

# Componente geologica, idrogeologica e sismica

## Piano di Governo del Territorio **Documento di Piano**

### B. Componente geologica, idrogeologica e sismica

#### *Documentazione indagine sismica*



#### **Cremona**

COMUNE DI CREMONA

Settore Urbanistica,  
Commercio, Artigianato  
SUAP - SUE e  
Area Vasta



**Cremona**

COMUNE DI CREMONA

Settore Urbanistica  
Commercio - Artigianato  
SUAP - SUE  
Area Vasta

Aggiornamento della componente geologica,  
idrogeologica e sismica del Piano di Governo  
del Territorio

Allegato E

**Documentazione indagine sismica 2017**

edizione dicembre 2017

rea  
ricerche  
ecologiche  
applicate



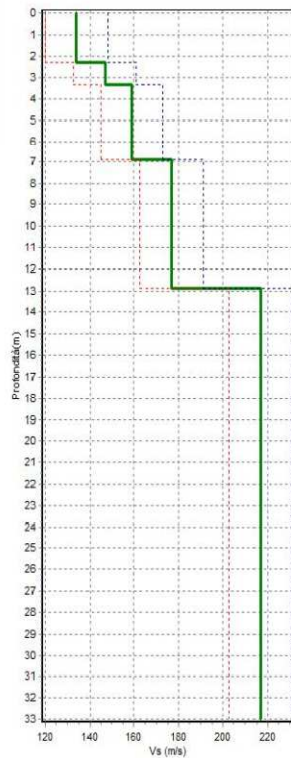
Le indagini sismiche sono state realizzate nel febbraio 2017 in 5 siti del territorio del Comune di Cremona.

Sono qui documentati i dati relativi a:

- **5 stendimenti MASW (CR1, CR2, CR3, CR4, CR5)**
- **Il calcolo del fattore di amplificazione  $F_a$**
- **La stima del Periodo  $T$**

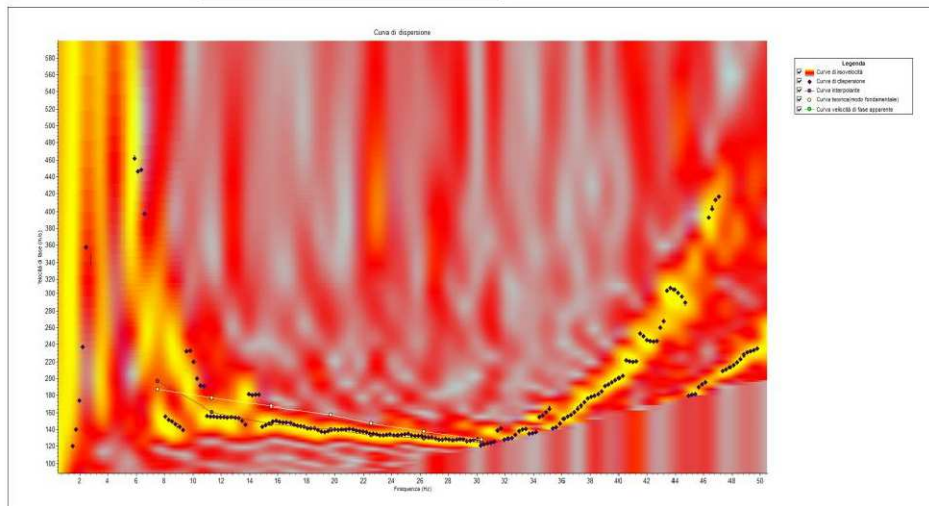
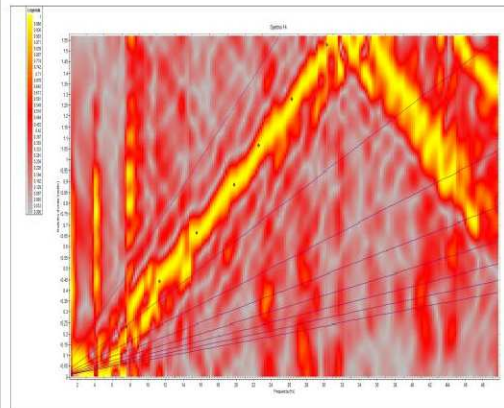
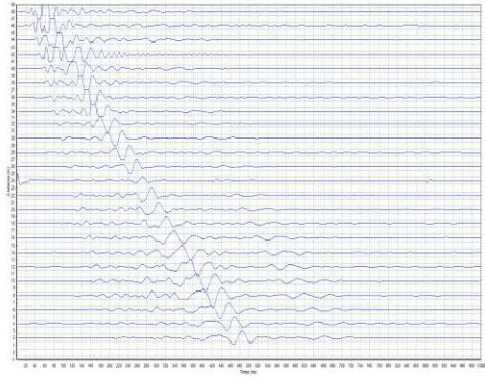
# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	2.31	134.0
2	3.3	147.0
3	6.93	159.0
4	12.87	177.0
5	33.0	217.0



Vs media  
 Vs min  
 Vs max

Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 198



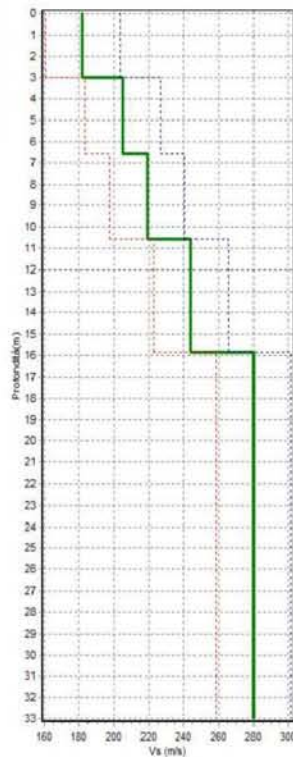
COMMITTENTE: Comune di Cremona

SITO: 1 Nuovo campeggio - Cremona (CR)

