

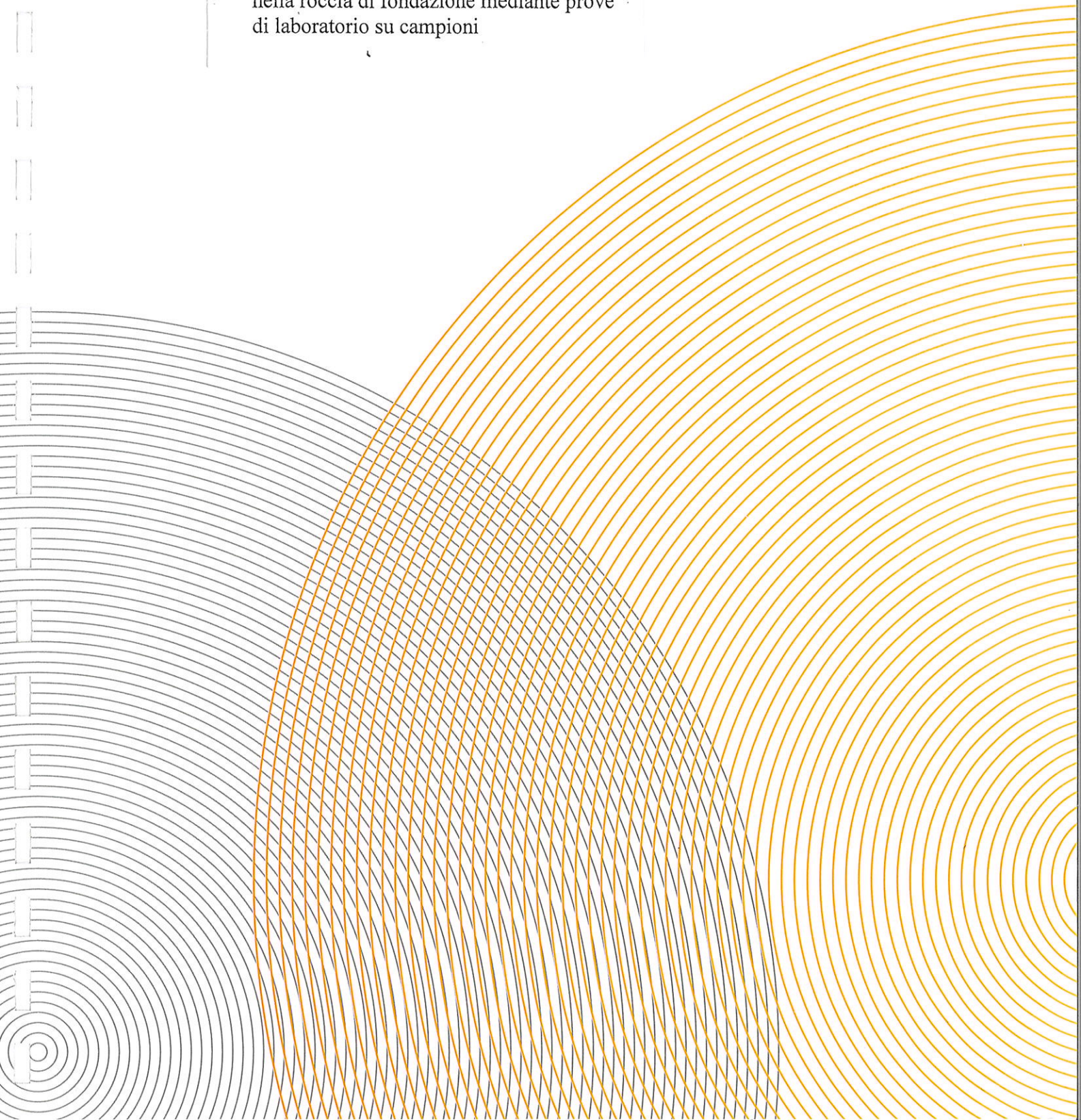


CTG Italcementi Group

**Impianto idroelettrico di Olmo al Brembo
DIGA DI CASSIGLIO**

ALLEGATO 6

Indagini sulla muratura in calcestruzzo e
nella roccia di fondazione mediante prove
di laboratorio su campioni



Impianto idroelettrico di Olmo al Brembo
DIGA DI CASSIGLIO

ALLEGATO 6

Indagini sulla muratura in calcestruzzo e
nella roccia di fondazione mediante prove
di laboratorio su campioni





ISMES spa
viale G. Cesare 29 - 24100 Bergamo
tel. 035/358111 - tlx 301249 ISMES I - fax 035/211191

DIGA DI CASSIGLIO (BG)
INDAGINI SULLA MURATURA IN CALCESTRUZZO E NELLA
ROCCIA DI FONDAZIONE MEDIANTE PROVE DI LABORATORIO
SU CAMPIONI

p.c. ITALCEMENTI
PROG. ASP 4019.72/DOC/REL/DGM 031/REV. 00

documento di pagine

00	29/06/88	<i>Locatelli</i> Locatelli	<i>Marconi</i> R.Marconi	<i>P.P. Rossi</i> P.P. Rossi		<i>Riccioni</i> R.Riccioni	
rev.	data	redatto	verificato	approvato		Direzione	
		Unita' emittente			Autorizzazioni		

INDICE

1. PREMESSA	3
2. APPARECCHIATURE E METODOLOGIE DI PROVA	3
2.1 Determinazione della massa volumica apparente	4
2.2 Determinazione della velocita' sonica	4
2.3 Determinazione della porosita'	4
2.4 Prova di permeabilita'	5
2.5 Prova di compressione monoassiale	6
2.6 Prova di trazione diretta	6
3. RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO	7
3.1 Campioni in calcestruzzo della struttura	7
3.2 Roccia di fondazione	8

1. PREMESSA

La presente relazione riferisce su una serie di indagini svolte dalla Divisione Geomeccanica dell'ISMES di Bergamo per conto della spettabile ITALCEMENTI di Bergamo con lo scopo di caratterizzare il calcestruzzo e la roccia di fondazione della diga di Cassiglio, ubicata in Valle Stabina (laterale della Valle Brembana), in comune di Cassiglio (provincia di Bergamo).

Le prove di laboratorio, atte a determinare le principali caratteristiche fisiche e di resistenza meccanica di campioni di calcestruzzo e roccia di fondazione, sono state effettuate su provini ottenuti dalla realizzazione di n. 2 sondaggi (D=86 mm), dei quali uno verticale ed uno inclinato (15°), realizzati presso la sponda sinistra orografica a partire dal coronamento e aventi una lunghezza di circa 53 metri.

2. APPARECCHIATURE E METODOLOGIE DI PROVA

Le prove sono state effettuate su n. 20 campioni di calcestruzzo e n. 5 di roccia (provenienti dai sondaggi SII e SIV), visibili nelle foto da fig. 1 a fig. 5.

Sono state eseguite le seguenti prove:

- n. 25 determinazioni della massa volumica apparente su roccia e calcestruzzo;
- n. 25 determinazioni della velocità sonica su roccia e calcestruzzo;
- n. 5 determinazioni della massa volumica reale e della porosità della roccia;
- n. 6 determinazioni della permeabilità su calcestruzzo;
- n. 17 prove di compressione monoassiale su roccia e calcestruzzo;
- n. 4 prove di trazione diretta su calcestruzzo.

2.1 Determinazione della massa volumica apparente

La massa volumica apparente (peso di volume) e' stata direttamente determinata sui campioni cilindrici, ottenuti previe operazioni di taglio e rettificazione meccanica dei campioni, dopo essiccamento in forno a 110° C.

Si e' utilizzato un calibro ventesimale ed una bilancia di precisione (+/- .1g).

2.2 Determinazione della velocita' sonica

La velocita' di propagazione delle onde elastiche longitudinali (velocita' sonica) e' stata determinata mediante un'apparecchiatura costituita da:

- un generatore di impulsi ultrasonici;
- due trasduttori di ceramica piezoelettrica applicati alle teste del campione per la ricezione del segnale;
- un amplificatore collegato ad un oscilloscopio a raggi catodici;
- un misuratore di intervalli di tempo ad alta risoluzione.

2.3 Determinazione della porosita'

E' stata dapprima ottenuta la massa volumica reale dei campioni (peso specifico assoluto), ricavata dai frammenti residui dopo le prove di resistenza, polverizzati e vagliati al setaccio 75 UNI.

Il volume del macinato, immerso in acqua ed opportunamente "disareato" con l'impiego d'una pompa a vuoto, e' stato valutato mediante l'utilizzo di picnometri tarati (in accordo con la norma CNR - UNI 10010).

La porosita' ottenuta, approssimata allo 0.1%, deriva dalla relazione:

$$n = 100 \cdot \left(\frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \right) \%$$

dove gli indici s e d si riferiscono al peso specifico ed alla densita' a secco dei campioni.

2.4 Prova di permeabilita'

Le prove di permeabilita' sui campioni di calcestruzzo sono state condotte mediante i dispositivi schematizzati nella fig. 6.

L'attrezzatura e' costituita da un accumulatore idropneumatico acqua-azoto (fornito di due serbatoi di acciaio, manometri, valvole, riduttori di pressione), che alimenta il permeometro in acciaio, ove e' alloggiato il provino.

Tale attrezzatura consente di effettuare prove di permeabilita' longitudinale in presenza d'un carico di confinamento idrostatico di poco superiore al carico idraulico, applicato all'estremita' inferiore del campione, al fine di garantire una perfetta aderenza della guaina di gomma che riveste il campione medesimo. I valori dei carichi idraulici di prova sono stati scelti di volta in volta in funzione delle caratteristiche di permeabilita' dei campioni (quindi in funzione del tempo necessario alla saturazione degli stessi) e mantenuti costanti; si e' operato con carichi idrostatici variabili tra 6 e 10 MPa.

A saturazione avvenuta si e' poi misurata la portata dell'acqua, verificandone la sostanziale stabilita' nel tempo. Il coefficiente di permeabilita' viene ricavato dall'espressione:

$$K = \frac{Q \times L}{q \times A}$$

in cui:

Q = portata in (cmc/s);

q = carico idraulico di prova (espresso nell'equivalenza in cm);

L = altezza del campione in (cm);

A = sezione trasversale del campione in (cmq).

