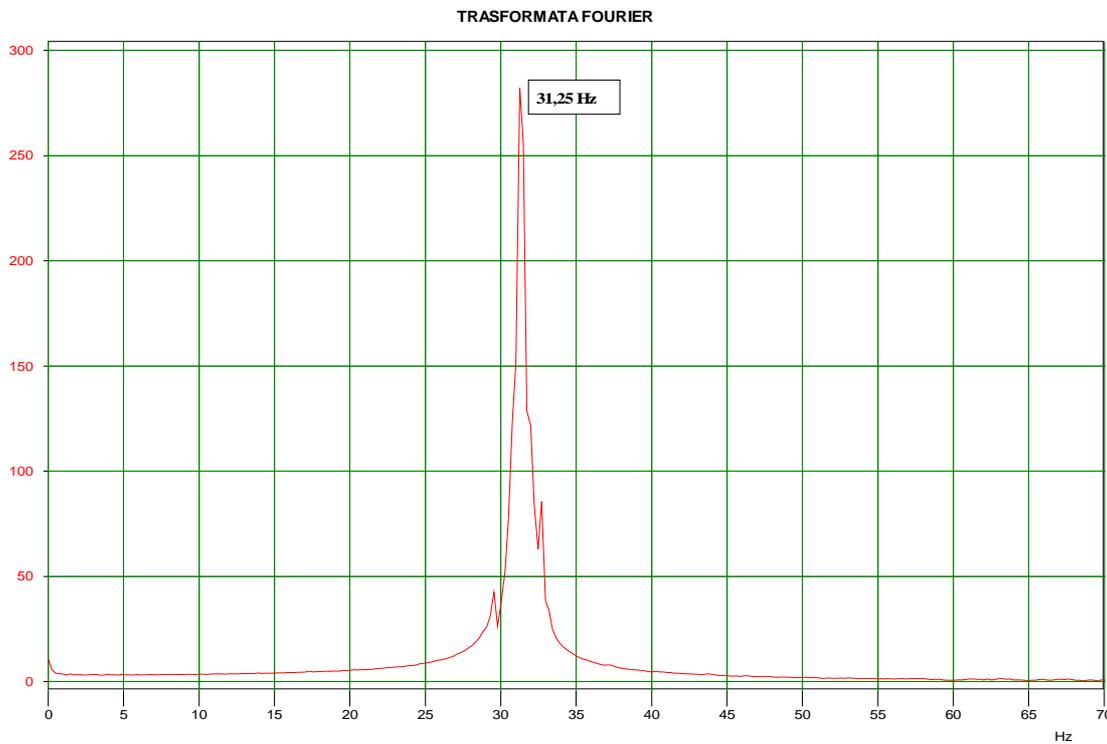
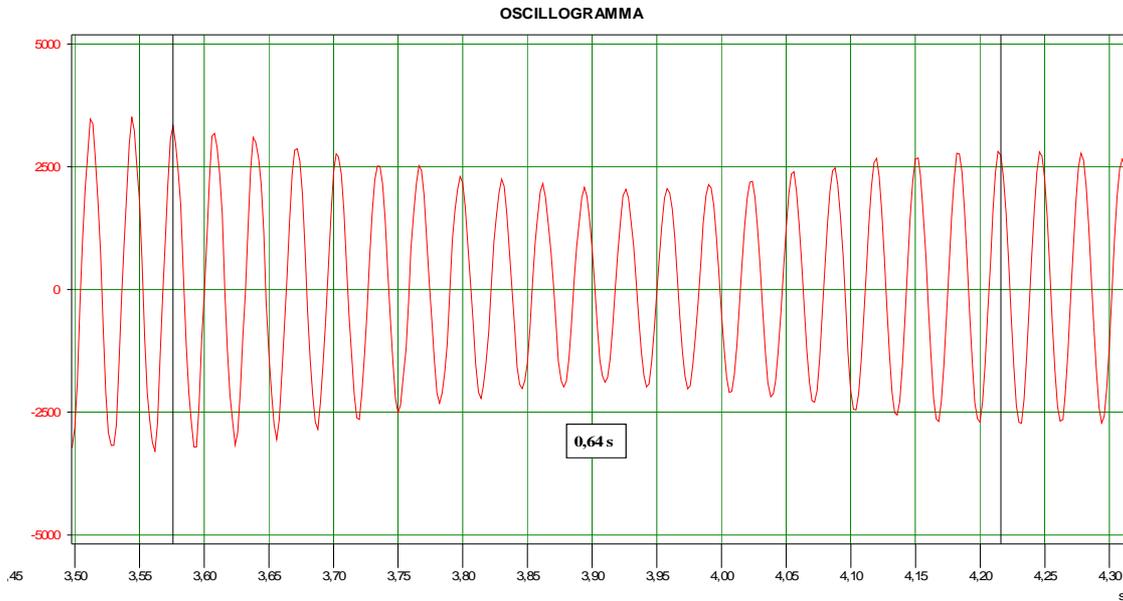
08) Tir7Sc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,65 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,65 = 30,77 \text{ Hz}$.



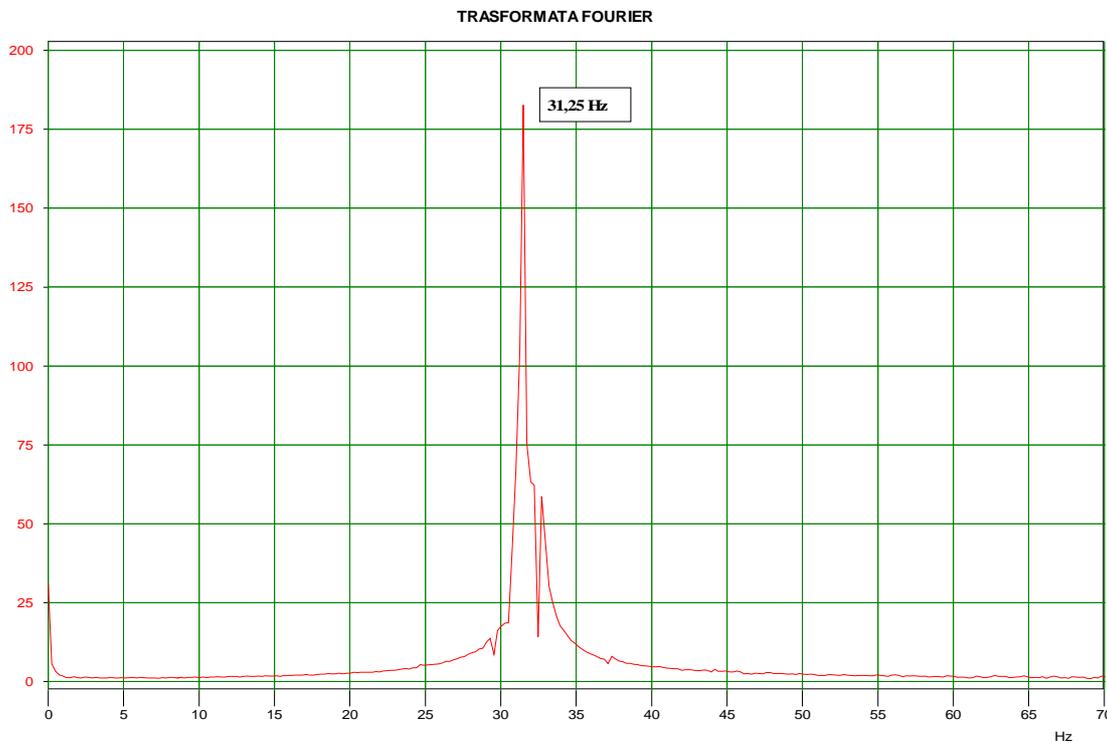
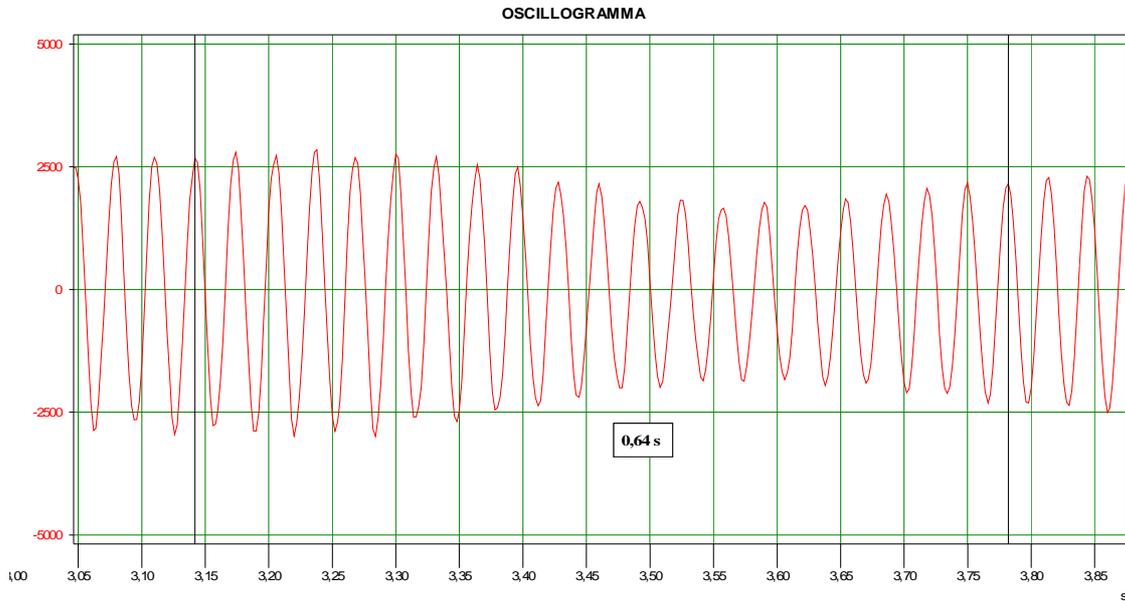
09) Tir9Dc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,64 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,64 = 31,25 \text{ Hz}$.



