

HIGH DYNAMIC TESTING PROGRAM

1. DESCRIZIONE DELLA PROVA E DELLA STRUMENTAZIONE



Figura 1.1 - Maglio Oleodinamico

La prova dinamica ad alta deformazione viene eseguita su pali di fondazione per determinarne la capacità portante a lungo termine.

Questa metodologia di indagine, denominata "Case", nasce negli Stati Uniti negli anni '70, quando presso la Case Western Reserve University viene sviluppata una procedura per il controllo non distruttivo su pali di fondazione.

Il carico viene applicato tramite una massa battente, pari a circa l'1% del carico di prova, che viene lasciata cadere sulla testa del palo da altezze crescenti.

Per fare ciò si utilizza un maglio oleodinamico, mostrato in *Figura 1.1*, composto da 5 masse in acciaio del peso di 250 kg l'una, per un peso totale di 1250 kg.

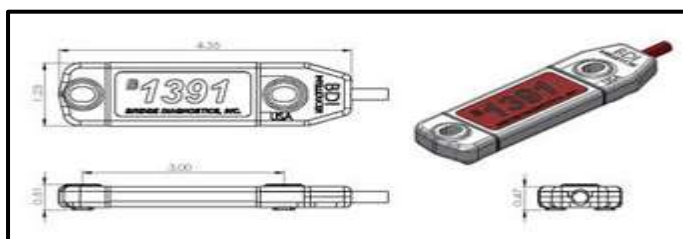


Figura 1.2 - Strain Trasducer



Figura 1.3 - Accelerometro

La testa del palo è strumentata tramite *Strain Transducers* (*Figura 1.2*) e *accelerometri* (*Figura 1.3*) tramite cui è possibile misurare la forza e l'accelerazione sulla testa del palo per ogni battuta.