2.5 Prova di compressione monoassiale

Per la determinazione dei parametri elastici e della sollecitazione di rottura si e' utilizzata una pressa rigida con un fondo scala di 50 t dotata di cella dinamometrica per la misura della sollecitazione assiale.

Durante le prove sono state controllate le deformazioni assiali e diametrali e la sollecitazione assiale.

Le deformazioni sono state rilevate mediante "Strain Gauges" di base 60 mm (campioni della muratura) o 30 mm (campioni di roccia) disposti simmetricamente, due in direzione longitudinale e due in direzione trasversale.

Nella foto di fig. 7 raffigurato un campione durante la prova. L'acquisizione e la registrazione continua dei dati e' avvenuta con l'ausilio d'un convertitore analogico-digitale interfacciato con un calcolatore; i dati sono stati memorizzati su disco magnetico.

La prova e' stata eseguita in controllo di carico, il quale e' stato applicato secondo un gradiente di 0.1 MPa/sec.

Prima di sollecitare i campioni di calcestruzzo sino al valore di resistenza ultima alla compressione monoassiale sono stati eseguiti n. 2 cicli di carico ai livelli di sollecitazione 4 e 8 MPa per indagare la reversibilita' di comportamento di questi materiali. Sui campioni di roccia non e' stato possibile eseguire i previsti due cicli a 15 e 30 MPa a causa dei valori dei carichi di rottura che sono risultati inferiori a 30 Mpa.

Le operazioni di prova sono integralmente automatizzate mediante computer che assolve funzioni di comando macchina e controllo processo.

2.6 Prova di trazione diretta

I campioni, con rapporti di snellezza (L/D) pari circa a 2 e diametri dell'ordine dei 71 mm, sono stati incollati, mediante speciale adesivo, a teste cilindriche d'acciaio. La presenza di snodi sferici ed un sistema per l'applicazione della tensione composto da rulli in catena ha evitato che il carico trasmesso dalla pressa alle teste del campione desse luogo ad indesiderati sforzi flessionali e torsionali.

La sollecitazione e' stata incrementata in ragione di 0.05 MPa/s, sino a provocare la rottura dei campioni. Nella foto di fig. 8 e' raffigurato un campione durante la prova.

3. RISULTATI DELLE PROVE DI LABORATORIO

Sono allegati i seguenti elaborati:

- tabelle riepilogative di tutti i risultati (fig. 9 calcestruzzi, fig. 10 roccia di fondazione);
- determinazione della massa volumica reale della roccia (figg. 11-15);
- diagrammi sforzi-deformazioni delle prove meccaniche (figg. 16-27 cicli di carico e prove di compressione sino a rottura sui calcestruzzi; fig. 28-32 cicli di carico e prove di compressione sino a rottura sulla roccia di fondazione);
- diagrammi sforzi-deformazioni delle prove di trazione diretta sui calcestruzzi (figg. 33-36).

Di seguito sono sintetizzati i principali risultati.

3.1 Campioni in calcestruzzo della struttura

Per i campioni attinenti alla struttura i valori medi delle principali caratteristiche sono risultati i seguenti:

-	massa volumica apparente	2.35 g/cmc
-	velocita' sonica	4530 m/s
-	coefficiente di permeabilita'	4 E-8 cm/s
-	modulo elastico (tra 8 e 0.5 MPa)	33.800 MPa
-	coefficiente di Poisson (8 e 0.5 MPa)	0.20
-	resistenza a compressione	27.1 MPa
-	resistenza a trazione diretta	1.3 MPa

3.2 Roccia di fondazione

Per quanto riguarda le caratteristiche fisico-meccaniche della roccia di fondazione, i valori medi sono risultati i seguenti:

-	massa volumica apparente	2.72 g/cmc
-	massa volumica reale	2.85 g/cmc
-	porosita'	4.7%
-	velocita' sonica	1570 m/s
-	modulo elastico secante (R/2 - 0.5 MPa)	10.700 MPa
-	coefficiente di Poisson (R/2 - 0.5 MPa)	0.38
-	resistenza a compressione monoassiale	17.4 MPa

Si sottolinea che il numero esiguo dei campioni e' dovuto al fatto che dal sondaggio SLV non e' stato possibile ricavare provini a causa della intensa fratturazione della roccia.

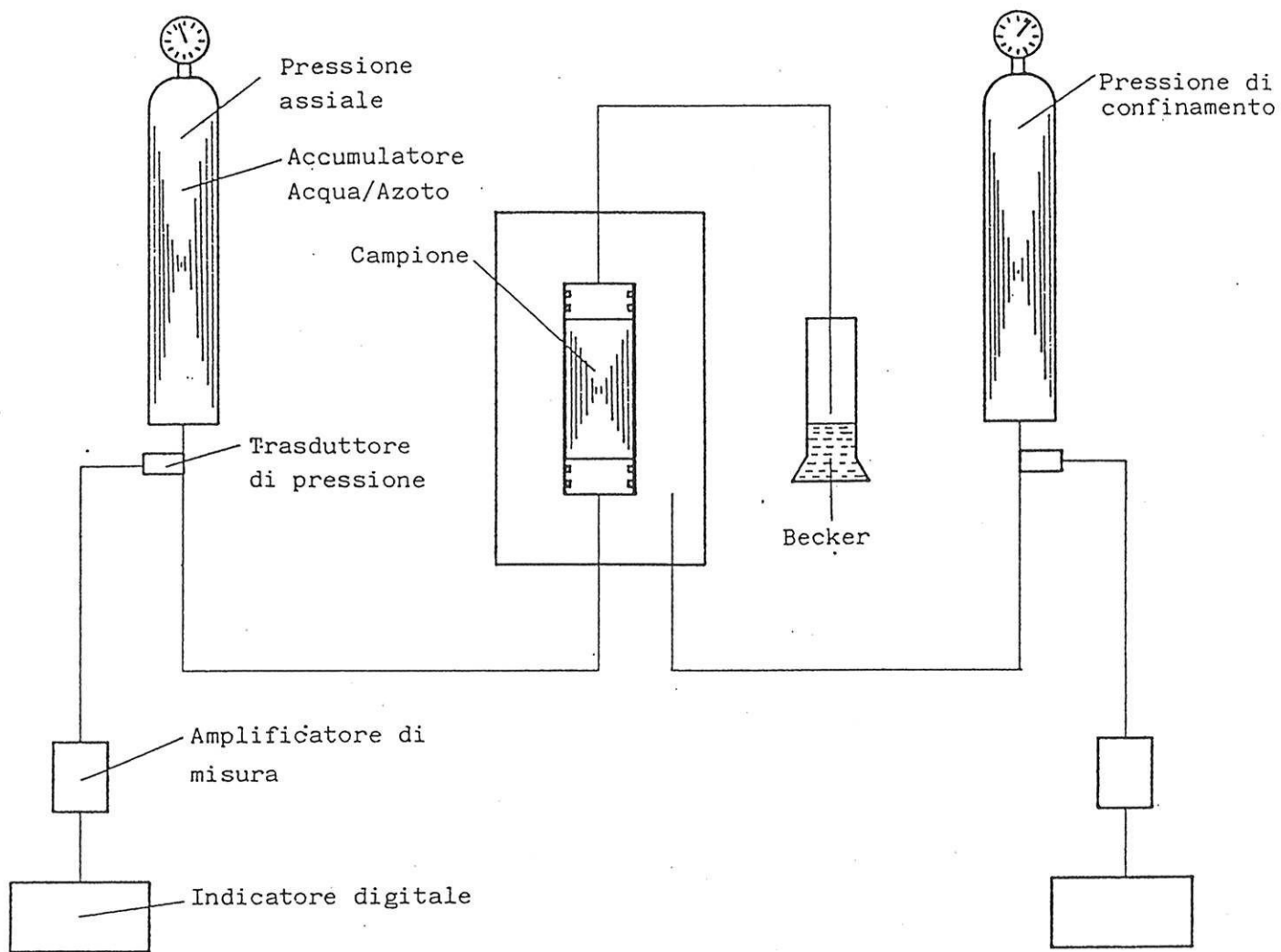


Prog 4019.72/DGM
Doc REL/DGM/031
Rev 00

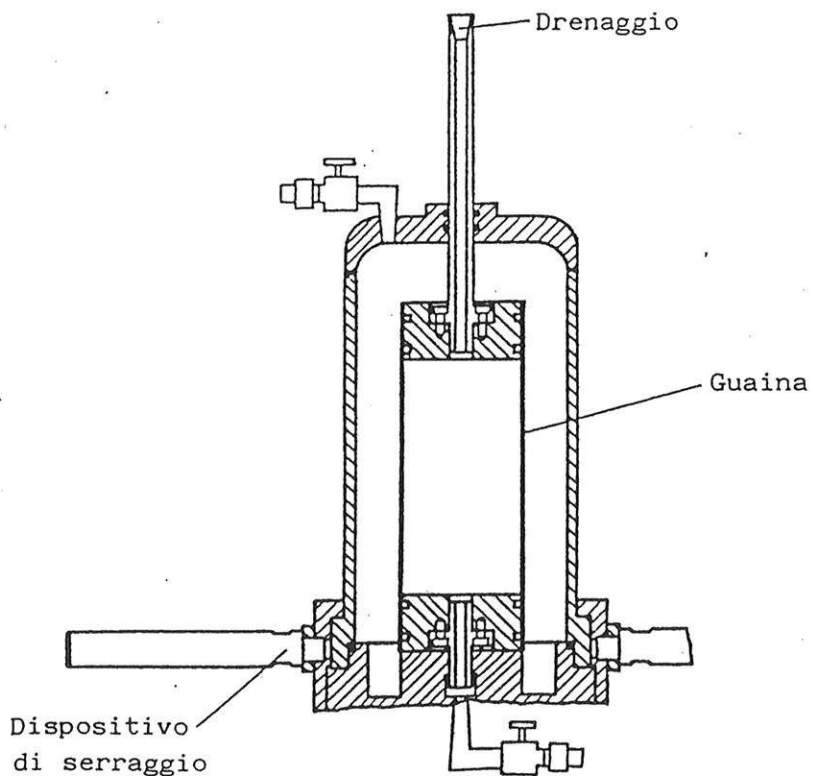
pag. 9

Le prove sono state eseguite a cura del p.i. L. Locatelli.