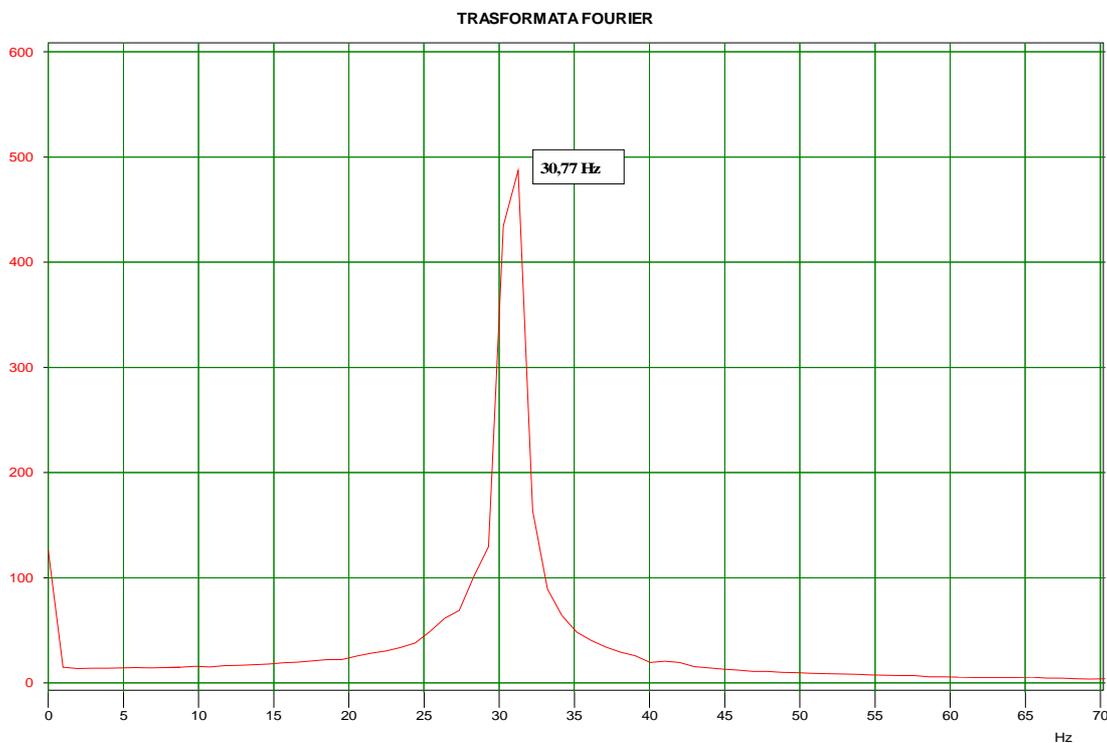
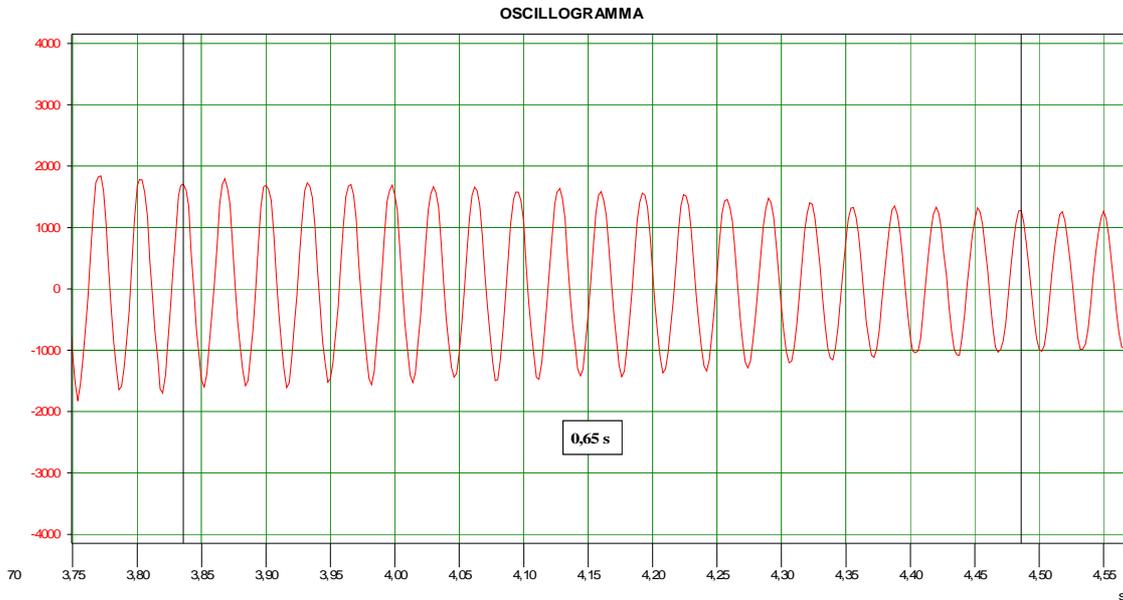
10) Tir9Sc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,64 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,64 = 31,25 \text{ Hz}$.



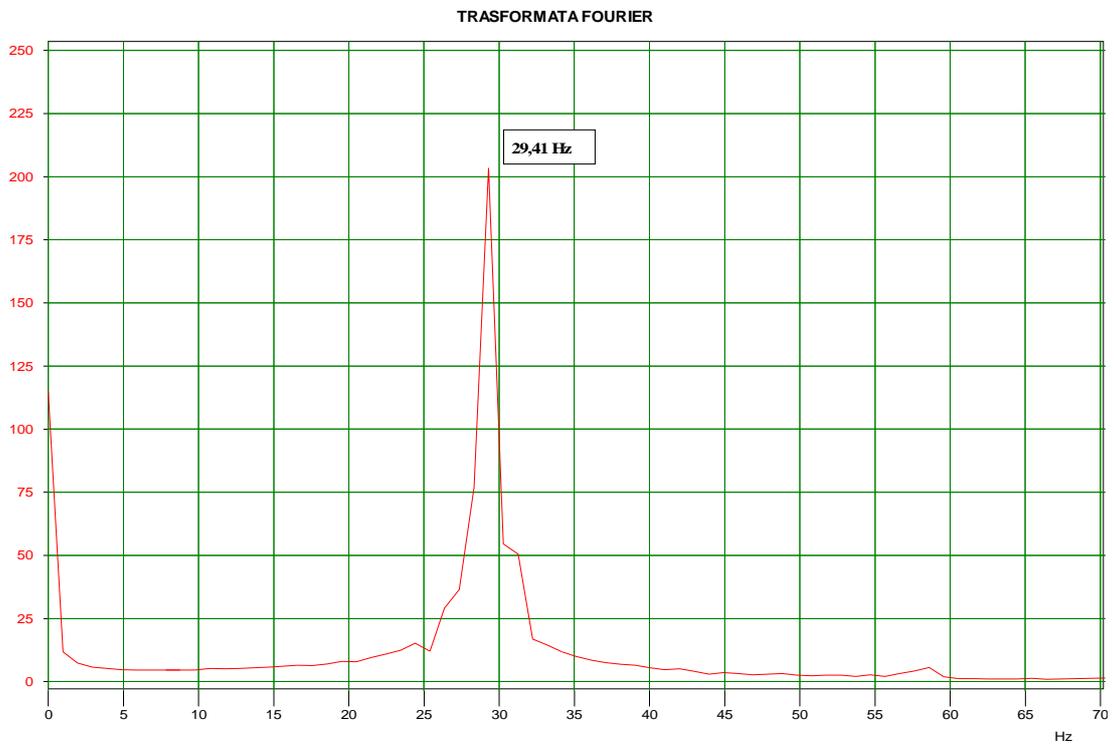
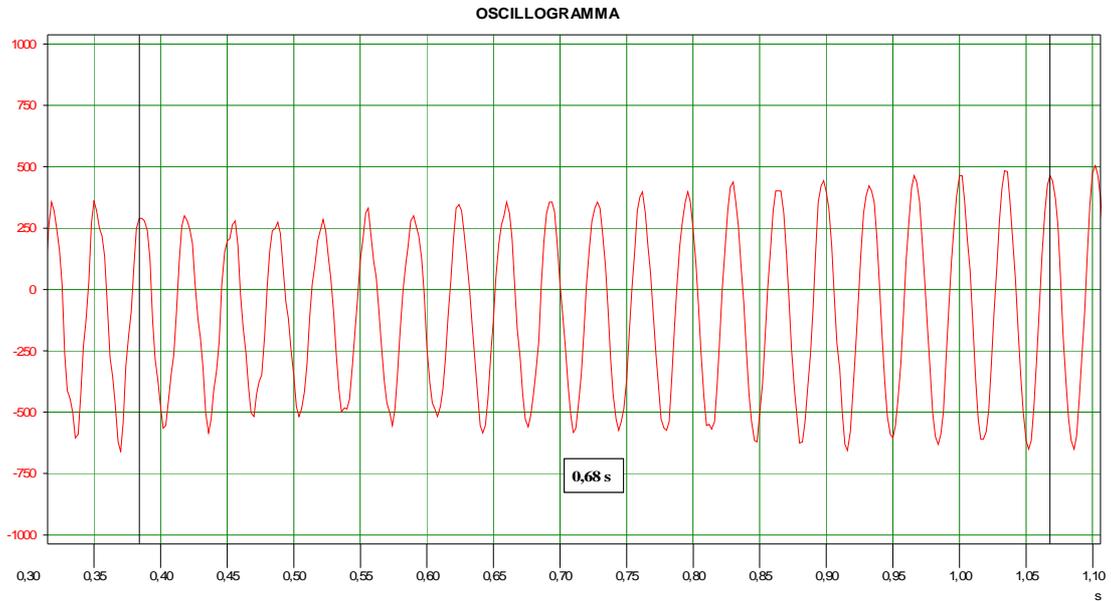
11) Tir17Dc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,65 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,65 = 30,77 \text{ Hz}$.