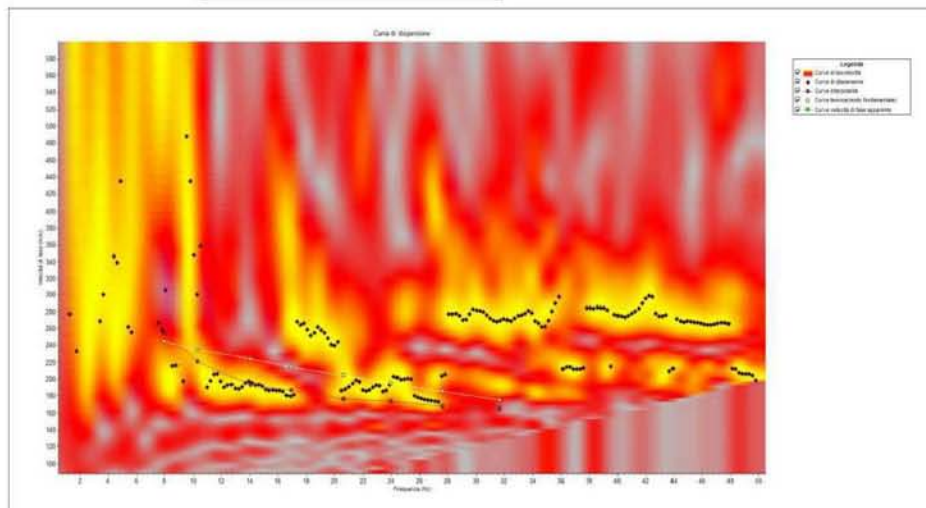
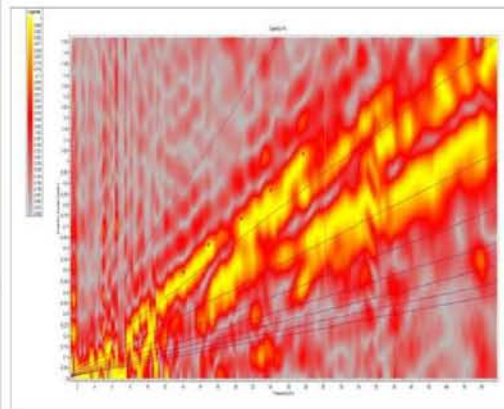
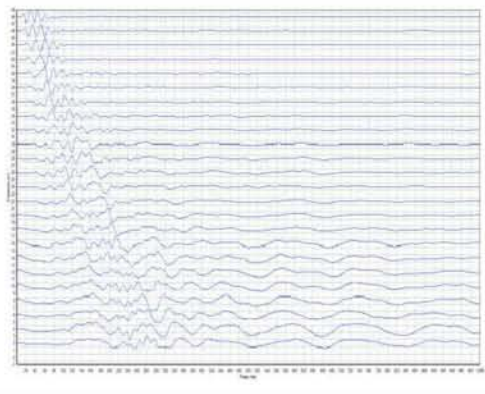
DATA: Feb. '17

# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	2.97	182.0
2	6.6	205.0
3	10.56	219.0
4	15.84	244.0
5	33.0	280.0



Vs media  
 Vs min  
 Vs max  
 Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 253



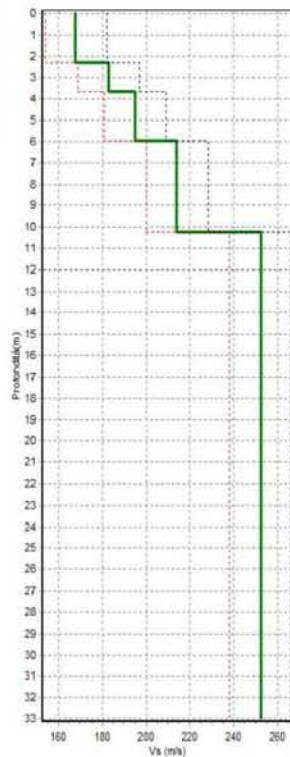
COMMITTENTE: Comune di Cremona

SITO: 2 Cascina Cremonesi - Cremona (CR)

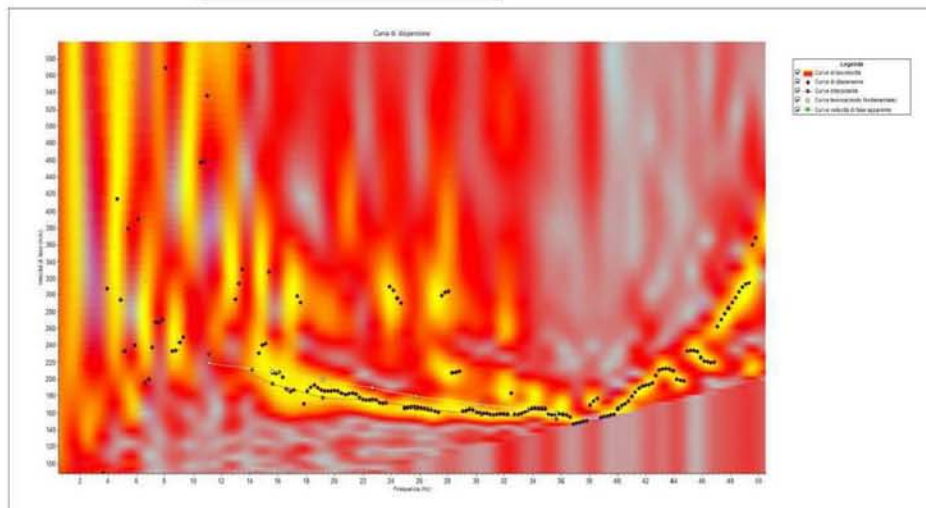
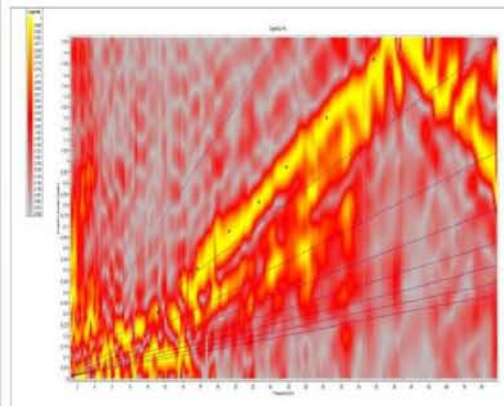
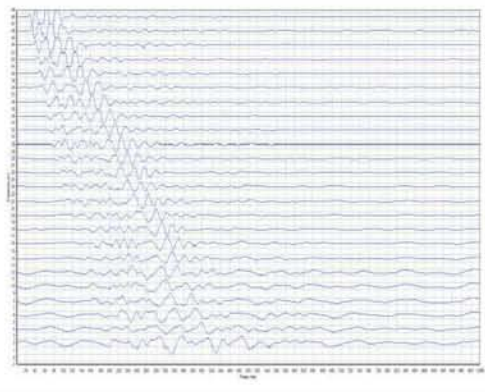
DATA: Feb. '17

# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	2.31	168.0
2	3.63	183.0
3	5.94	195.0
4	10.23	214.0
5	33.0	252.0



Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 239



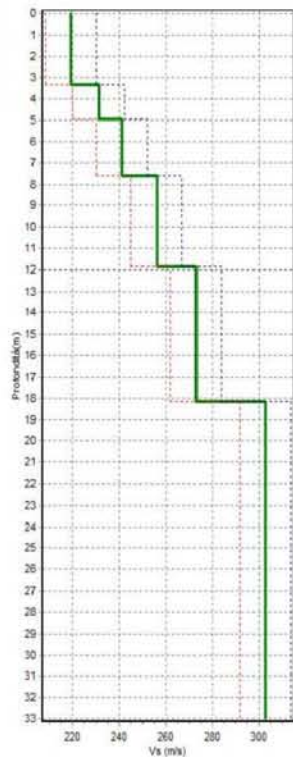
COMMITTENTE: Comune di Cremona

SITO: 3 Ipercoop - Cremona (CR)

DATA: Feb. '17

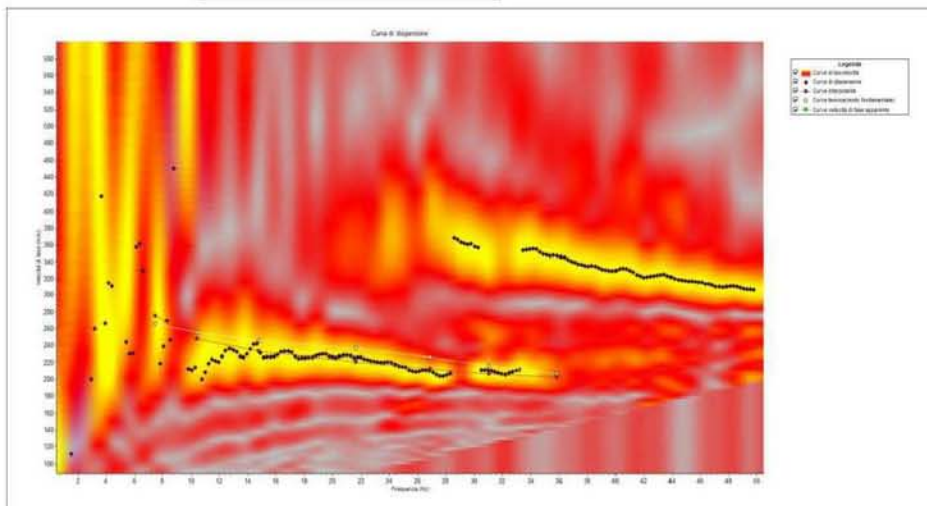
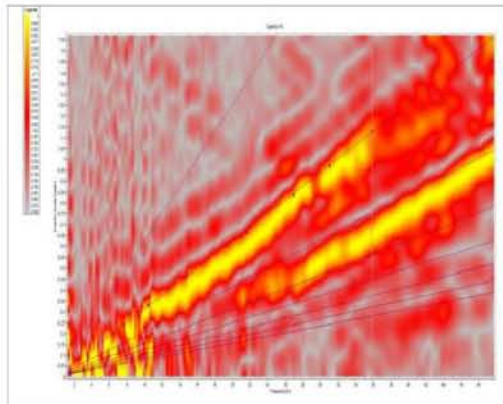
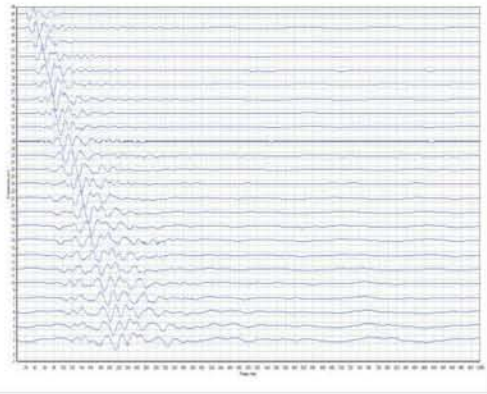
# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	3.3	219.0
2	4.95	231.0
3	7.59	241.0
4	11.88	256.0
5	18.15	273.0
6	33.0	303.0