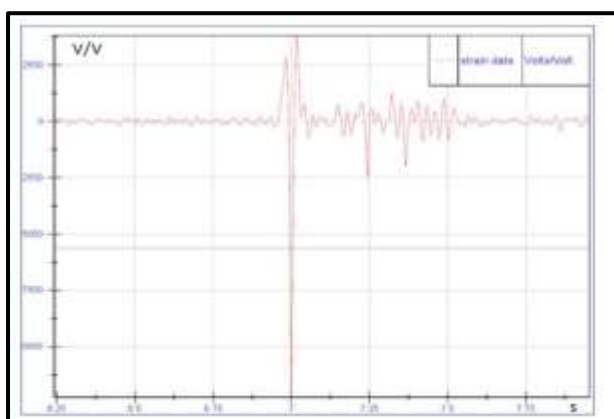


Figura 1.3 - Grafico tipo Strain Transducers

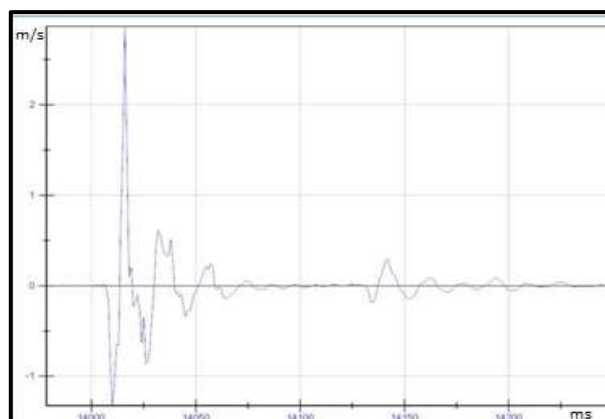


Figura 1.4 - Grafico tipo Accelerometro

2. DESCRIZIONE DEL CODICE DI CALCOLO

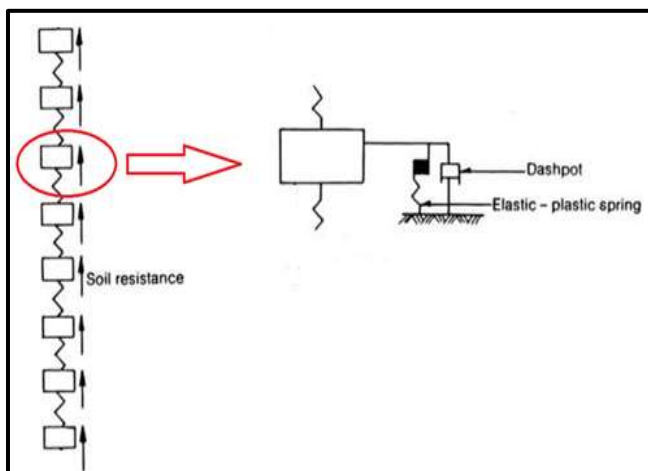


Figura 2.1 - Modellazione del palo

Tramite la discretizzazione numerica del palo (Figura 2.1) è stato sviluppato un codice di calcolo, denominato **HDT-PRO "High Dynamic Testing Program"**, che permette di rielaborare i tracciati della forza e della velocità misurati in campo.

Separando la risposta dinamica (smorzatore viscoso - lineare), da quella statica (molla elasto - plastica) è possibile ricavare la portata di punta e laterale del palo.

In Figura 2.2 è mostrata la schermata iniziale del codice di calcolo.