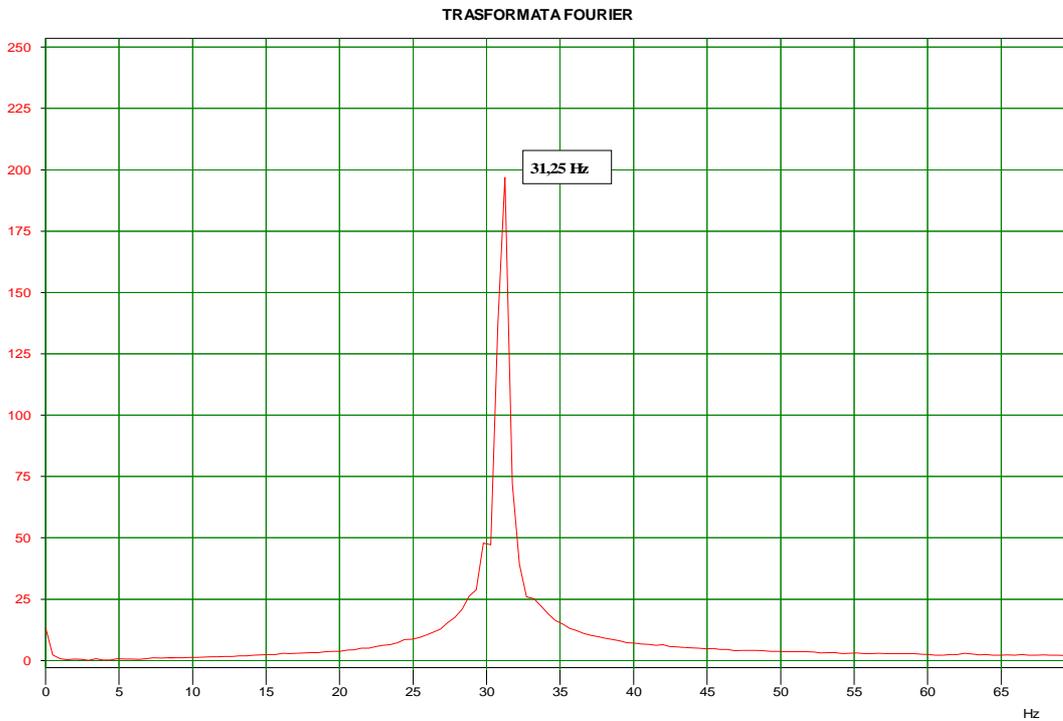
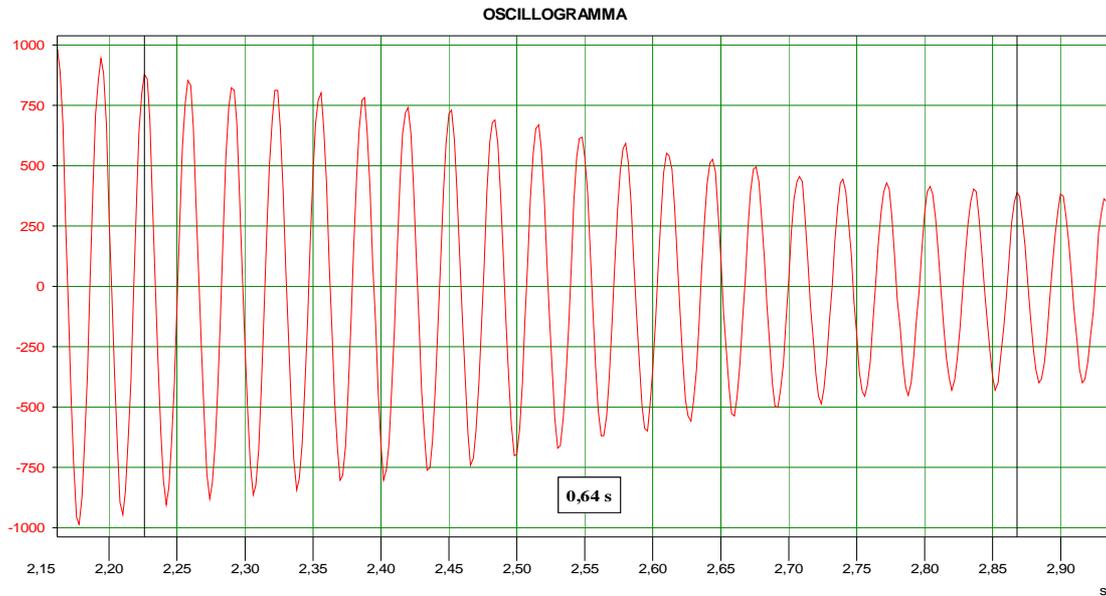
12) Tir17Sc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,68 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,68 = 29,41 \text{ Hz}$.



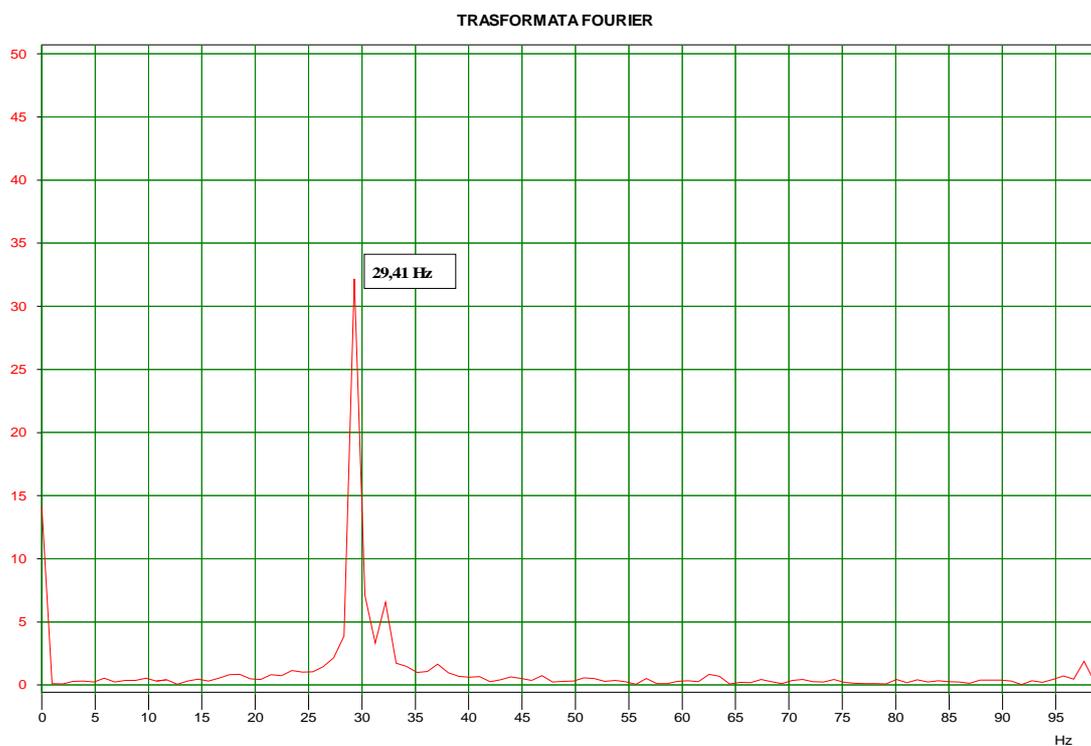
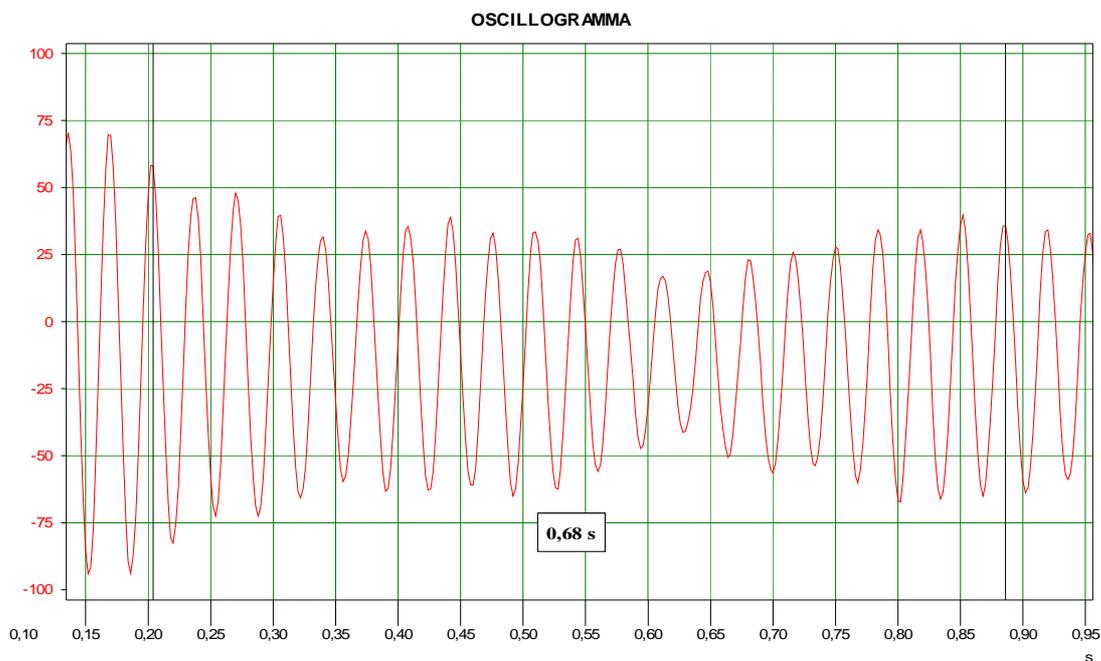
13) Tir19Dc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,64 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,64 = 31,25 \text{ Hz}$.