Vs media  
 Vs min  
 Vs max

Classe sito: C - Vs30 (m/s) = 277



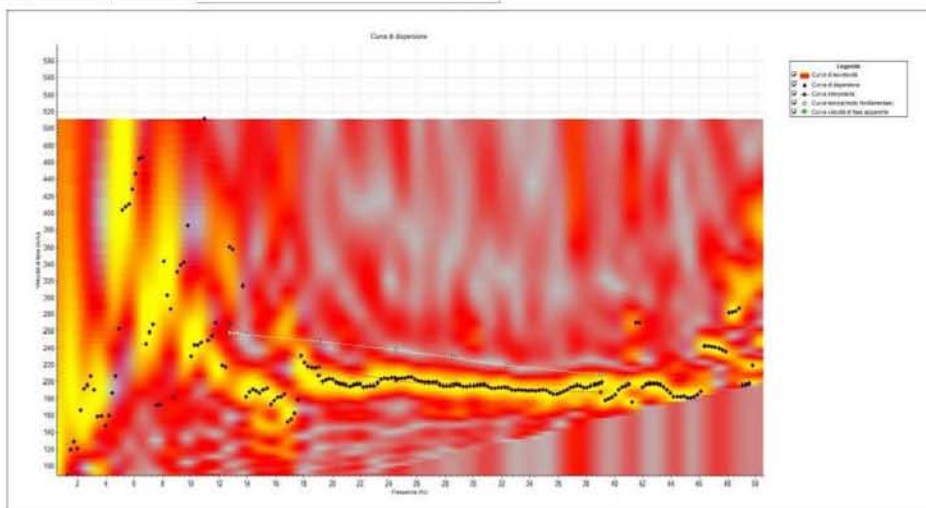
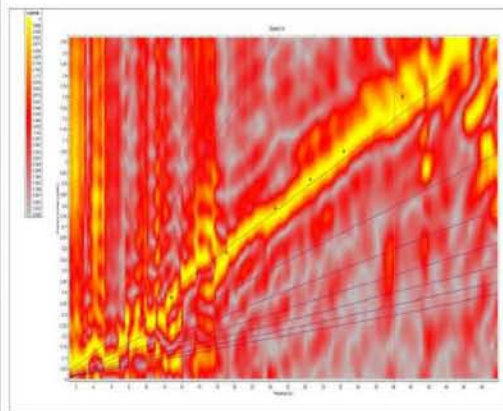
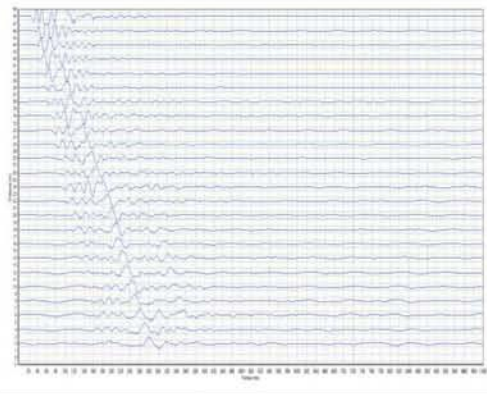
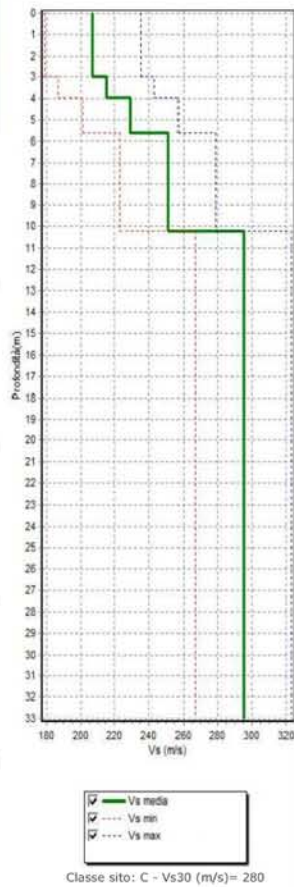
COMMITTENTE: Comune di Cremona

SITO: 4 Giardini Cavatigozzi - Cremona (CR)

DATA: Feb. '17

# INDAGINE SISMICA MASW

N.	H(m)	Vs(m/s)
1	2.97	207.0
2	3.96	215.0
3	5.61	229.0
4	10.23	251.0
5	33.0	295.0



COMMITTENTE: Comune di Cremona

SITO: 5 Giardino Vecchio Passeggio - Cremona (CR)

DATA: Feb. '17

Scheda litologia sabbiosa (D.G.R. 28/05/2008)

**Curva 2 (verde)**

0,03 ≤ T ≤ 0,45 *tratto polinomiale*

$$Fa_{0,1-0,5} = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-13,41	1,64	0,84	0,00

0,45 < T ≤ 0,80 *tratto logaritmico*

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,83 - 0,88 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,40	1,64	#NUM!	0,00

T > 0,80 *tratto rettilineo*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,64	1,00	0,00

**Curva 2 (verde) - 3 (blu)**

0,08 ≤ T < 0,80

$$Fa_{0,5-1,5} = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-9,61	1,64	0,93	0,00

0,80 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 1,73 - 0,61 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,43	1,64	#NUM!	0,00

T1	1,636
T2	

T (s) periodo proprio del sito

**Curva 3 (blu)**

0,03 ≤ T ≤ 0,40 (0,50) *tratto polinomiale*

$$Fa_{0,1-0,5} = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-17,24	1,64	0,86	0,00

(0,50) 0,40 < T ≤ 0,55 *tratto logaritmico*

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,62 - 0,65 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,30	1,64	#NUM!	0,00

T > 0,55 *tratto rettilineo*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,64	1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,08 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 0,57 T^3 - 2,18 T^2 + 2,38 T + 0,81$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,81	0,00	0,81	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,03 ≤ T ≤ 0,50 *tratto polinomiale*

$$Fa_{0,1-0,5} = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-19,18	1,64	0,76	0,00

0,50 < T ≤ 1,00 *tratto logaritmico*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,01 - 0,94 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,55	1,64	#NUM!	0,00

T > 1,00 *tratto rettilineo*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,64	1,00	0,00

Scheda litologia sabbiosa (D.G.R. 28/05/2008)

**Curva 2 (verde)**

0,03 ≤ T ≤ 0,45 tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-9,34	1,44	0,84	0,00

0,45 < T ≤ 0,80 tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,83 - 0,88 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,51	1,44	#NUM!	0,00

T > 0,80 tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,44	1,00	0,00

**Curva 2 (verde) - 3 (blu)**

0,08 ≤ T < 0,80

$$Fa_{0,5-1,5} = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-4,76	1,44	0,93	0,00

0,80 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 1,73 - 0,61 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,51	1,44	#NUM!	0,00

T1	1,444
T2	

T (s) periodo proprio del sito

**Curva 3 (blu)**

0,03 ≤ T ≤ 0,40 (0,50) tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-12,44	1,44	0,86	0,00

(0,50) 0,40 < T ≤ 0,55 tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,62 - 0,65 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,38	1,44	#NUM!	0,00