ATTREZZATURA PER
PROVE DI PERMEABILITA'



PARTICOLARE PERMEAMETRO



Scala circa
1:7

COMMITTENTE : ITALCEMENTI
DIGA DI CASSIGLIO

TABELLA RIASSUNTIVA
DEI CAMPIONI
IN CALCESTRUZZO

CAMPIONI	SONDAGGIO	PROFON.	DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA VOLUMICA	VELOCITA' SONICA	CARICO DI ROTTURA	MODULO ELASTICO	COEF. DI POISSON	COEF. DI PERMEA.
		m	mm	mm	g/cm ³	m/s	MPa	MPa		K cm/s
1	IS1I	2.25	71.7	143.1	2.41	4850	.99#			11.9 E-10
2	IS1I	3.90	71.7	141.9	2.48	4920	42.10	52600	.25	
3	IS1I	6.35	71.7	141.2	2.50	4830	31.97	40450	.24	
4	IS1I	9.30	71.7	141.8	2.38	4920	36.48	37900	.21	
5	IS1I	11.75	71.7	143.3	2.27	4510	1.4#			17.8 E-6
6	IS1I	13.30	71.6	140.8	2.29	4460	23.96	39400	.28	
7	IS1I	15.70	71.6	142.4	2.49	4880				
8	IS1I	17.10	71.7	142.4	2.14	4020	16.25	23650	.16	18.6 E-4
9	IS1I	19.30	71.6	142.5	2.15	3930	14.59	23100	.22	
10	IS1I	20.10	71.7	141.8	2.46	4530				
1	IS1V	2.60	71.7	143.2	2.30	4420	21.47	29750	.20	
2	IS1V	4.60	71.7	142.6	2.53	5050	61.39	44850	.22	
3	IS1V	6.15	71.7	140.8	2.56	5050				
4	IS1V	8.45	71.7	143.0	2.28	4520	1.9#			12.6 E-10
5	IS1V	8.90	71.7	143.3	2.39	4510	24.45	38500	.19	
6	IS1V	10.00	71.7	141.1	2.41	4870				
7	IS1V	11.70	71.7	141.6	2.27	4380	29.41	37600	.20	
8	IS1V	15.50	71.5	139.2	2.07	3310	9.67	15500*	.15	14.7 E-7
9	IS1V	17.80	71.7	141.9	2.44	4680	.97#			11.1 E-9
10	IS1V	18.70	71.7	142.3	2.31	3970	14.06	23050*	.15	

PROVE DI TRAZIONE

* VALORI CALCOLATI NELL'INTERVALLO 4-.5 MPa

COMMITTENTE : ITALCEMENTI
DIGA DI CASSIGLIO

TABELLA RIASSUNTIVA
DEI CAMPIONI
IN ROCCIA

CAMPIONI	SONDAGGIO	PROFON.	DIAMETRO	ALTEZZA	MASSA VOLUMICA APPAR.	MASSA VOLUMICA REALE	IPOROSITA' %	VELOCITA' SONICA m/s	CARICO DI ROTTURA MPa	MODULO ELASTICO * MPa	COEF. DI POISSON
		m	mm	mm	g/cm ³	g/cm ³					
11	IS11	24.4	71.9	143.1	2.69	2.86	5.94	1350	14.53	9200	.13
12	IS11	25.3	71.8	144.0	2.71	2.85	4.91	1490	17.10	11300	.50
13	IS11	25.5	71.8	142.9	2.70	2.84	4.92	1470	17.28	16700	.47
14	IS11	25.8	71.6	142.5	2.74	2.86	4.19	1560	17.74	10800	.21
15	IS11	31.2	71.8	141.9	2.76	2.86	3.50	1980	20.52	9700	.60

* VALORI CALCOLATI NELL'INTERVALLO R/2-.5 MPa

Committente	ITALCEMENTI		
Cantiere	DIGA DI CASSIGLIO		
Sondaggio S1 I	Campione 11	Profondita' 24.40 m	

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (secca)

Picnometro	n	3	13	
Massa campione secco+tara	a	g	102.1858	88.4933
Tara	b	g	72.2743	58.6329
Massa campione secco	a - b	g	29.9115	29.8604
Massa picnometro+acqua a temp. (dalle curve di taratura)	c	g	167.6050	162.4305
Massa picnometro+acqua+massa del campione secco	(a-b)+c	g	197.5165	192.2909
Massa pic.+acqua+campione	d	g	187.0351	181.8811
Volume del campione	(a-b)+c-d	cm ³	10.4814	10.4098
Temperatura		° C	21.00	21.00
Massa volumica reale	$\frac{a - b}{(a-b) + c - d}$	g/cm ³	2.85	2.86

VALORE MEDIO 2.86 g/cm³

Committente	ITALCEMENTI		
Cantiere	DIGA DI CASSIGLIO		
Sondaggio S1 I	Campione 12	Profondita' 25.30 m	

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (secca)

			3	12
Picnometro	n			
Massa campione secco+tara	a	g	102.2670	89.4143
Tara	b	g	72.2743	59.5101
Massa campione secco	a - b	g	29.9927	29.9042
Massa picnometro+acqua a temp. (dalle curve di taratura)	c	g	167.6015	168.2273
Massa picnometro+acqua+massa del campione secco	(a-b)+c	g	197.5942	198.1315
Massa pic.+acqua+campione	d	g	187.1045	187.6764
Volume del campione	(a-b)+c-d	cm ³	10.4897	10.4551
Temperatura		° C	21.20	21.20
Massa volumica reale	$\frac{a-b}{(a-b)+c-d}$	γ g/cm ³	2.85	2.85

VALORE MEDIO 2.85 g/cm³

Committente	ITALCEMENTI		
Cantiere	DIGA DI CASSIGLIO		
Sondaggio S1 I	Campione 13	Profondita' 25.50 m	

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (secca)

Picnometro	n	7	8
Massa campione secco+tara	a g	108.6602	89.9008
Tara	b g	78.6999	60.0201
Massa campione secco	a - b g	29.9603	29.8807
Massa picnometro+acqua a temp. (dalle curve di taratura)	c g	174.8310	162.7388
Massa picnometro+acqua+massa del campione secco	(a-b)+c g	204.7913	192.6195
Massa pic.+acqua+campione	d g	194.3020	182.1134
Volume del campione	(a-b)+c-d cm ³	10.4893	10.5061
Temperatura	° C	20.80	20.80
Massa volumica reale	$\frac{a - b}{(a-b) + c - d} \gamma$ g/cm ³	2.85	2.84

VALORE MEDIO 2.84 g/cm³

Committente	ITALCEMENTI		
Cantiere	DIGA DI CASSIGLIO		
Sondaggio S1 I	Campione 14	Profondita' 25.80 m	

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (secca)

Picnometro	n	7	12
Massa campione secco+tara a	g	108.6807	89.5543
Tara b	g	78.6999	59.5101
Massa campione secco a - b	g	29.9808	30.0442
Massa picnometro+acqua a temp. (dalle curve di taratura) c	g	174.8230	168.2224
Massa picnometro+acqua+massa del campione secco (a-b)+c	g	204.8038	198.2666
Massa pic.+acqua+campione d	g	194.3273	187.7803
Volume del campione (a-b)+c-d	cm ³	10.4765	10.4863
Temperatura	° C	21.20	21.40
Massa volumica reale $\frac{a - b}{(a-b) + c - d} \gamma$	g/cm ³	2.86	2.86

VALORE MEDIO 2.86 g/cm³

Committente	ITALCEMENTI		
Cantiere	DIGA DI CASSIGLIO		
Sondaggio S1 I	Campione 15	Profondita'	31.20 m

DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA REALE (secca)

Picnometro	n		8	13
Massa campione secco+tara	a	g	90.0711 ¹	88.4149
Tara	b	g	60.0201	58.6329
Massa campione secco	a - b	g	30.0510	29.7820
Massa picnometro+acqua a temp. (dalle curve di taratura)	c	g	162.7296	162.4184
Massa picnometro+acqua+massa del campione secco	(a-b)+c	g	192.7806	192.2004
Massa pic.+acqua+campione	d	g	182.2454	181.8440
Volume del campione	(a-b)+c-d	cm ³	10.5352	10.3564
Temperatura		° C	21.20	21.20
Massa volumica reale	$\frac{a - b}{(a-b) + c - d}$	g/cm ³	2.85	2.87