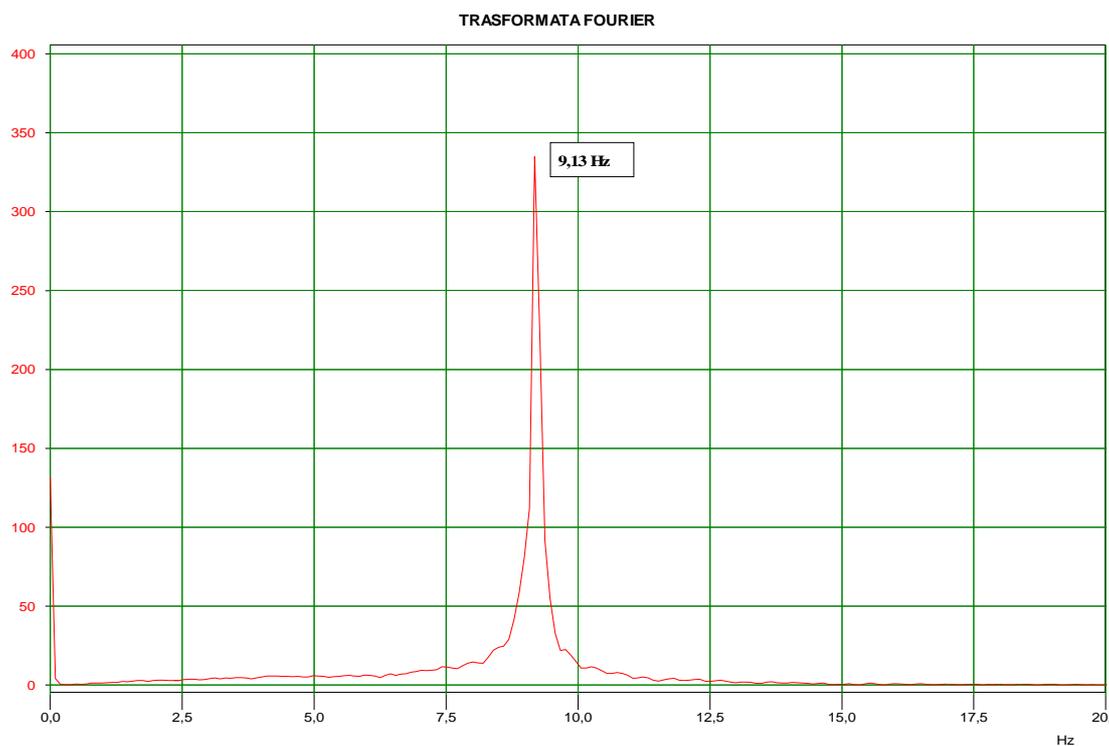
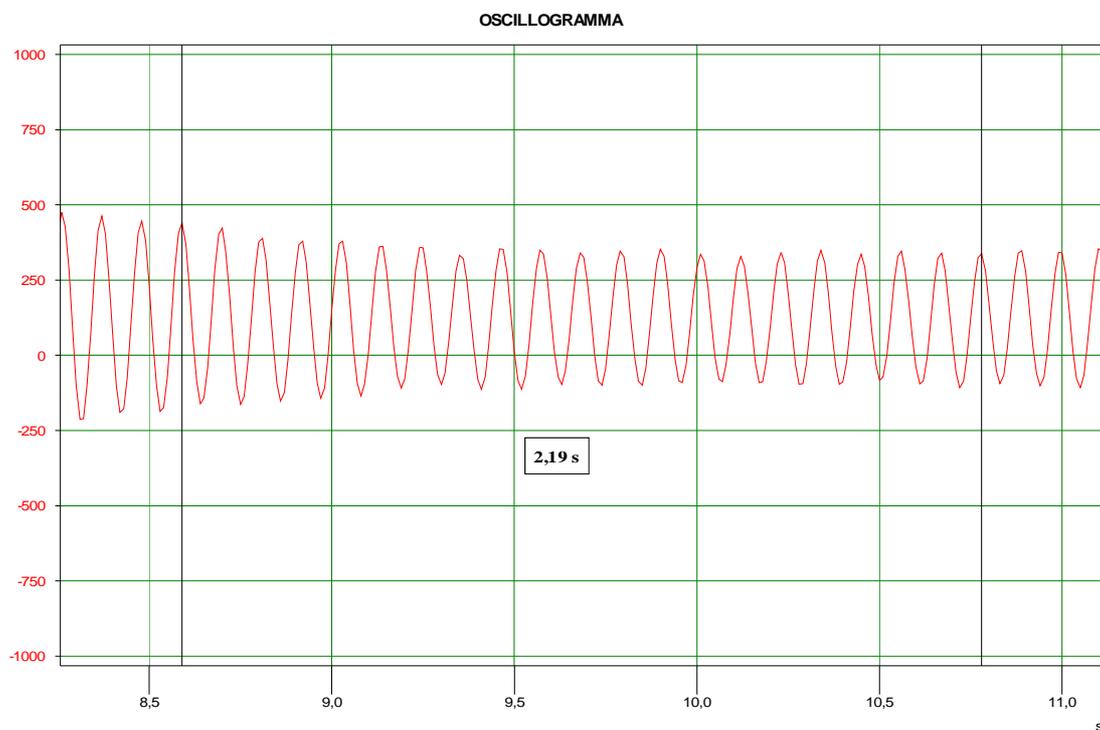
14) Tir19Sc

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 0,68 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 0,68 = 29,41 \text{ Hz}$.



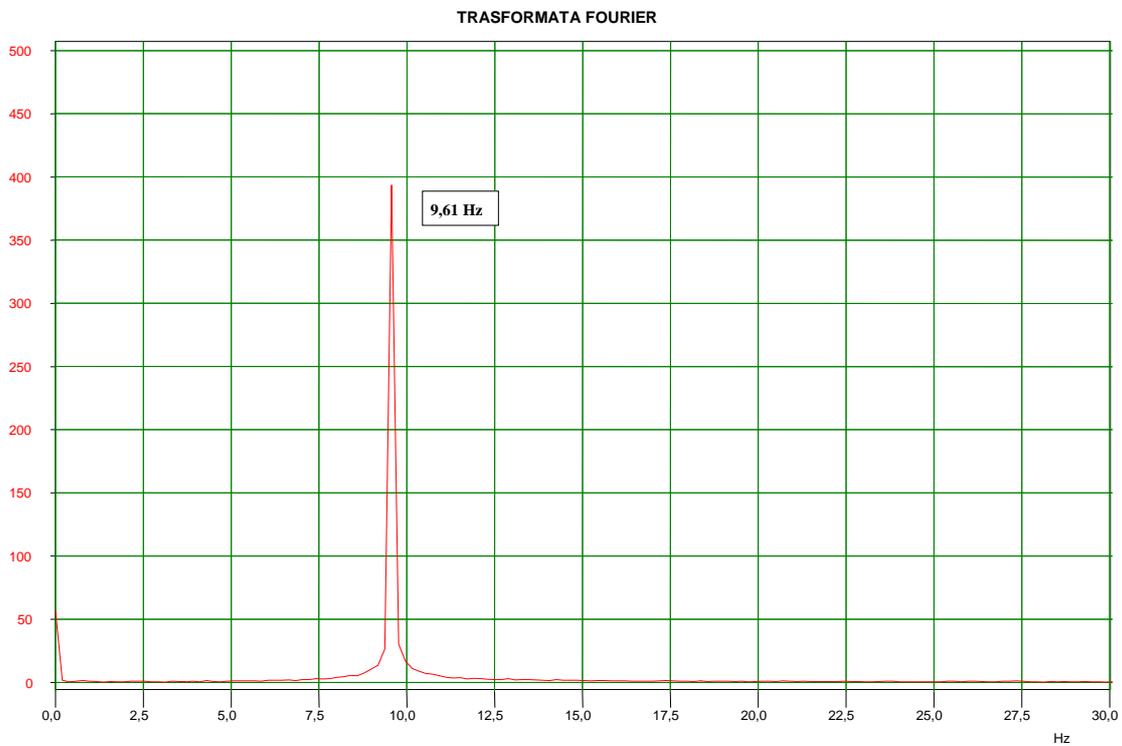
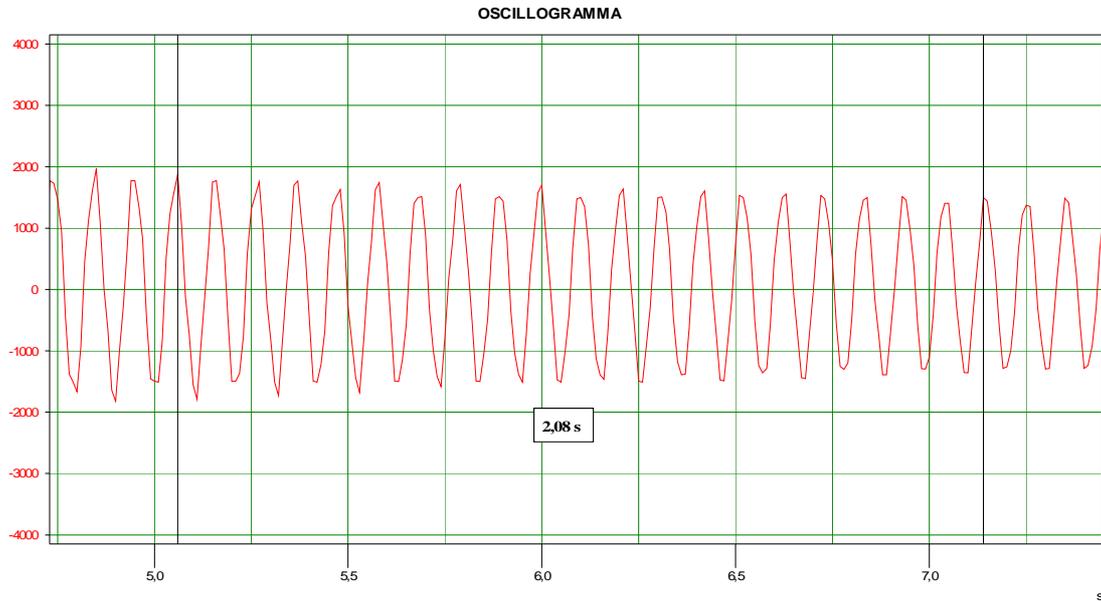
15) Tir5Di

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,19 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,19 = 9,13 \text{ Hz}$.