T > 0,55 tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,44	1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,08 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 0,57 T^3 - 2,18 T^2 + 2,38 T + 0,81$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,81	0,00	0,81	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,03 ≤ T ≤ 0,50 tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-13,45	1,44	0,76	0,00

0,50 < T ≤ 1,00 tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,01 - 0,94 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,66	1,44	#NUM!	0,00

T > 1,00 tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,44	1,00	0,00

Scheda litologia sabbiosa (D.G.R. 28/05/2008)

**Curva 2 (verde)**

0,03 ≤ T ≤ 0,45

tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84$$

Fa1	T1
-10,50	1,50

Fa2	T2
0,84	0,00

0,45 < T ≤ 0,80

tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,83 - 0,88 \ln T$$

Fa1	T1
0,47	1,50

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T > 0,80

tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1
1,00	1,50

Fa2	T2
1,00	0,00

**Curva 2 (verde) - 3 (blu)**

0,08 ≤ T < 0,80

$$Fa_{0,5-1,5} = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93$$

Fa1	T1
-6,05	1,50

Fa2	T2
0,93	0,00

0,80 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 1,73 - 0,61 \ln T$$

Fa1	T1
1,48	1,50

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T1	1,502
T2	

T (s) periodo proprio del sito

**Curva 3 (blu)**

0,03 ≤ T ≤ 0,40 (0,50)

tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86$$

Fa1	T1
-13,81	1,50

Fa2	T2
0,86	0,00

(0,50) 0,40 < T ≤ 0,55

tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,62 - 0,65 \ln T$$

Fa1	T1
0,36	1,50

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T > 0,55

tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1
1,00	1,50

Fa2	T2
1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,03 ≤ T ≤ 0,50

tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76$$

Fa1	T1
-15,09	1,50

Fa2	T2
0,76	0,00

0,50 < T ≤ 1,00

tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,01 - 0,94 \ln T$$

Fa1	T1
0,63	1,50

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T > 1,00

tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1
1,00	1,50

Fa2	T2
1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,08 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 0,57 T^3 - 2,18 T^2 + 2,38 T + 0,81$$

Fa1	T1
1,40	1,50

Fa2	T2
0,81	0,00

Scheda litologia sabbiosa (D.G.R. 28/05/2008)

**Curva 2 (verde)**

0,03 ≤ T ≤ 0,45 *tratto polinomiale*

$$Fa_{0,1-0,5} = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-12,98	1,62	0,84	0,00

0,45 < T ≤ 0,80 *tratto logaritmico*

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,83 - 0,88 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,41	1,62	#NUM!	0,00

T > 0,80 *tratto rettilineo*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,62	1,00	0,00

**Curva 2 (verde) - 3 (blu)**

0,08 ≤ T < 0,80

$$Fa_{0,5-1,5} = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-9,05	1,62	0,93	0,00

0,80 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 1,73 - 0,61 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,44	1,62	#NUM!	0,00

T1	1,617
T2	

T (s) periodo proprio del sito

**Curva 3 (blu)**

0,03 ≤ T ≤ 0,40 (0,50) *tratto polinomiale*

$$Fa_{0,1-0,5} = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-16,74	1,62	0,86	0,00

(0,50) 0,40 < T ≤ 0,55 *tratto logaritmico*

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,62 - 0,65 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,31	1,62	#NUM!	0,00

T > 0,55 *tratto rettilineo*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,62	1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,03 ≤ T ≤ 0,50 *tratto polinomiale*

$$Fa_{0,1-0,5} = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76$$

Fa1	T1	Fa2	T2
-18,57	1,62	0,76	0,00

0,50 < T ≤ 1,00 *tratto logaritmico*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,01 - 0,94 \ln T$$

Fa1	T1	Fa2	T2
0,56	1,62	#NUM!	0,00

T > 1,00 *tratto rettilineo*

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,00	1,62	1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,08 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 0,57 T^3 - 2,18 T^2 + 2,38 T + 0,81$$

Fa1	T1	Fa2	T2
1,37	1,62	0,81	0,00

Scheda litologia sabbiosa (D.G.R. 28/05/2008)

**Curva 2 (verde)**

0,03 ≤ T ≤ 0,45

tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -8,65 T^2 + 5,44 T + 0,84$$

Fa1	T1
-7,47	1,34

Fa2	T2
0,84	0,00

0,45 < T ≤ 0,80

tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,83 - 0,88 \ln T$$

Fa1	T1
0,57	1,34

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T > 0,80

tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1
1,00	1,34

Fa2	T2
1,00	0,00

**Curva 2 (verde) - 3 (blu)**

0,08 ≤ T < 0,80

$$Fa_{0,5-1,5} = -6,11 T^3 + 5,79 T^2 + 0,44 T + 0,93$$

Fa1	T1
-2,85	1,34

Fa2	T2
0,93	0,00

0,80 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 1,73 - 0,61 \ln T$$

Fa1	T1
1,55	1,34

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T1	1,344
T2	

T (s) periodo proprio del sito

**Curva 3 (blu)**

0,03 ≤ T ≤ 0,40 (0,50)

tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -9,68 T^2 + 4,77 T + 0,86$$