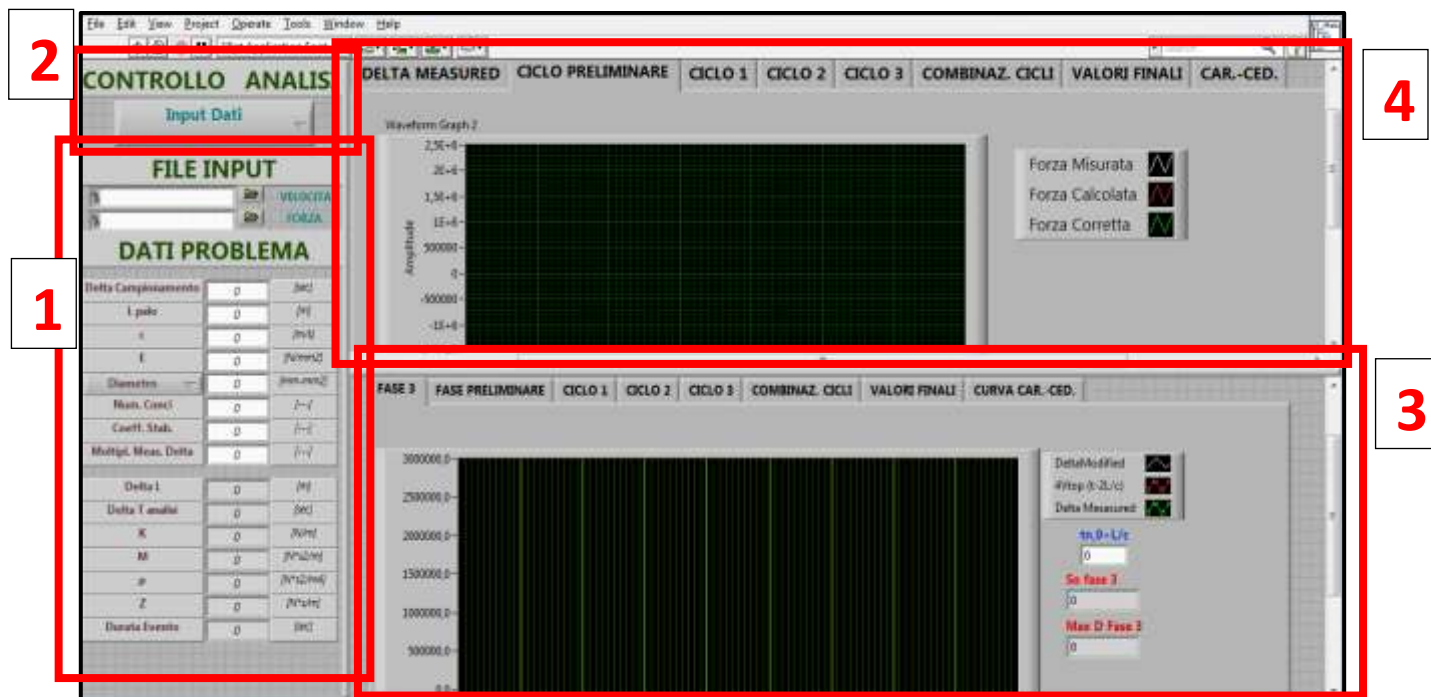


Figura 2.2 - Schermata iniziale del codice di calcolo

2.1. DEFINIZIONE DEI FILE DI INPUT

DATI PROBLEMA		
Delta Campionamento	0	[sec]
L palo	0	[m]
c	0	[m/s]
E	0	[N/mm ²]
Diametro	0	[mm-mm ²]
Num. Conci	0	[---]
Coeff. Stab.	0	[---]
Moltipl. Meas. Delta	0	[---]
Delta L	0	[m]
Delta T analisi	0	[sec]
K	0	[N/m]
M	0	[N*s ² /m]
P	0	[N*s ² /m ⁴]
Z	0	[N*s/m]
Durata Evento	0	[sec]

Figura 2.4 - Definizione dei parametri

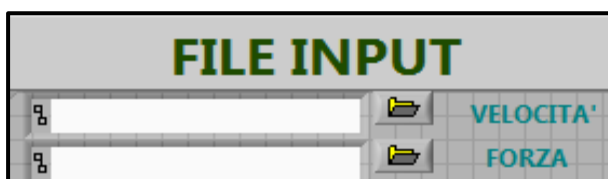


Figura 2.3 - Gestione File di Input

Il **Menù 1** è dedicato alla selezione delle registrazioni della velocità e della forza effettuate durante la prova di carico dinamica.

Nella Figura 2.4 è mostrata la zona del codice di calcolo dedicata alla fase di input del problema, dove vengono inseriti i materiali e la geometria del sistema e i parametri per la calibrazione dell'analisi che devono essere opportunamente settati dall'operatore.

2.2. GESTIONE DELLE FASI DI ANALISI

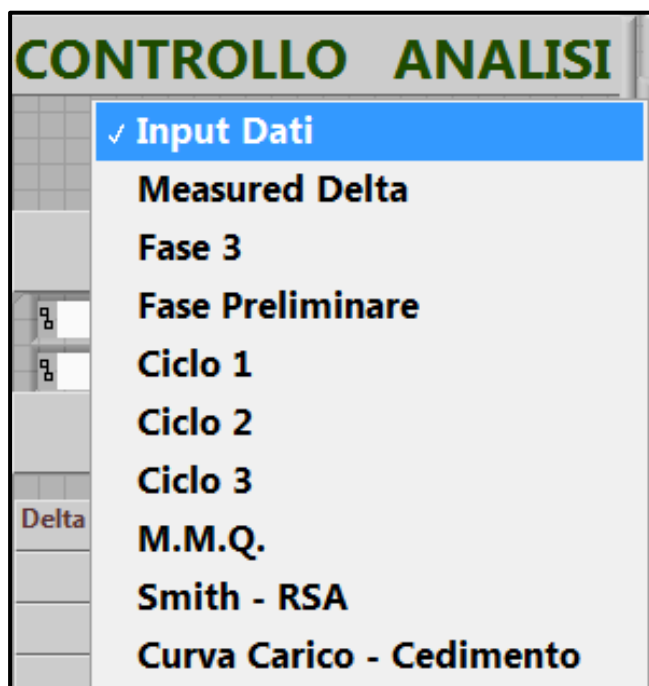


Figura 2.5 - Controlli per la gestione delle fasi di analisi

I controlli per la gestione delle varie fasi di analisi da parte dell'operatore si trovano nel **Menù 2**.

Partendo da fasi semplificate di analisi vengono calcolati i parametri di modellazione del sistema palo – terreno tramite diverse ipotesi di distribuzione della resistenza lungo il fusto del palo.