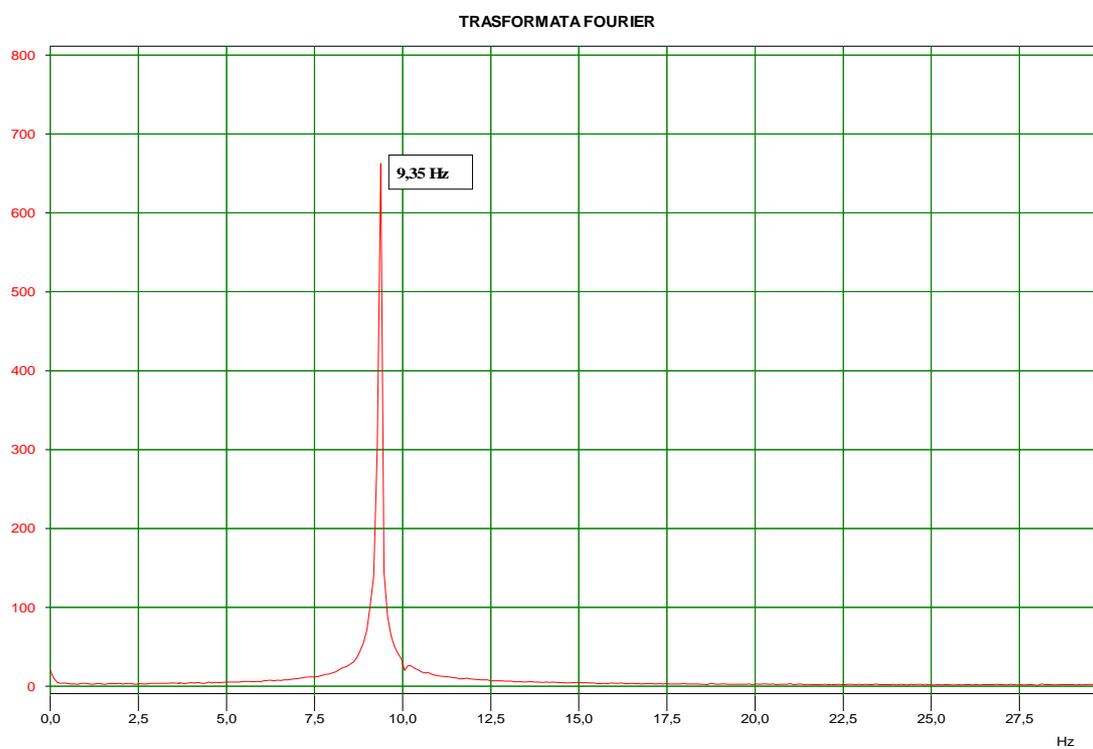
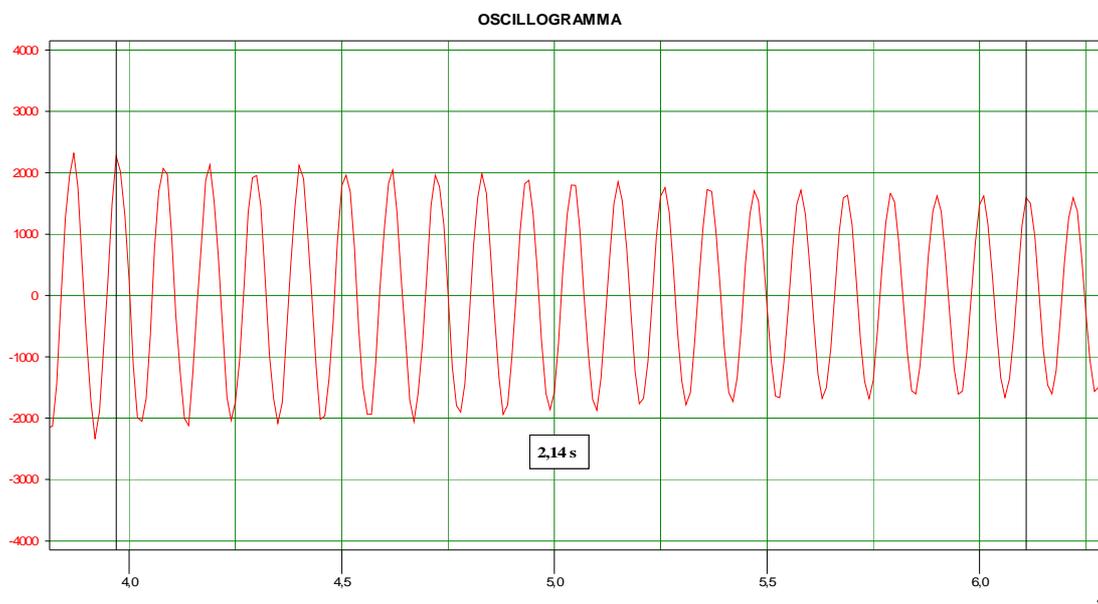
16) Tir5Si

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,08 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,08 = 9,61 \text{ Hz}$.



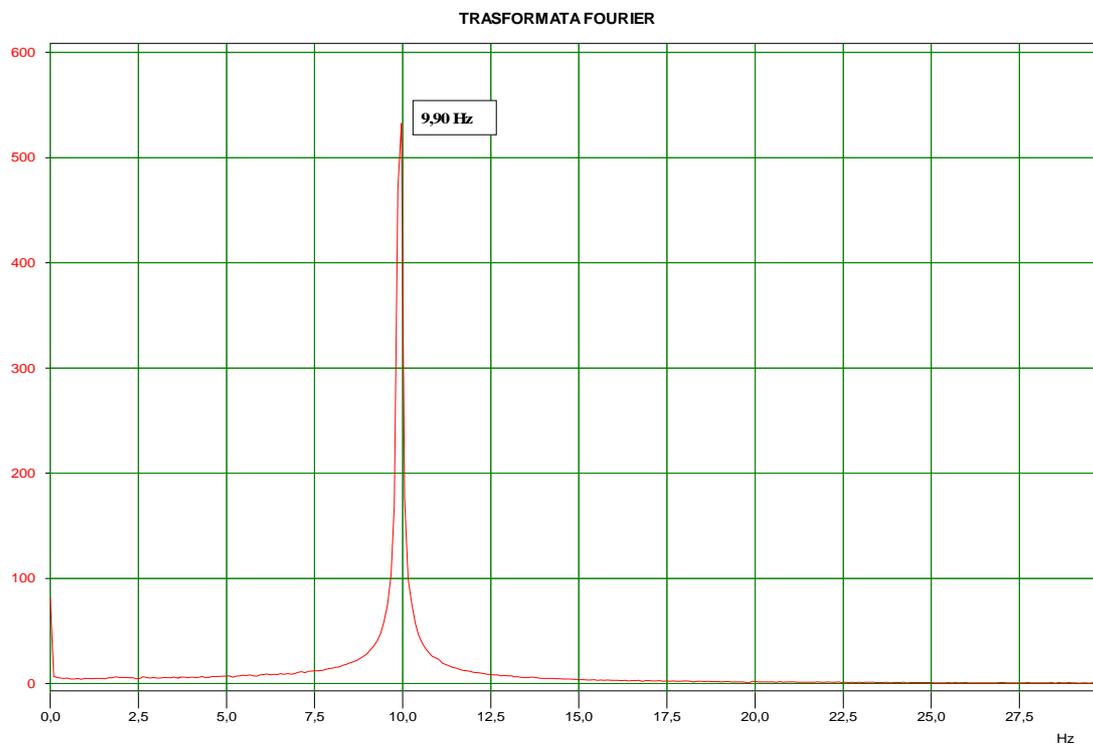
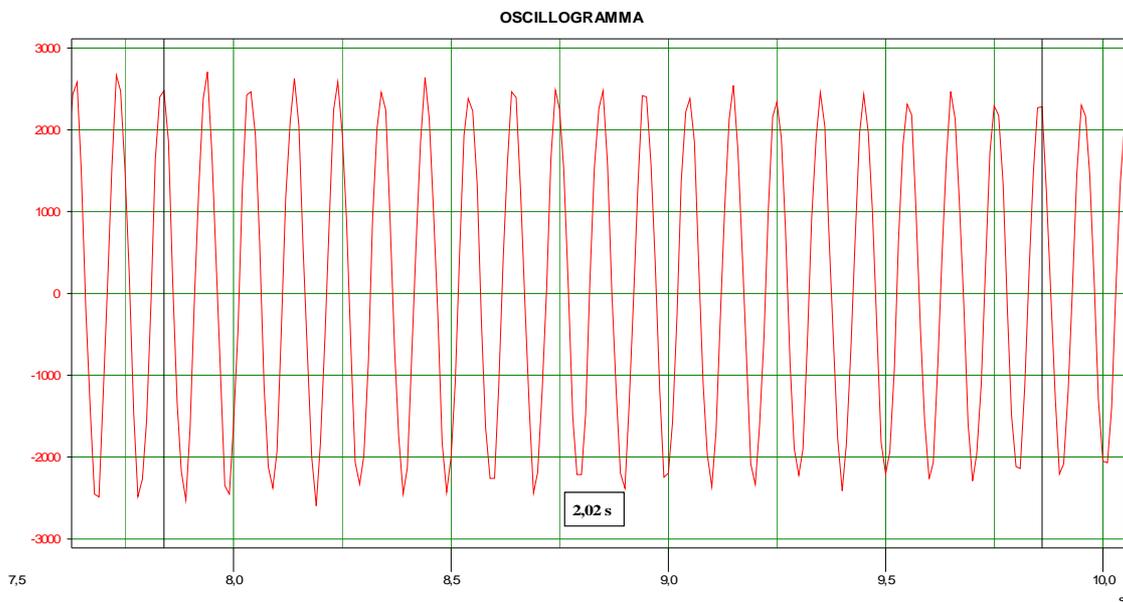
17) Tir16Di

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,14 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,14 = 9,35 \text{ Hz}$.