VALORE MEDIO 2.86 g/cm³

COMMITTENTE : ITALCEMENTI

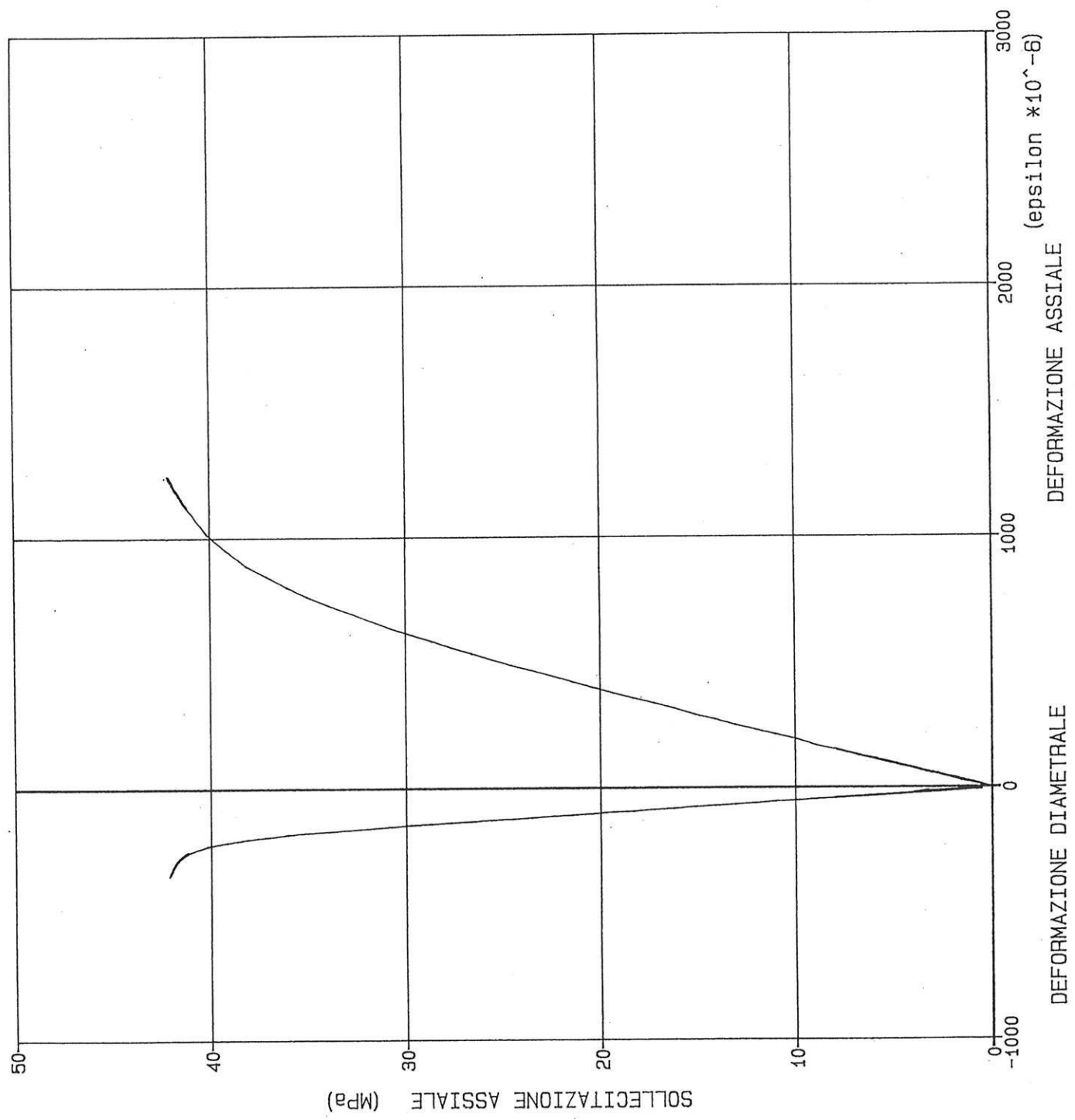
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S11-2



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

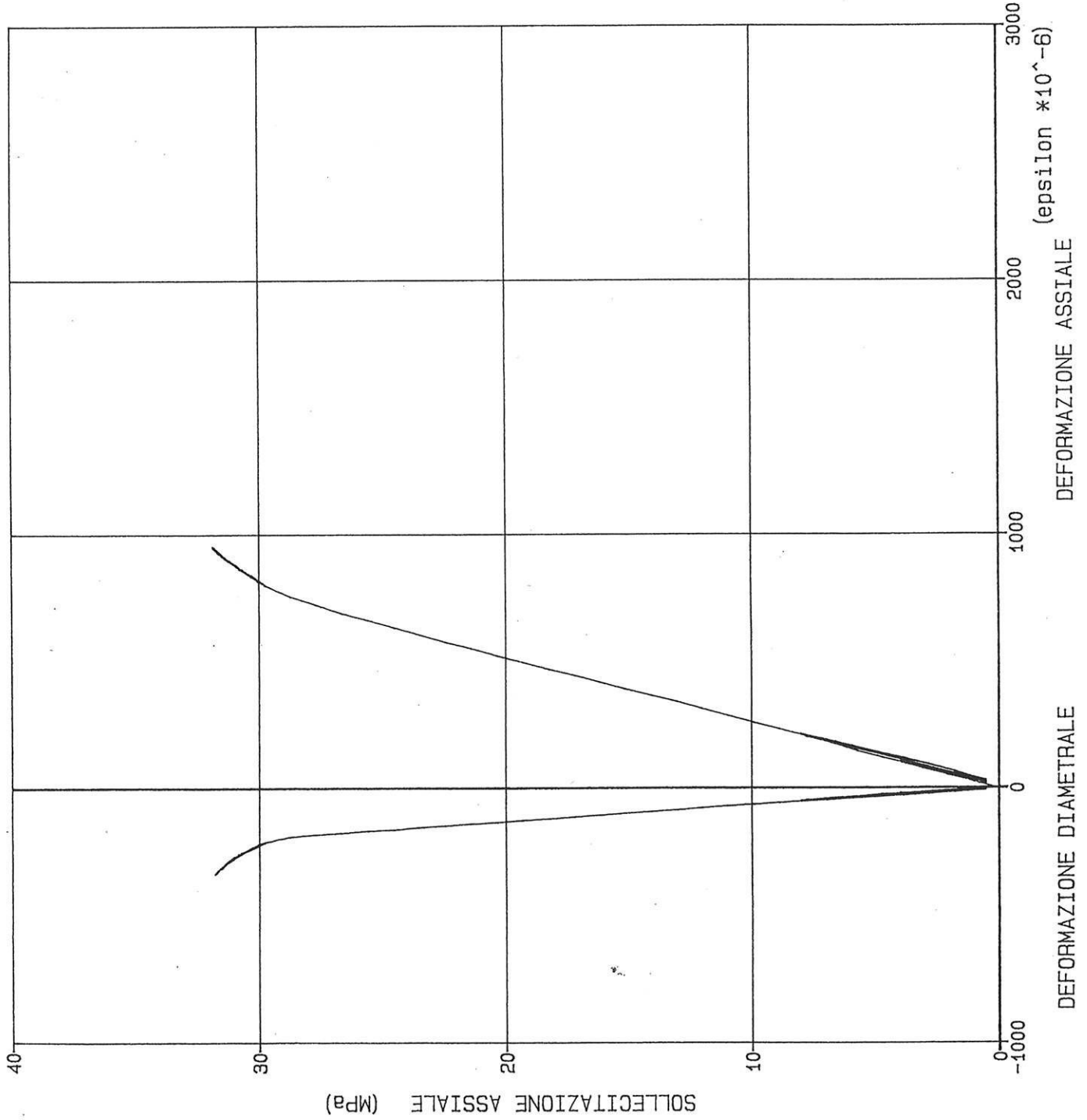
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1I-3



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONOASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1I-4