È quindi possibile determinare un set di parametri che permetta di determinare una risposta in linea con le registrazioni effettuate durante la prova di carico dinamica.

2.3. GESTIONE DEI PARAMETRI DI ANALISI



Figura 2.6 - Gestione dei parametri di analisi

Ogni fase di analisi può essere gestita manualmente o in modo semi – automatico nel **Menù 3**.

Qui è possibile visualizzare i risultati calcolati dal programma e, sulla base di database presenti in letteratura, modificarli perfezionando la modellazione del sistema.

2.4. VISUALIZZAZIONE GRAFICA DEI RISULTATI

Nel **Menù 4** sono visualizzati graficamente i risultati ottenuti per ogni fase di analisi.

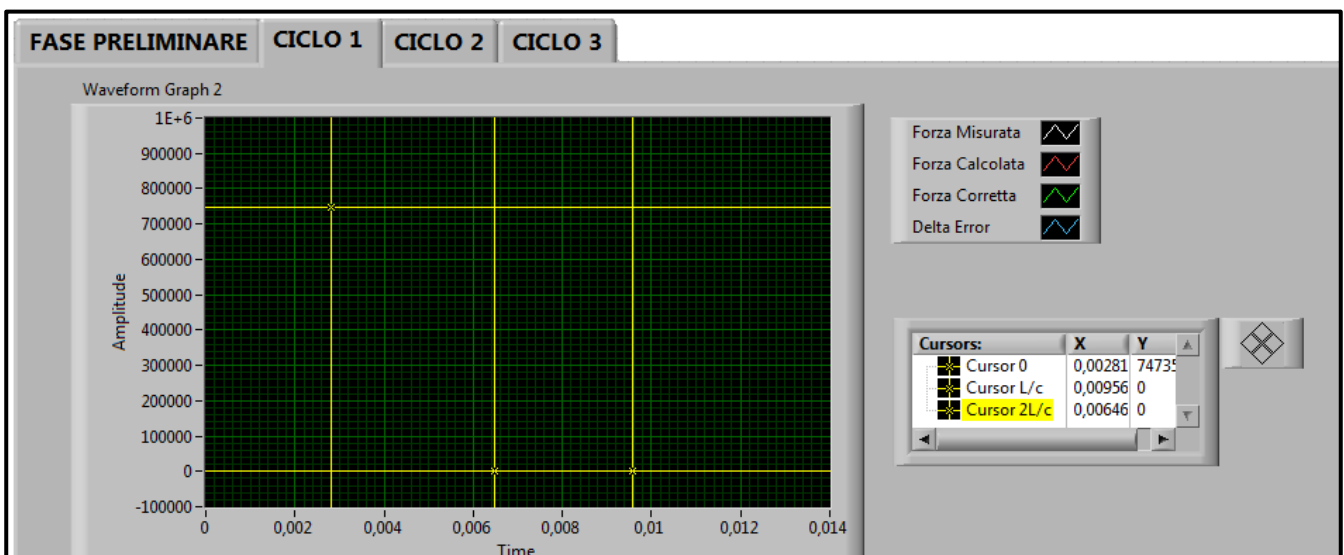


Figura 2.7 - Visualizzazione grafica dei risultati

3. ESEMPIO DI RIELABORAZIONE

DATI PROBLEMA		
Delta Campionamento	0,0001	[sec]
L palo	18	[m]
c	5182	[m/s]
E	210000	[N/mm2]
Area	6335,5	[mm-mm2]
Num. Conci	10	[---]
Coeff. Stab.	1,8	[---]
Moltipl. Meas. Delta	1,3	[---]
Delta L	1,8	[m]
Delta T analisi	0,000192976	[sec]
K	7,39142E+8	[N/m]
M	89,1821	[N*s2/m]
P	7820,32	[N*s2/m4]
Z	256745	[N*s/m]
Durata Evento	0,0139	[sec]

Figura 3.1 - Inserimento parametri

Viene riportato un esempio di rielaborazione di una prova dinamica di tipo Case con il software **HDT-PRO**. In *Figura 3.1* sono mostrati i parametri settati e in *Figura 3.2* i controlli dell'analisi.