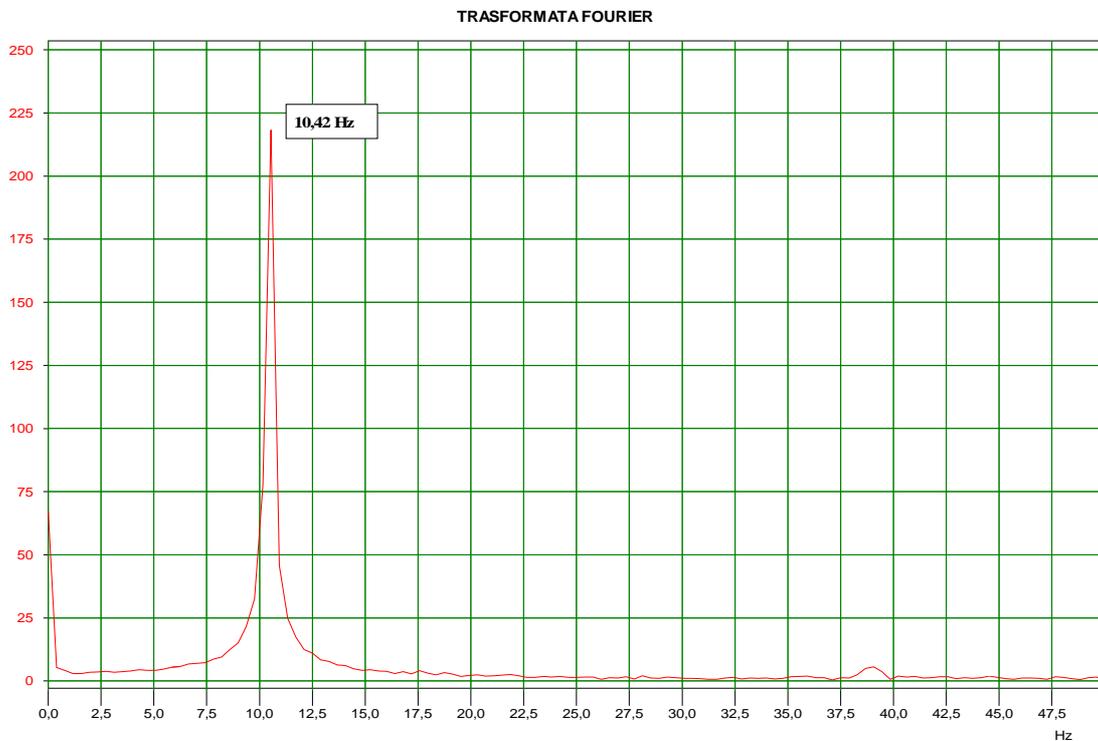
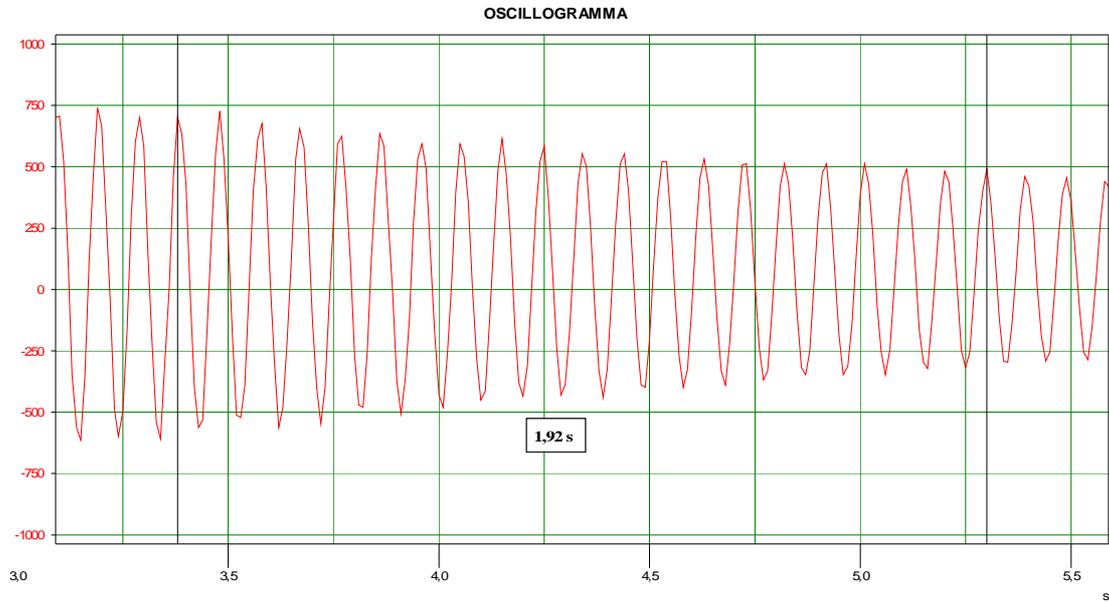
18) Tir16Si

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,02 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,02 = 9,90 \text{ Hz}$.



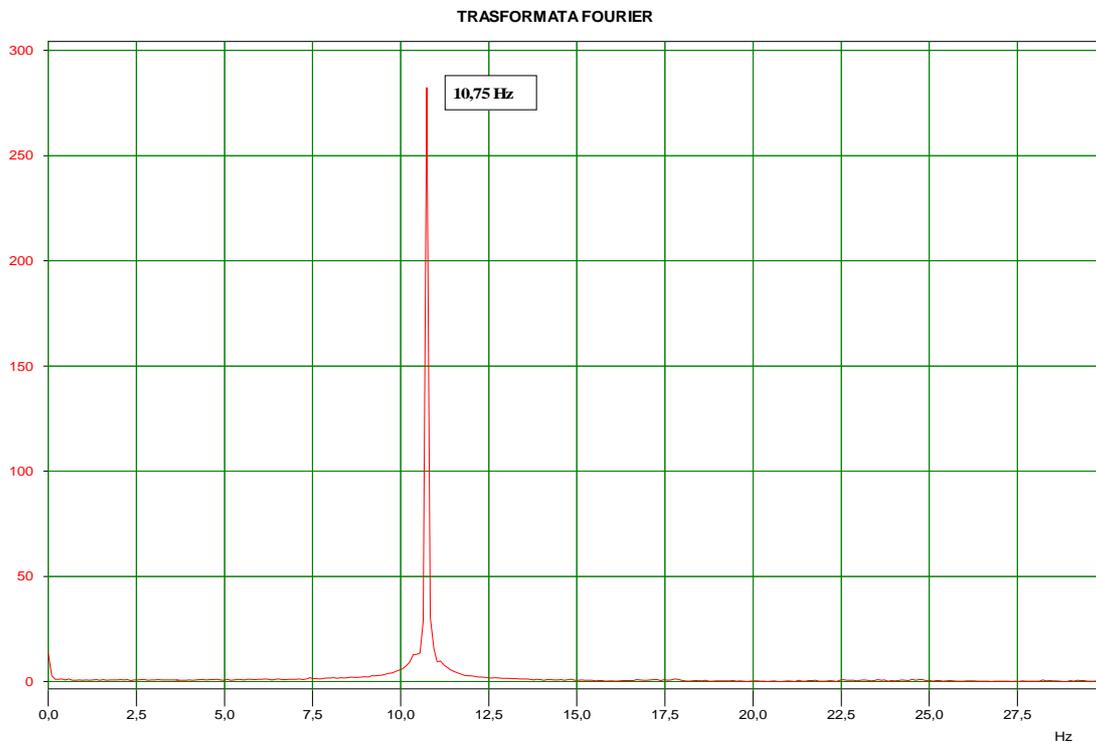
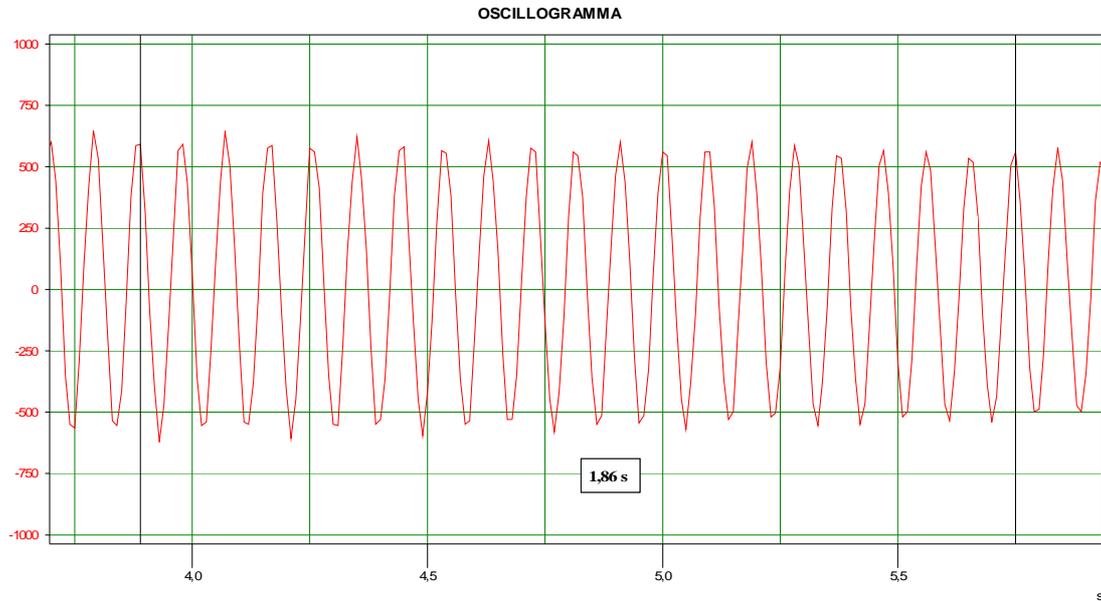
19) Tir11Di

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 1,92 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 1,92 = 10,42 \text{ Hz}$.