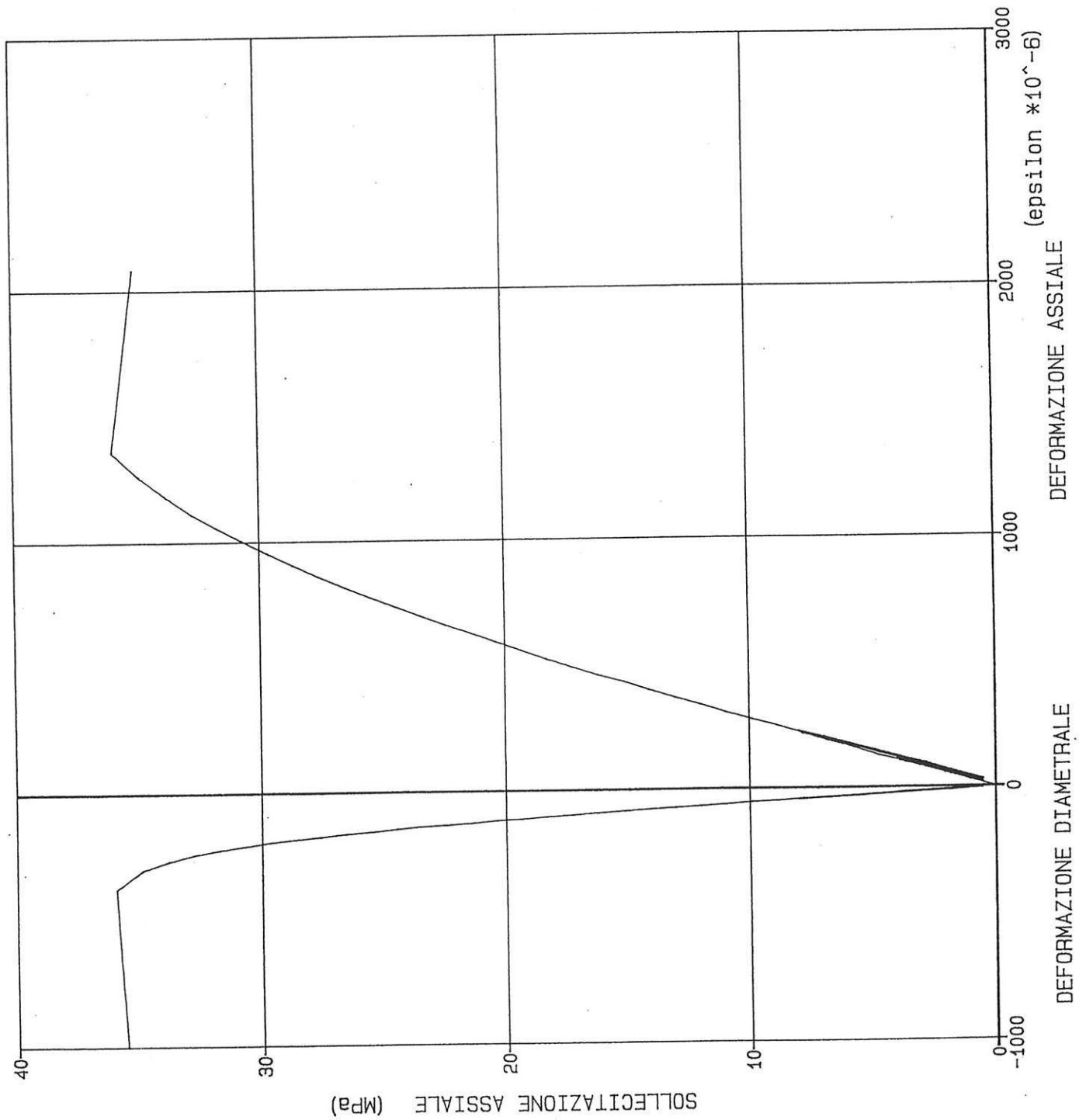


FIG. 18



FIG.2





FIG. 4



FIG.5

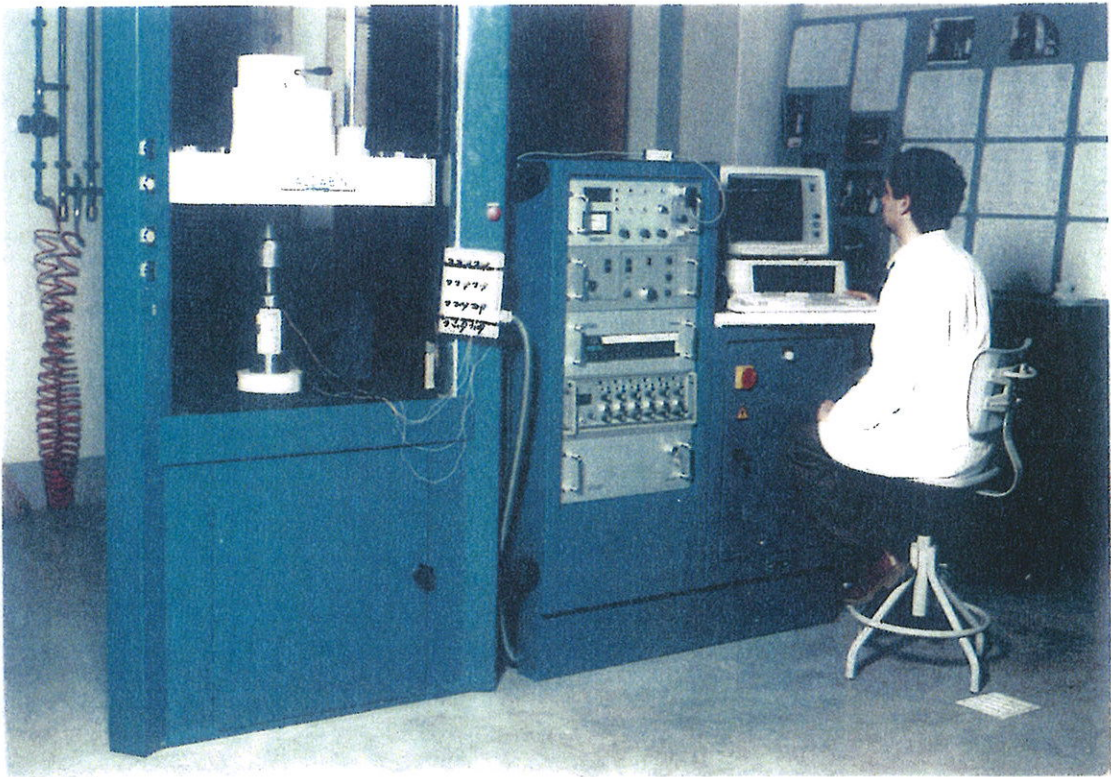


FIG. 7

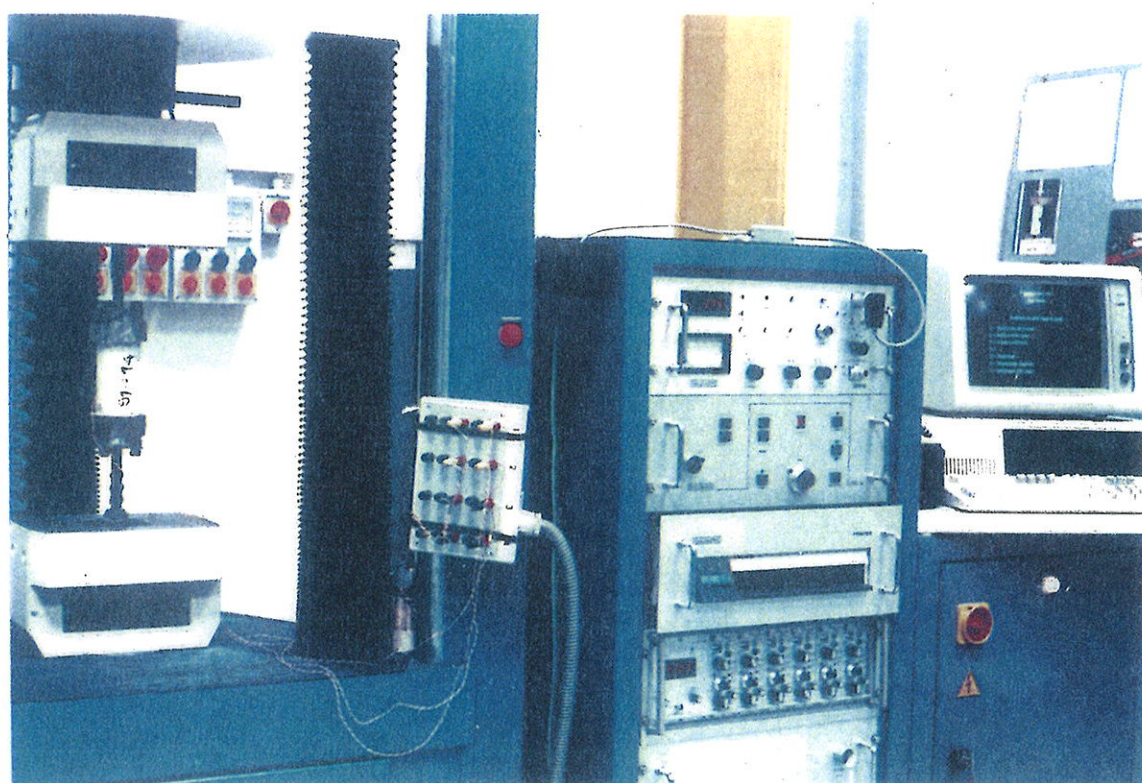


FIG. 8

COMMITTENTE : ITALCEMENTI

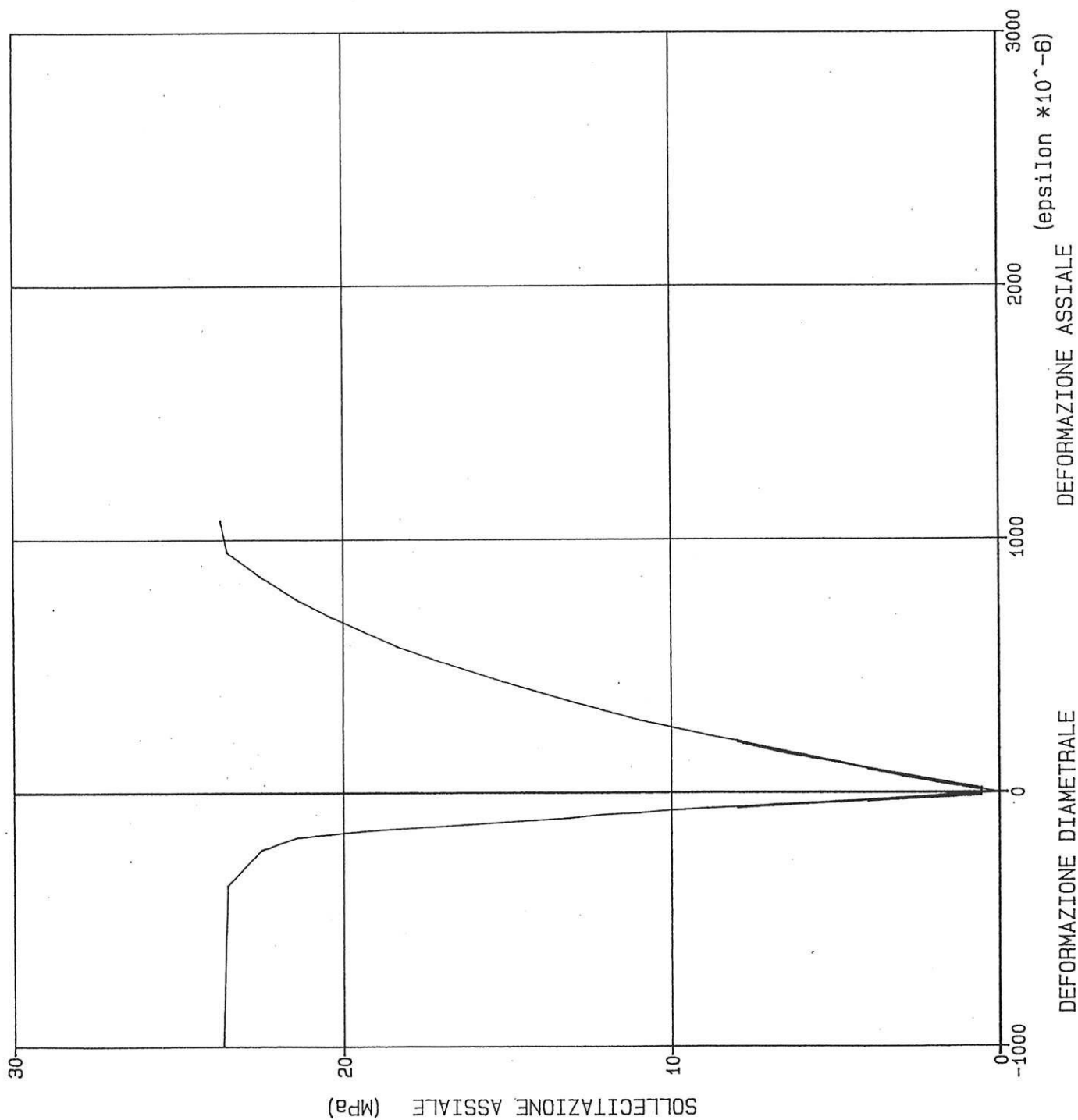
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S11-6