Fa1	T1
-10,21	1,34

Fa2	T2
0,86	0,00

(0,50) 0,40 < T ≤ 0,55

tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 0,62 - 0,65 \ln T$$

Fa1	T1
0,43	1,34

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T > 0,55

tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1
1,00	1,34

Fa2	T2
1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,03 ≤ T ≤ 0,50

tratto polinomiale

$$Fa_{0,1-0,5} = -12,21 T^2 + 7,79 T + 0,76$$

Fa1	T1
-10,83	1,34

Fa2	T2
0,76	0,00

0,50 < T ≤ 1,00

tratto logaritmico

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,01 - 0,94 \ln T$$

Fa1	T1
0,73	1,34

Fa2	T2
#NUM!	0,00

T > 1,00

tratto rettilineo

$$Fa_{0,1-0,5} = 1,00$$

Fa1	T1
1,00	1,34

Fa2	T2
1,00	0,00

**Curva 1 (rossa)**

0,08 ≤ T ≤ 1,80

$$Fa_{0,5-1,5} = 0,57 T^3 - 2,18 T^2 + 2,38 T + 0,81$$

Fa1	T1
0,81	0,00

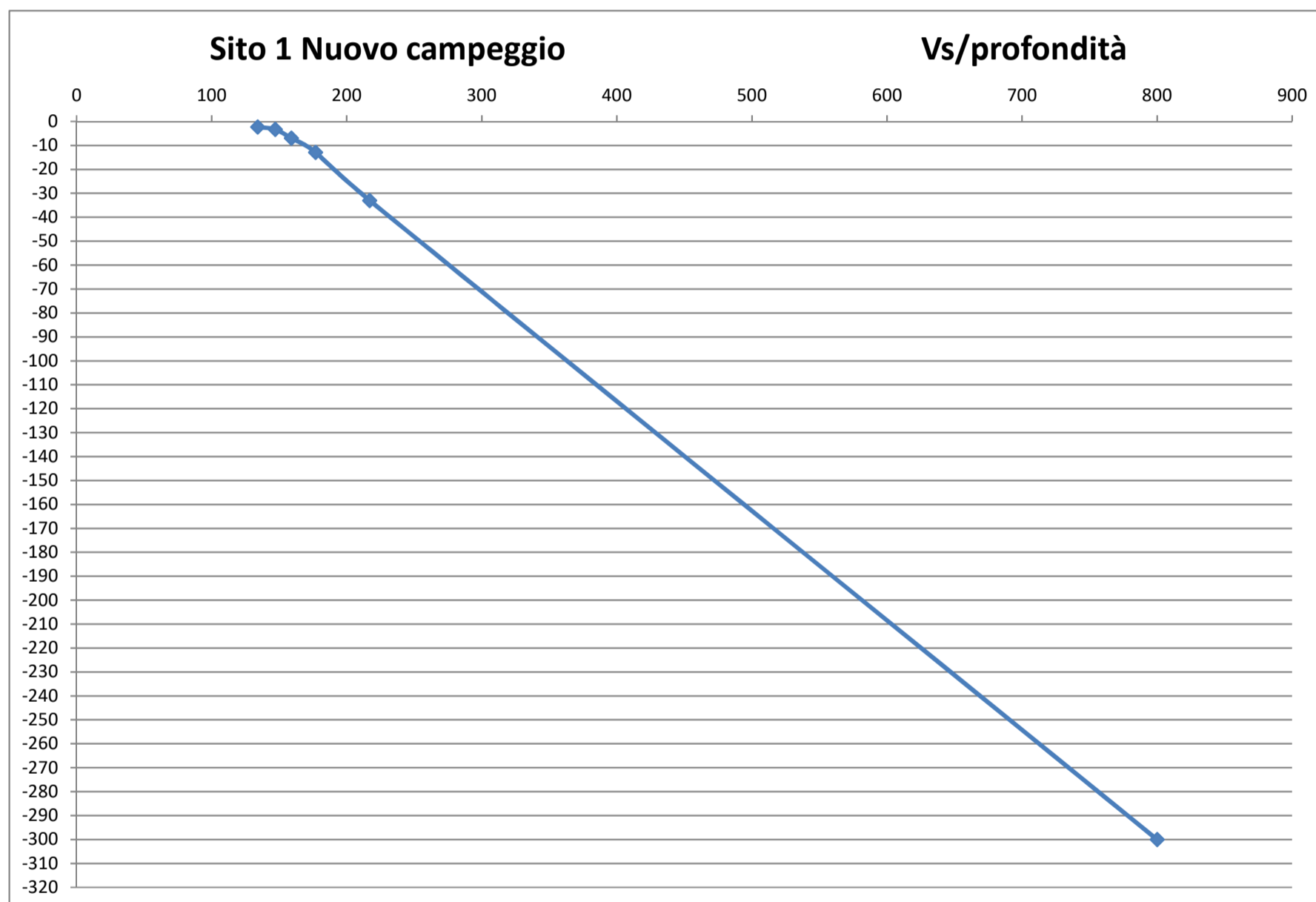
Fa2	T2
0,81	0,00

**SITO 1 Nuovo campeggio**

Profondità (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	hi (m)	Vsi (m/s)	Vsi*hi
0	0				
-2,31	2,31	134	2,31	134	310
-3,3	3,30	147	0,99	147	146
-6,93	6,93	159	3,63	159	577
-12,87	12,87	177	5,94	177	1051
-33	33	217	20,13	217	4368
-300	300	800	267	800	213600
			<b>Σhi</b>		
			300		220052