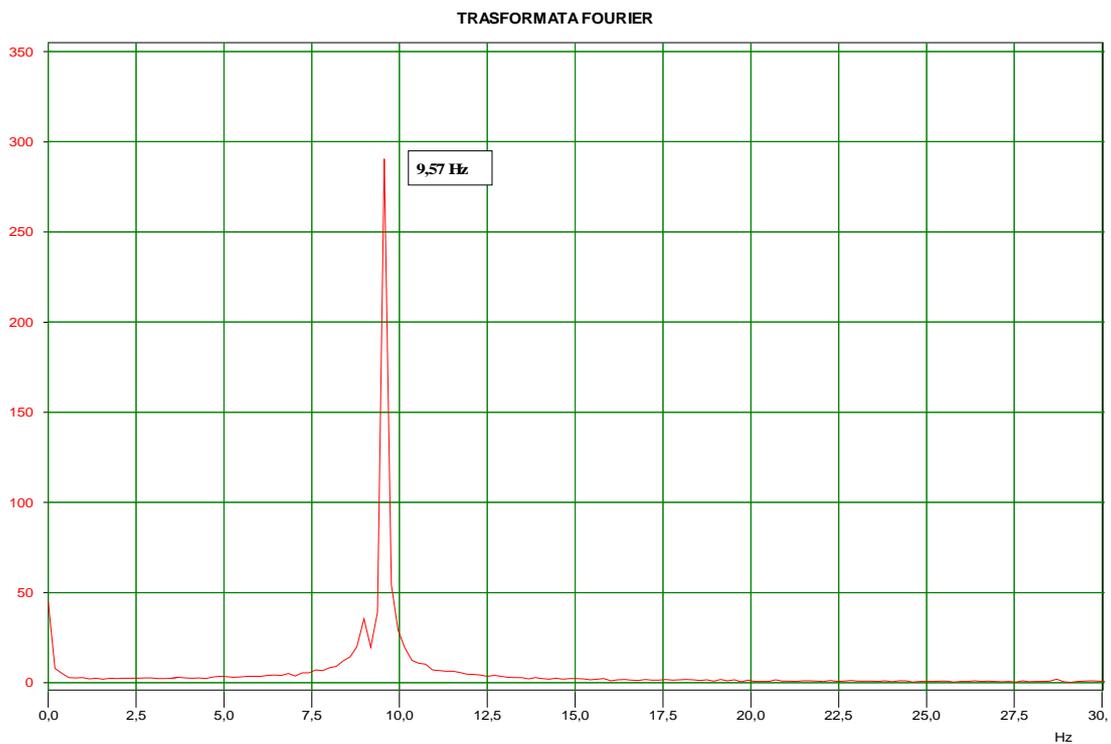
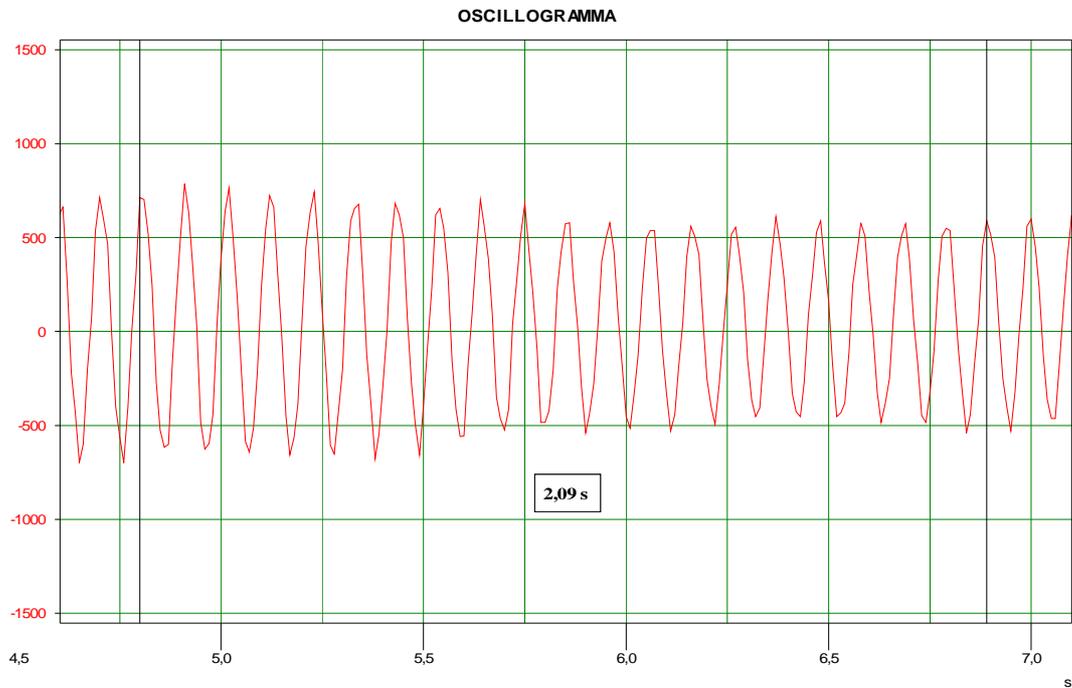
20) Tir11Si

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 1,86 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 1,86 = 10,75 \text{ Hz}$.



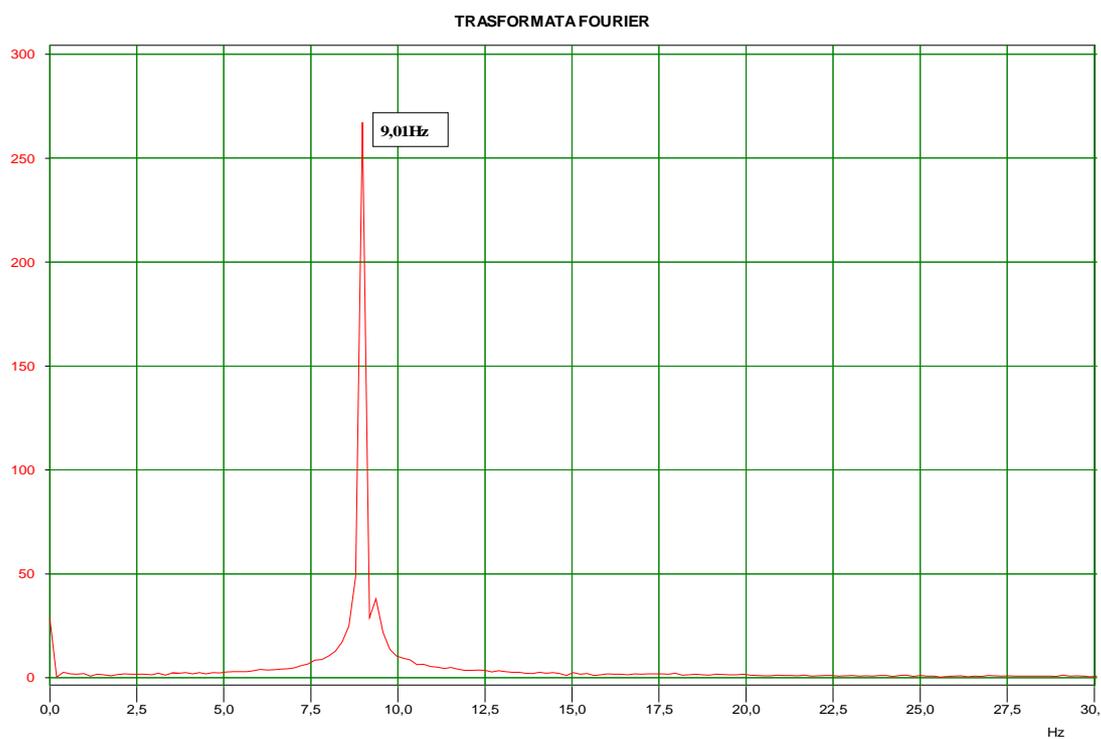
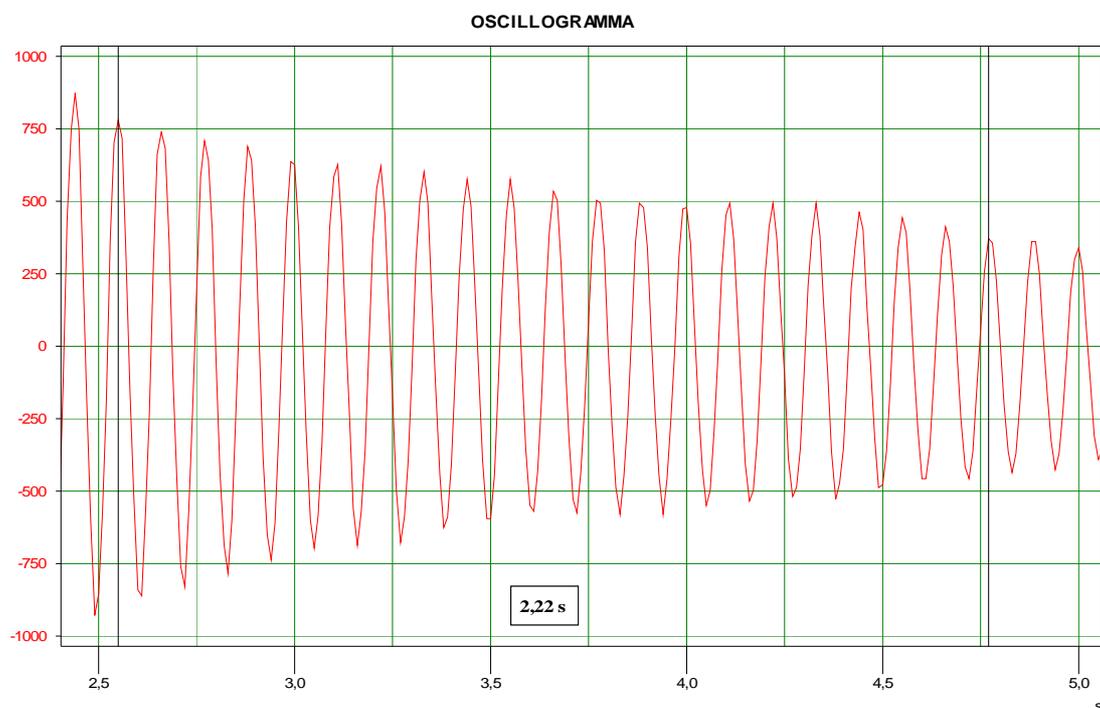
21) Tir26Di

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,09 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,09 = 9,57 \text{ Hz}$.