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

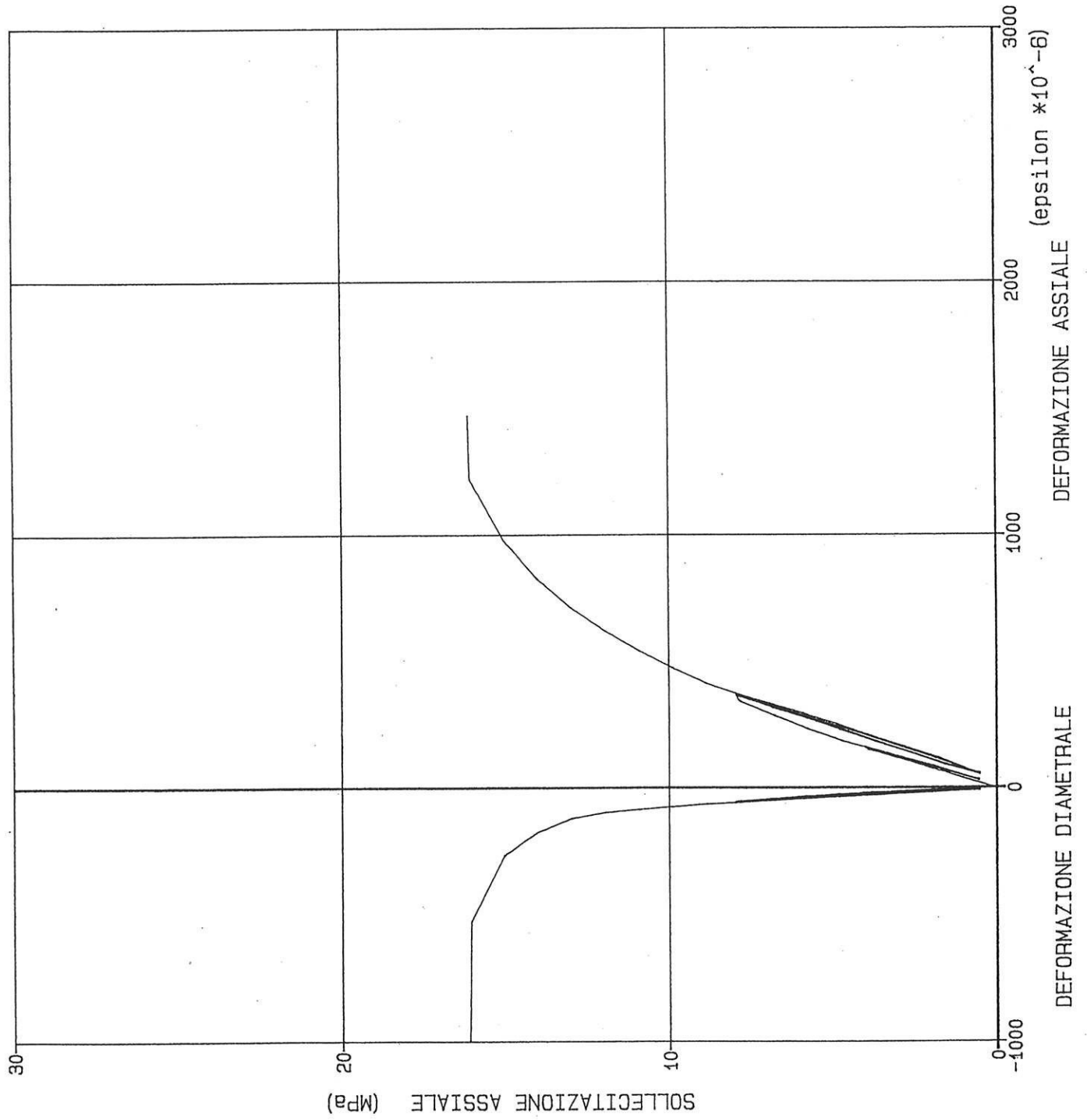
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S11-8



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

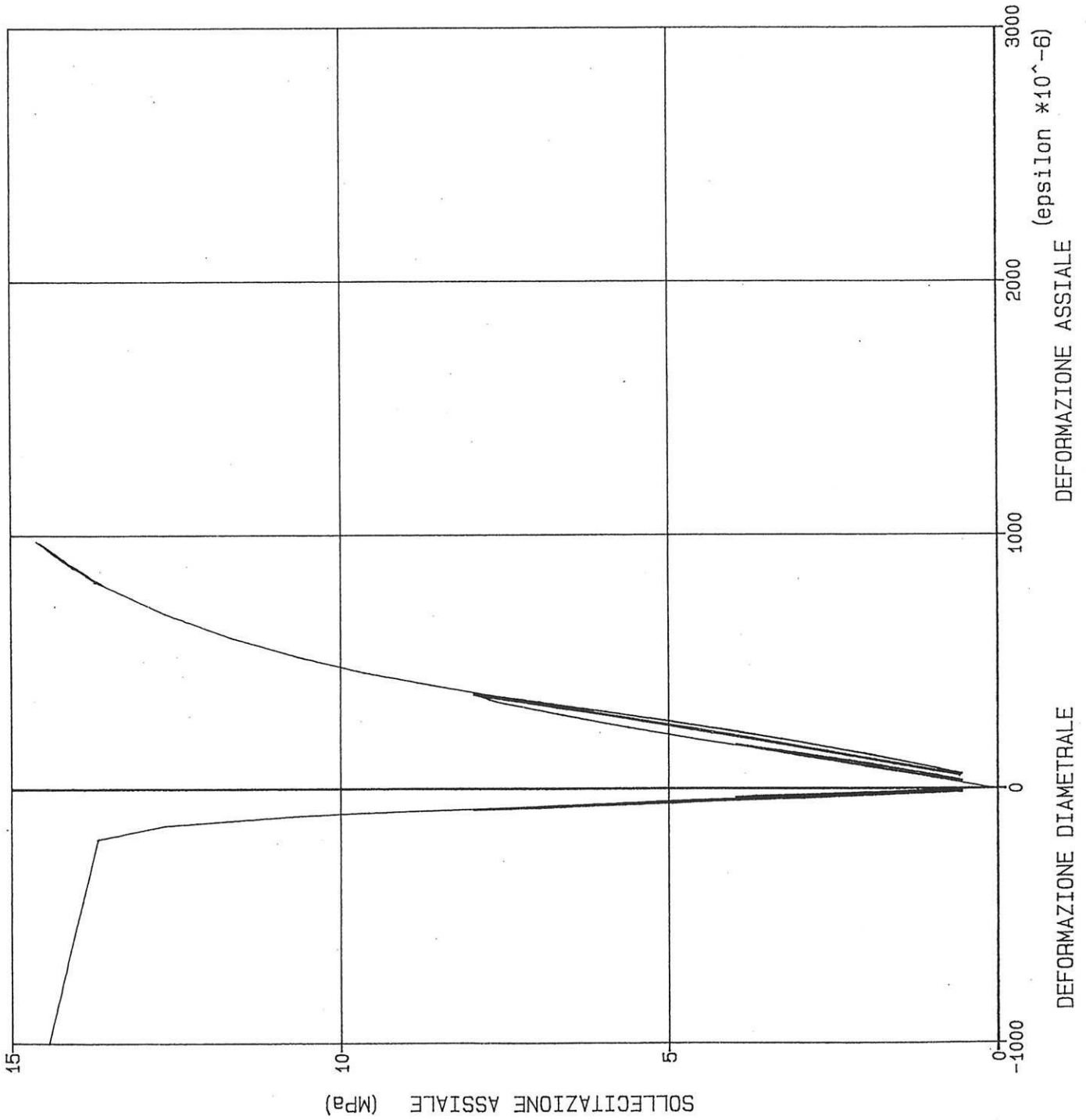
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONOASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1I-9



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

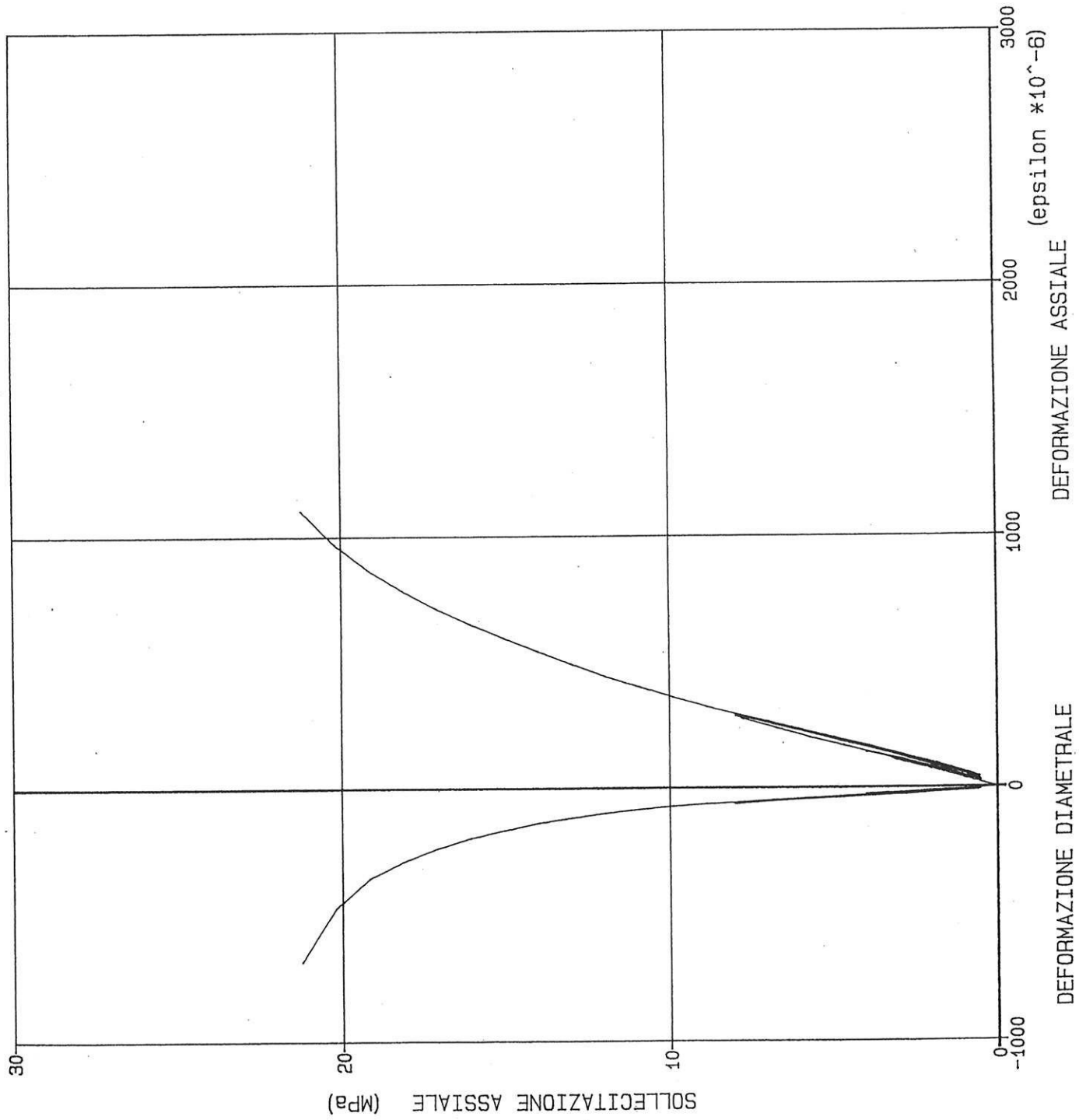
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1V-1