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

**T**  
**1,636**

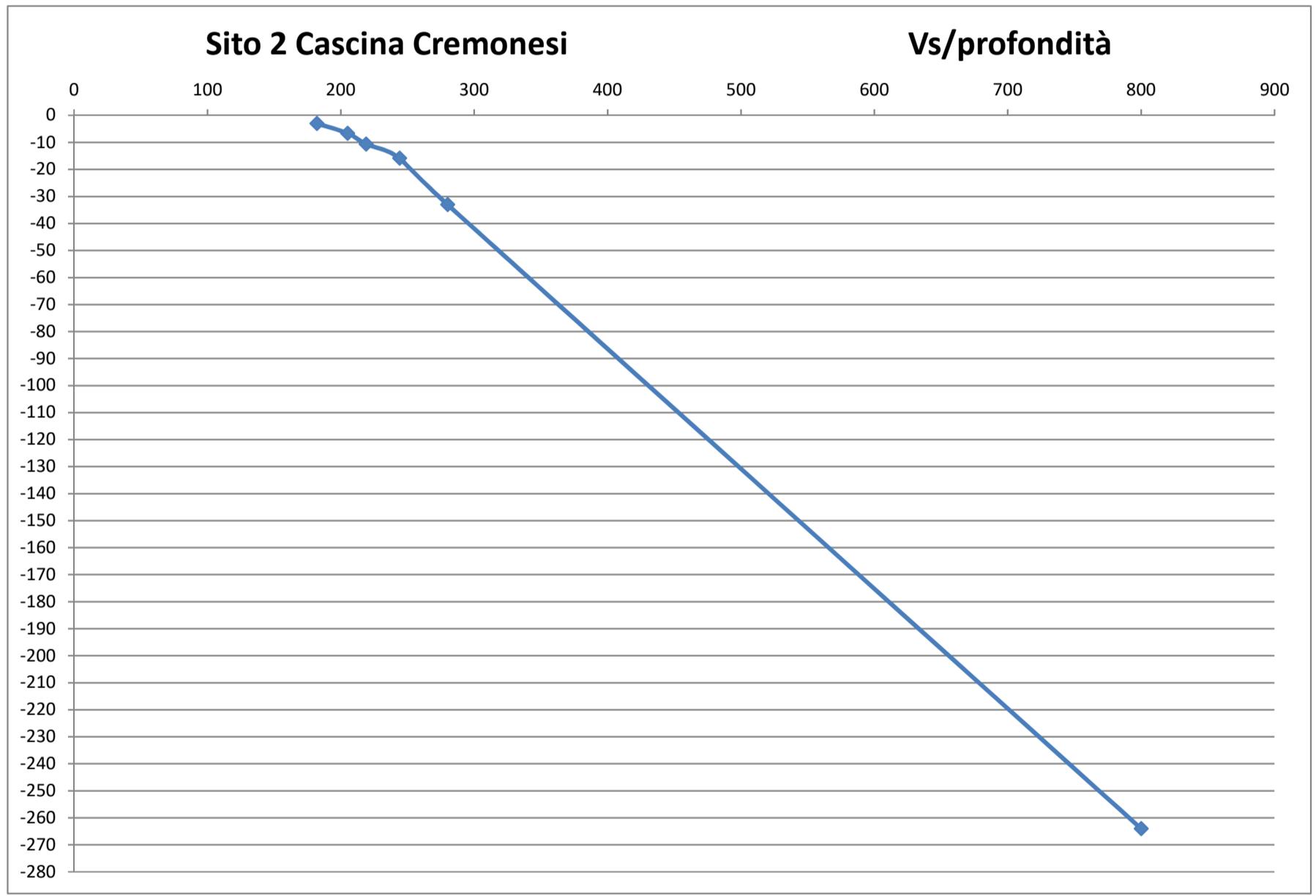


**SITO 2 Cascina Cremonesi**

Profondità (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	hi (m)	Vsi (m/s)	Vsi*hi
0	0				
-2,97	2,97	182	2,97	182	541
-6,6	6,60	205	3,63	205	744
-10,56	10,56	219	3,96	219	867
-15,84	15,84	244	5,28	244	1288
-33	33	280	17,16	280	4805
-264	264	800	231	800	184800
			<b>Σhi</b>		
			264		193045