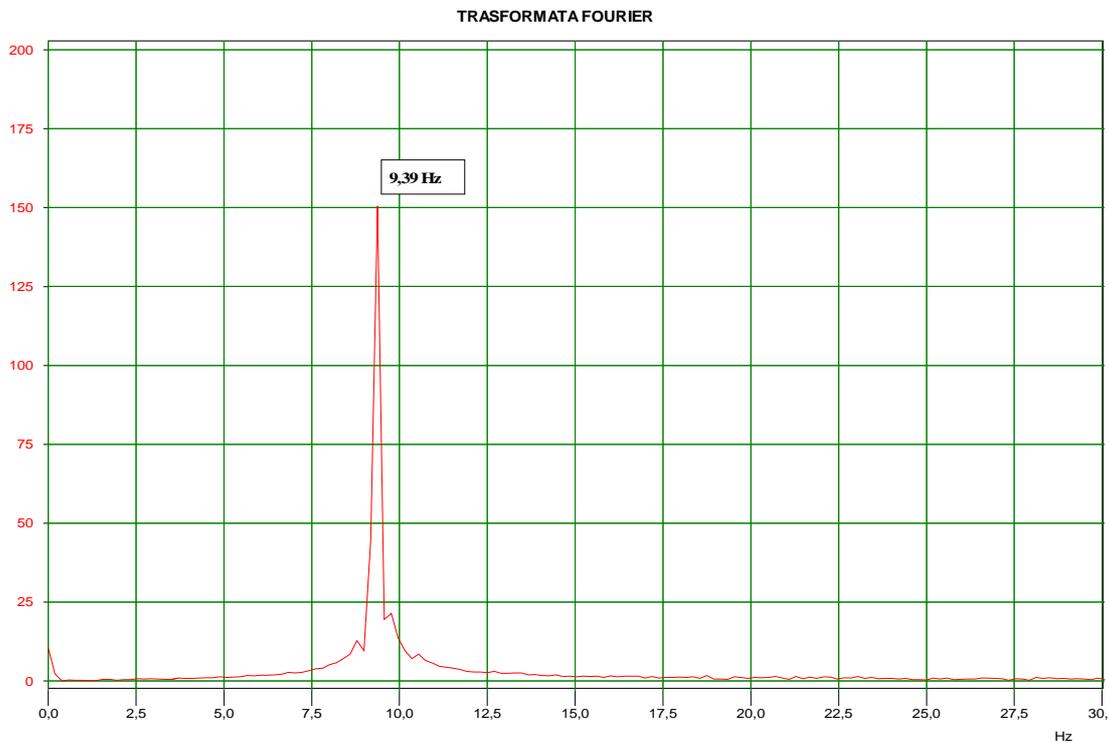
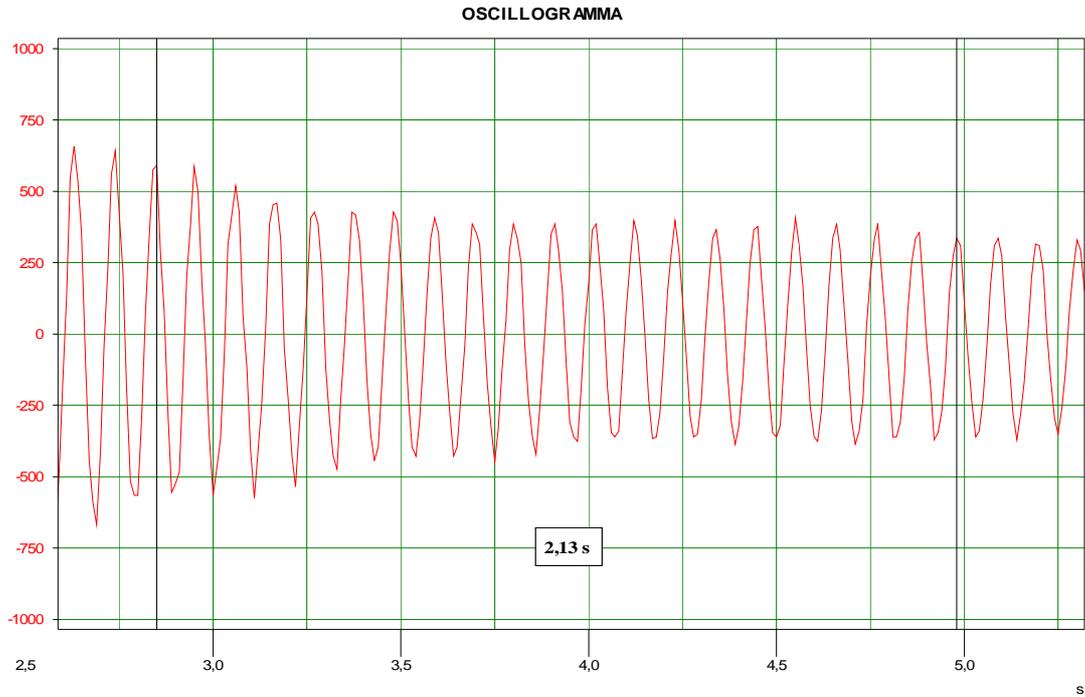
22) Tir26Si

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,22 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,22 = 9,01 \text{ Hz}$.



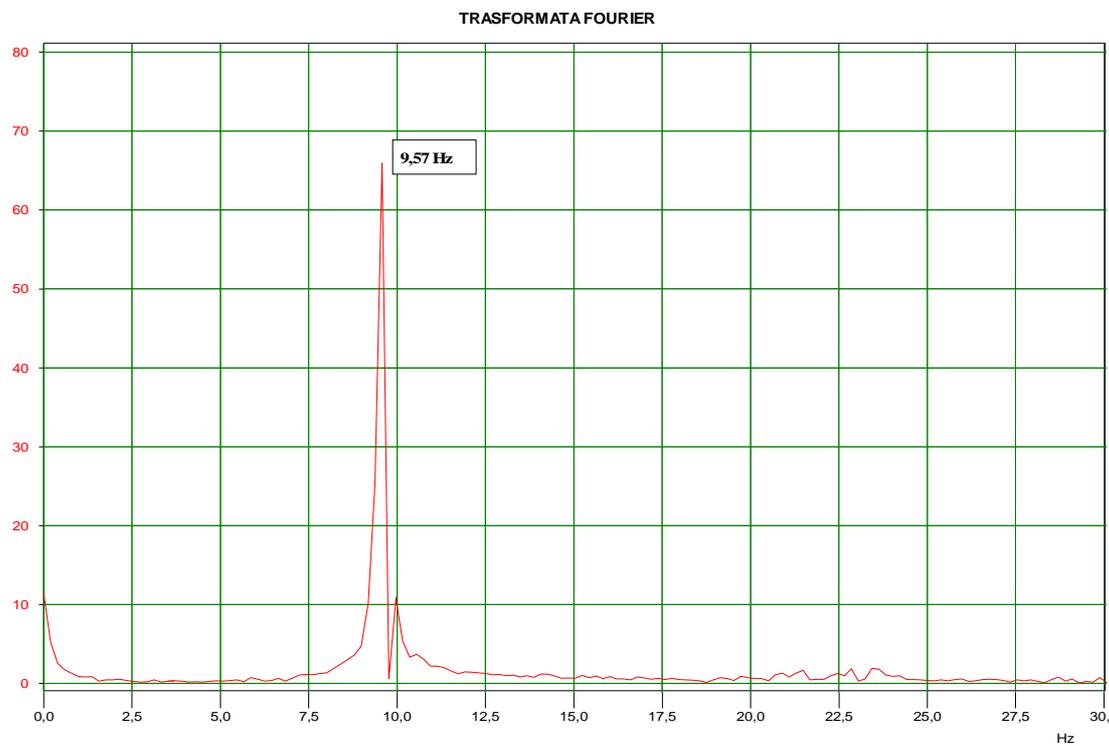
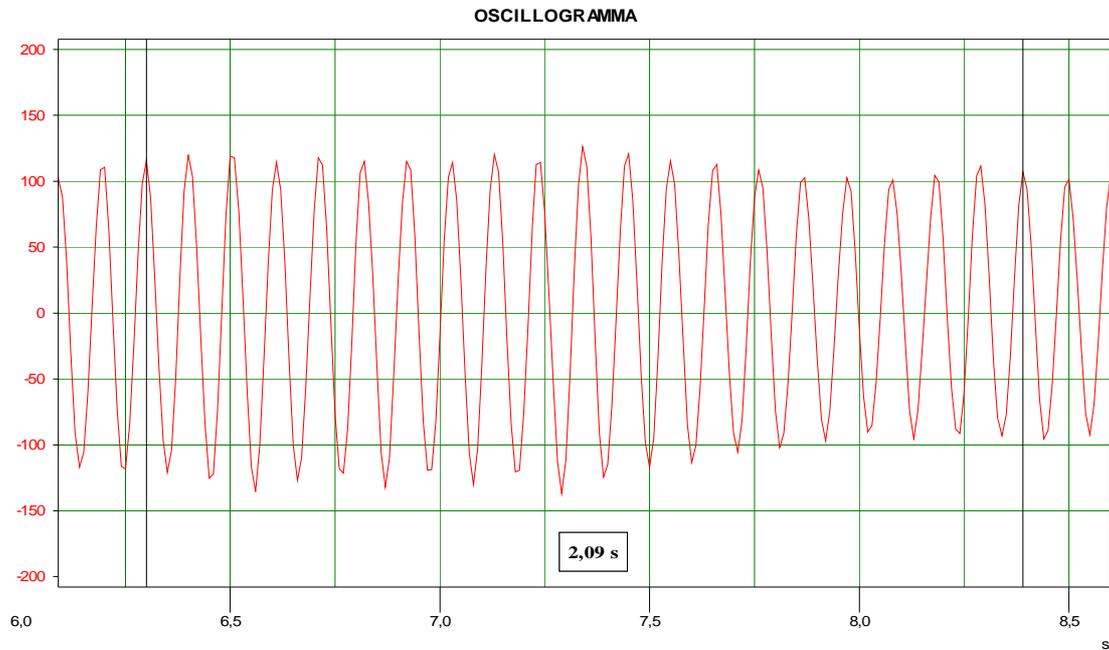
23) Tir30Di

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,13 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,13 = 9,39 \text{ Hz}$.



24) Tir30Si

Di seguito è evidenziata una finestra temporale del segnale acquisito: si possono contare 20 oscillazioni in un intervallo di 2,09 secondi, pari ad una frequenza $f = 20 / 2,09 = 9,57 \text{ Hz}$.



3. TABELLA RIEPILOGATIVA

tipo	n° tirante	L [cm]	Φ [cm]	f [Hz]	T [N]	σ [MPa]
superiori	Tir1Ds	657	4,8	8,37	162.700	90
	Tir1Ss	657	4,8	8,85	183.300	101
	Tir2Ds	657	4,8	7,07	112.500	62
	Tir2Ss	657	4,8	7,07	112.500	62
corti esterni	Tir3Dc	308	4,8	28,57	391.600	216
	Tir3Sc	308	4,8	29,85	432.700	239
	Tir7Dc	308	4,8	30,77	463.400	256
	Tir7Sc	308	4,8	30,77	463.400	256
	Tir9Dc	308	4,8	31,25	479.700	265
	Tir9Sc	308	4,8	31,25	479.700	265
	Tir17Dc	308	4,8	30,77	463.400	256
	Tir17Sc	308	4,8	29,41	418.400	231
	Tir19Dc	308	4,8	31,25	479.700	265
	Tir19Sc	308	4,8	29,41	418.400	231
inferiori	Tir5Di	737	4,8	9,13	252.300	139
	Tir5Si	737	4,8	9,61	280.600	155
	Tir16Di	737	4,8	9,35	265.100	147
	Tir16Si	737	4,8	9,90	298.400	165
inferiori delle 4 maglie centrali	Tir11Di	737	6,4	10,42	575.900	179
	Tir11Si	737	6,4	10,75	615.000	191
	Tir26Di	737	6,4	9,57	480.900	149
	Tir26Si	737	6,4	9,01	422.700	131
	Tir30Di	737	6,4	9,39	461.800	144
	Tir30Si	737	6,4	9,57	480.900	149

Bolzano, 30 giugno 2005

Il Direttore del Centro di Bolzano

p.i. xxxxxxxxxxxxxx

Il relatore

dott. ing. xxxxxxxxxxxxxxxxx