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

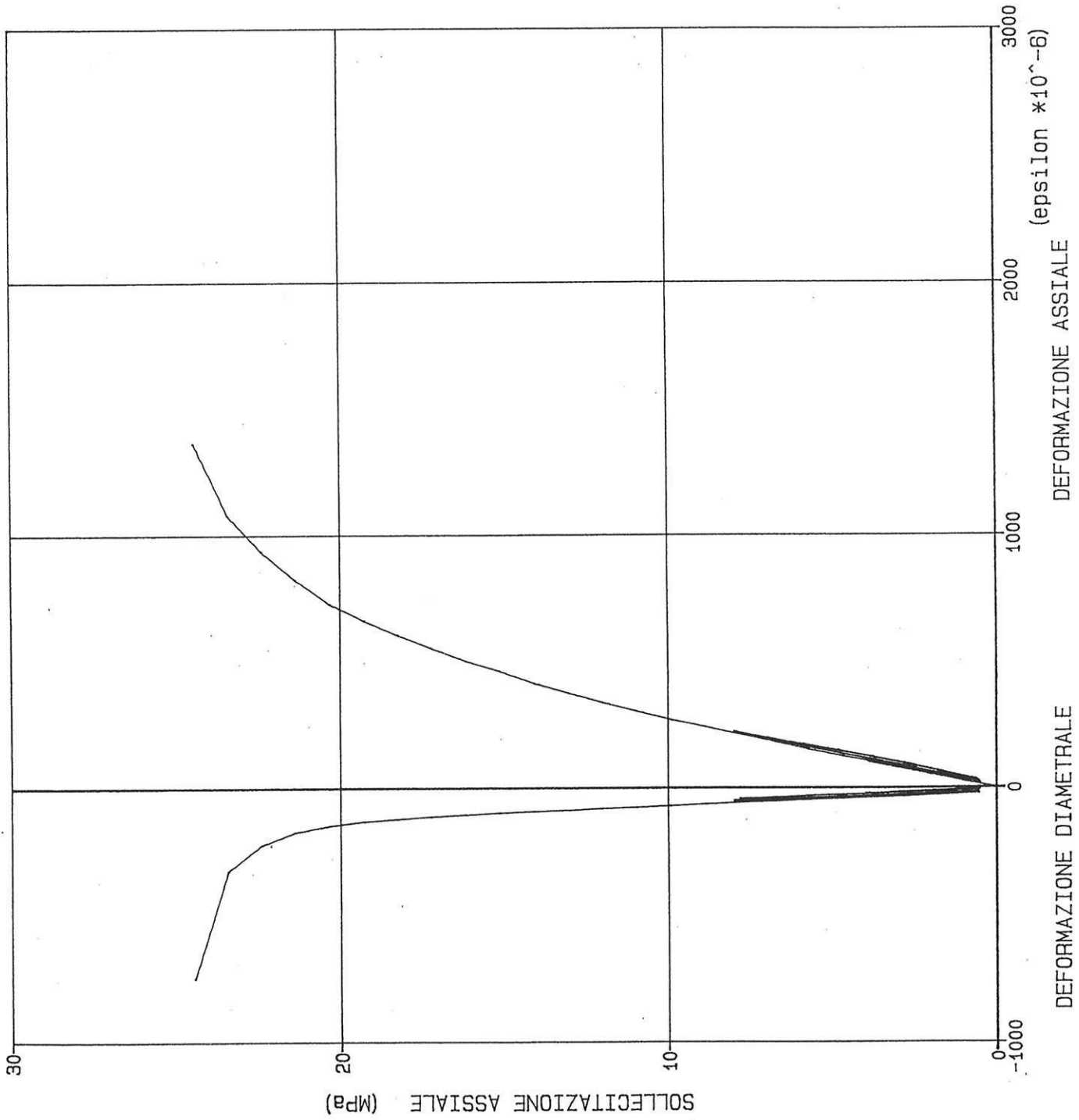
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1V-5



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

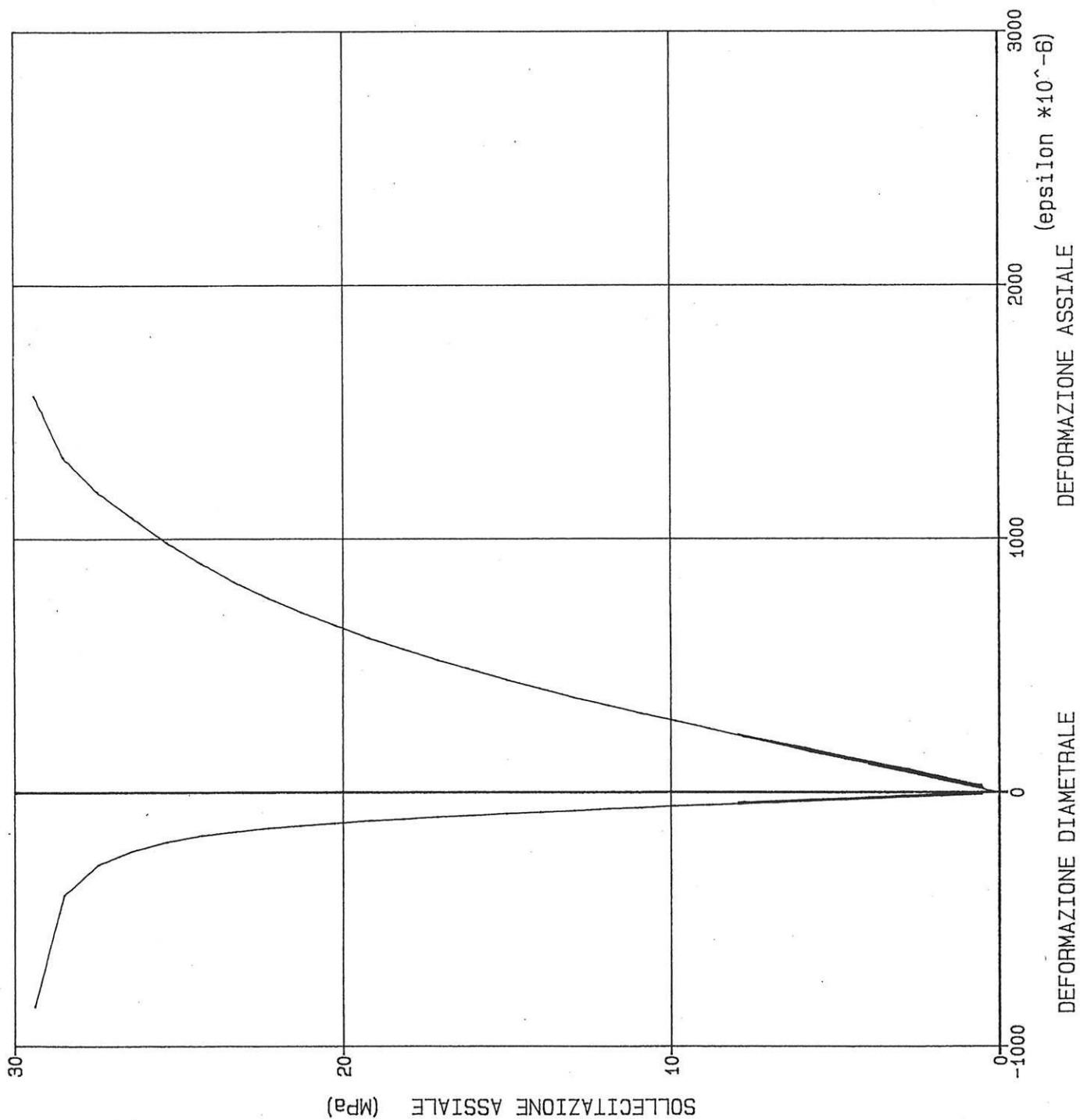
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : SIV-7