Partendo dalla fase semplificata di analisi (*Figura 3.3*) il codice di calcolo determina le curve di risposta secondo le diverse configurazioni di resistenza (*Figura 3.4*).

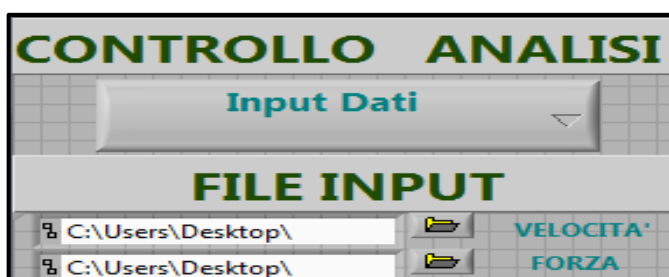


Figura 3.2 - Controlli di analisi e File di Input

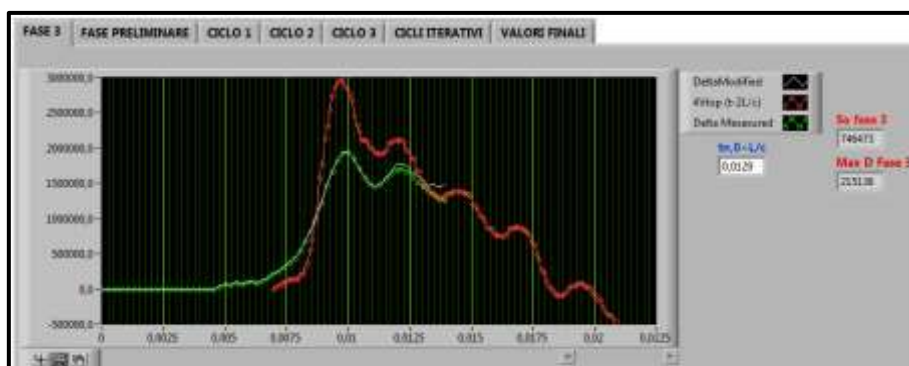


Figura 3.3 - Risultati Fase Semplificata

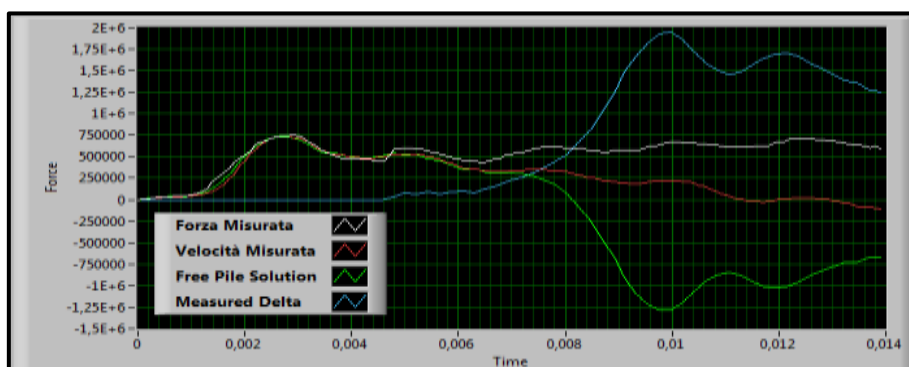


Figura 3.4 - Risultati Procedura Automatica

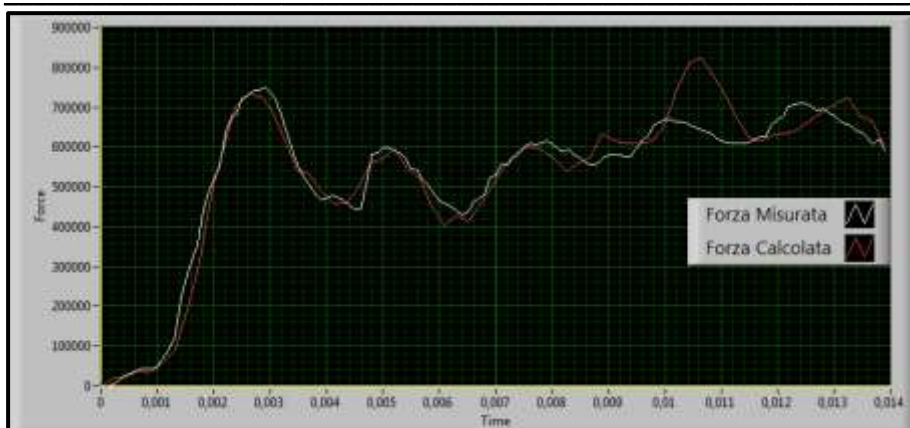
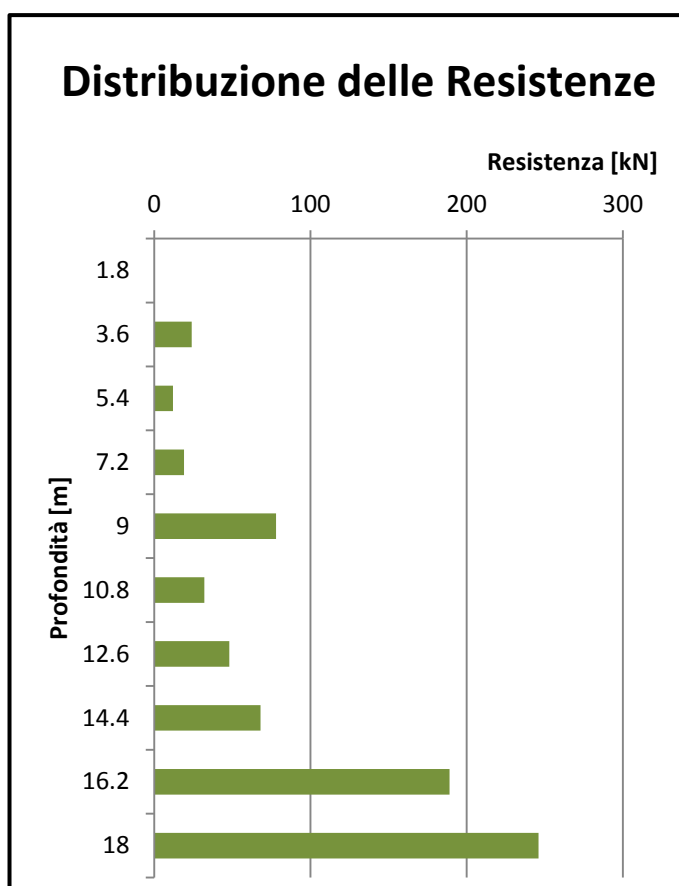


Figura 3.5 - Risultato della Procedura del codice di calcolo

Minimizzando l'errore tra Forza Misurata e Forza Calcolata il codice di calcolo definisce una distribuzione di resistenza finale da cui è determinata la portata del palo (Figura 3.5).



I valori sono esportati automaticamente in Excel dove è costruito l'istogramma della distribuzione delle resistenze.

È quindi calcolata la portata statica del palo come somma della portata laterale e di punta.

ELEMENTO	Portata	Distanza
	[kN]	[m]
1	0	1,8
2	24	3,6
3	12	5,4
4	19	7,2
5	78	9
6	32	10,8
7	48	12,6
8	68	14,4
9	189	16,2
Punta	246	18
PORTATA	716 kN	

Il software HDT-PRO è di proprietà della società MTS Engineering s.r.l. ed è sviluppato per l'utilizzo interno per l'interpretazione di prove dinamiche ad alta deformazione con metodo Case, eseguite secondo la normativa ASTM D4945-08 in accordo al Capitolo 6 delle N.T.C. - 08.