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

**T**  
**1,4441**

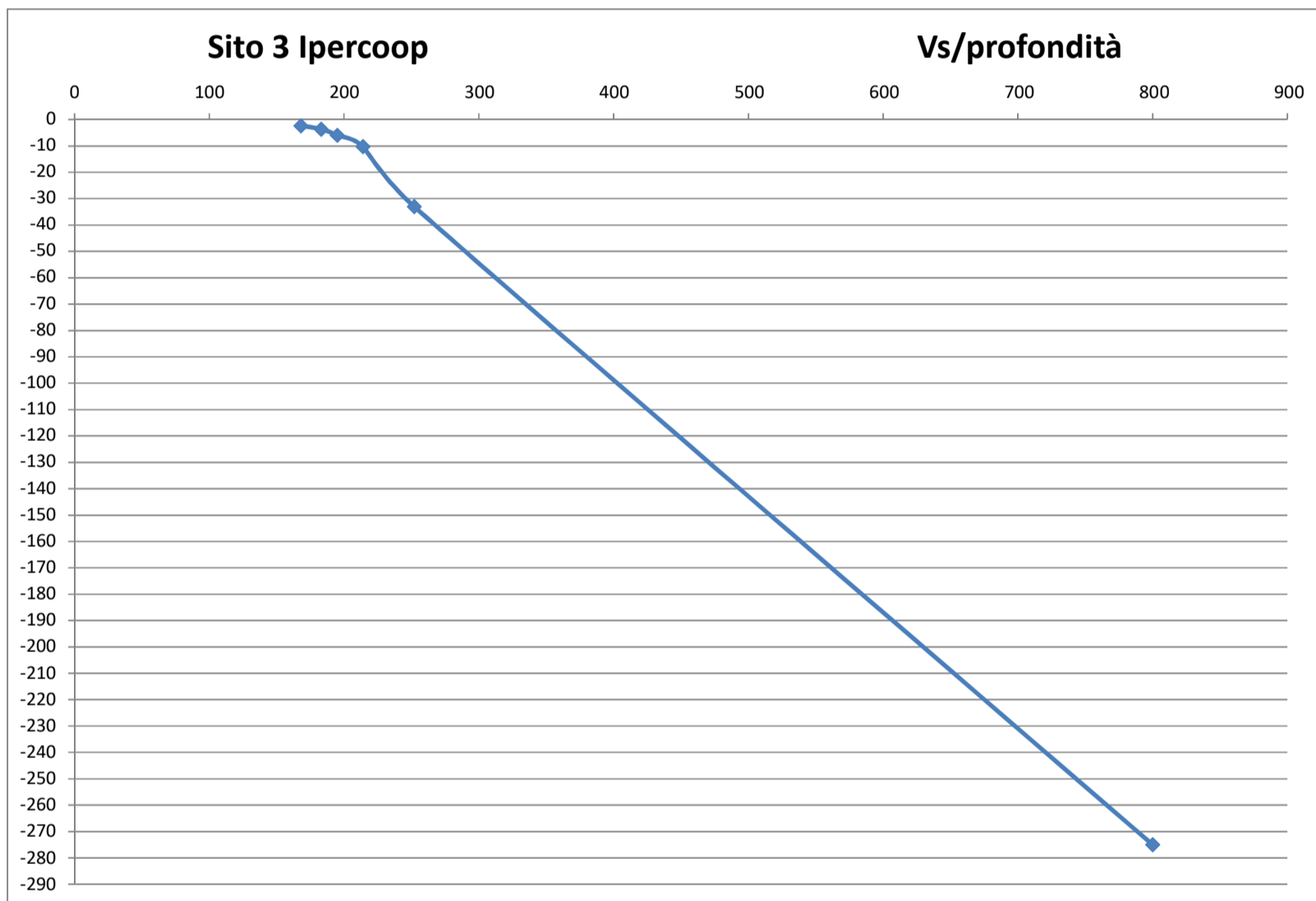


**SITO 3 Ipercoop**

Profondità (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	hi (m)	Vsi (m/s)	Vsi*hi
0	0				
-2,31	2,31	168	2,31	168	388
-3,63	3,63	183	1,32	183	242
-5,94	5,94	195	2,31	195	450
-10,23	10,23	214	4,29	214	918
-33	33	252	22,77	252	5738
-275	275	800	242,00	800	193600
			<b>Σhi</b>	275	201336

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

**T**  
**1,502**

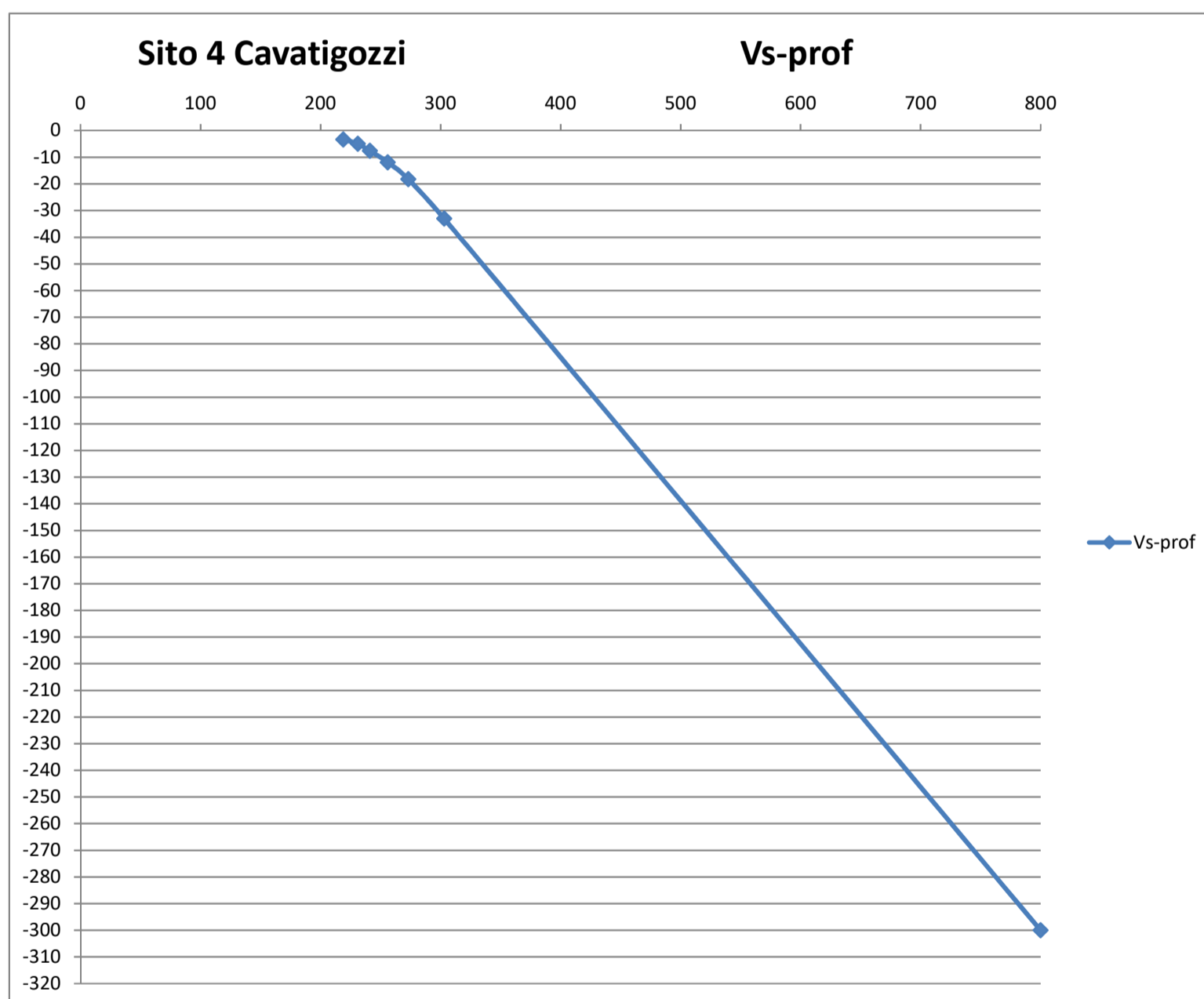


SITO 4 Giardini Cavatigozzi

Profondità (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	hi (m)	Vsi (m/s)	Vsi*hi
0	0				
-3,3	3,30	219	3,30	219	723
-4,95	4,95	231	1,65	231	381
-7,59	7,59	241	2,64	241	636
-11,88	11,88	256	4,29	256	1098
-18,15	18,15	273	6,27	273	1712
-33	33	303	14,85	303	4500
-300	300	800	267	800	213600
			<b>Σhi</b>	300	222650

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

T  
**1,617**



**SITO 5 Giardino Vecchio Passeggio**

Profondità (m)	Profondità (m)	Vs (m/s)	hi (m)	Vsi (m/s)	Vsi*hi
0	0				
-2,97	2,97	207	2,97	207	615
-3,96	3,96	215	0,99	215	213
-5,61	5,61	229	1,65	229	378
-10,23	10,23	251	4,62	251	1160
-33	33	295	22,77	295	6717
-245	245	800	212	800	169600
			<b>Σhi</b>	245	178682

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

**T**  
**1,344**