COMITENTE : ITALCEMENTI

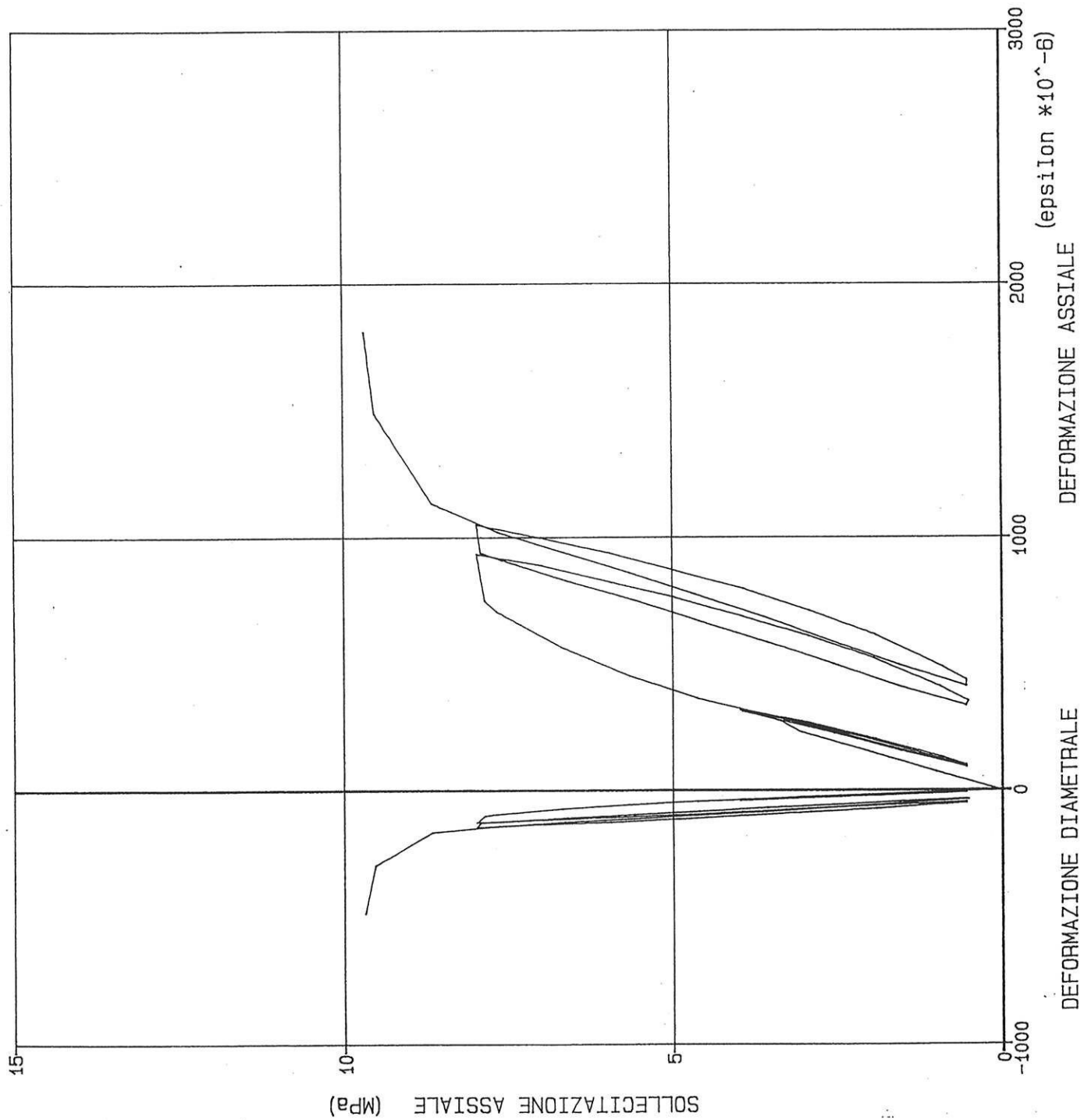
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONOASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1V-8



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

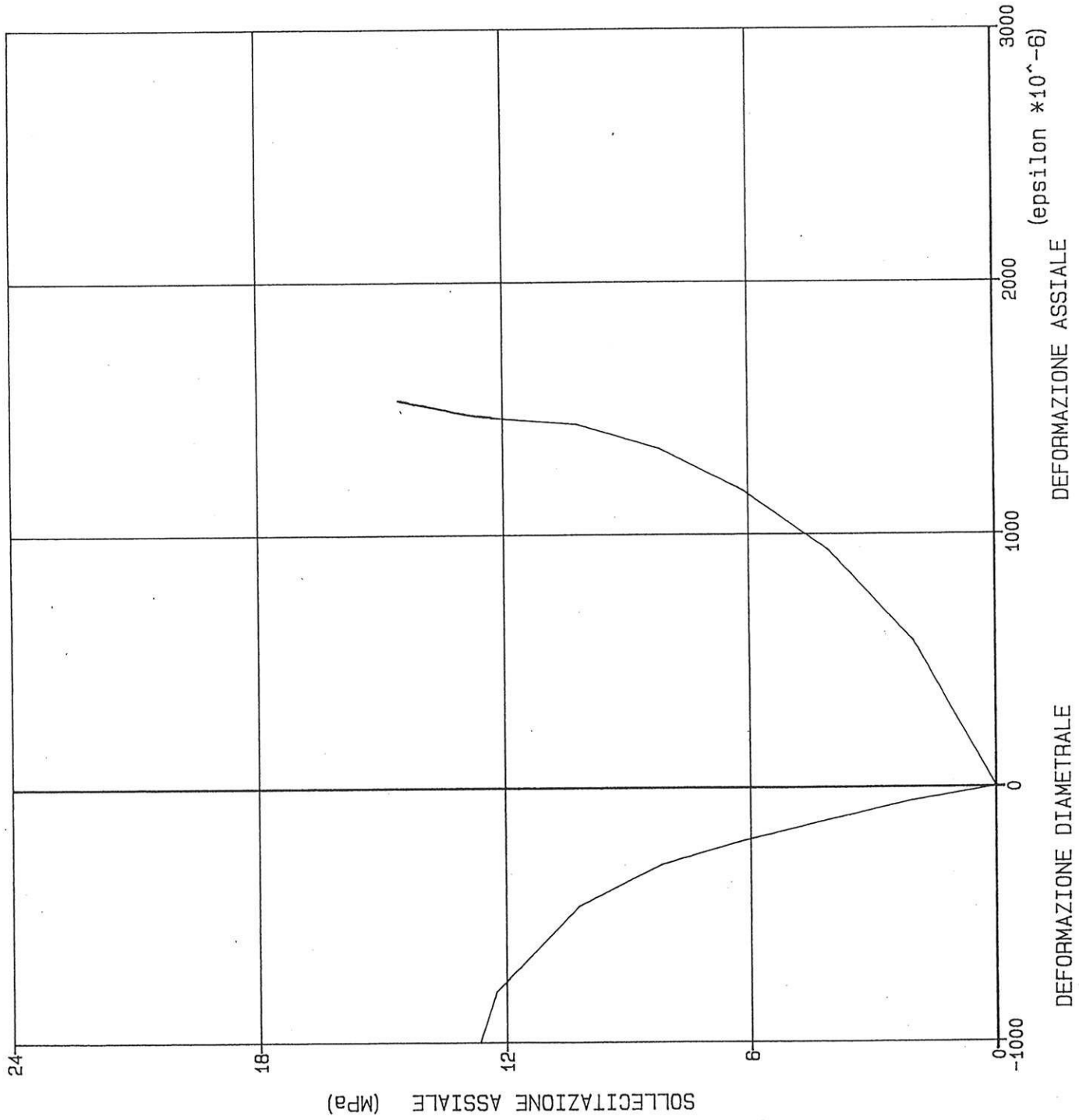
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

ROCCIA

CAMPIONE : S1I-11



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

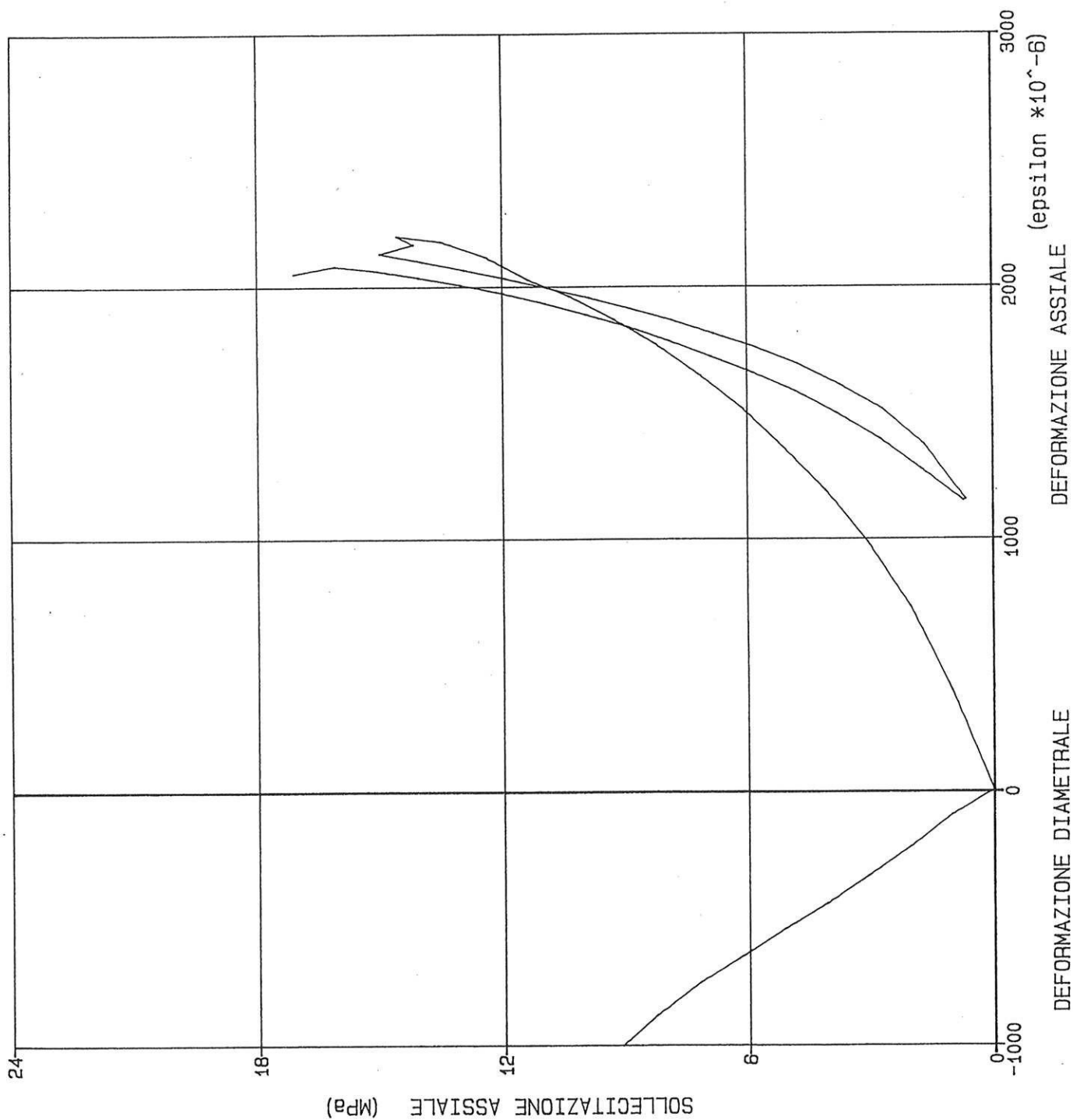
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

ROCCIA

CAMPIONE : S1I-12



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

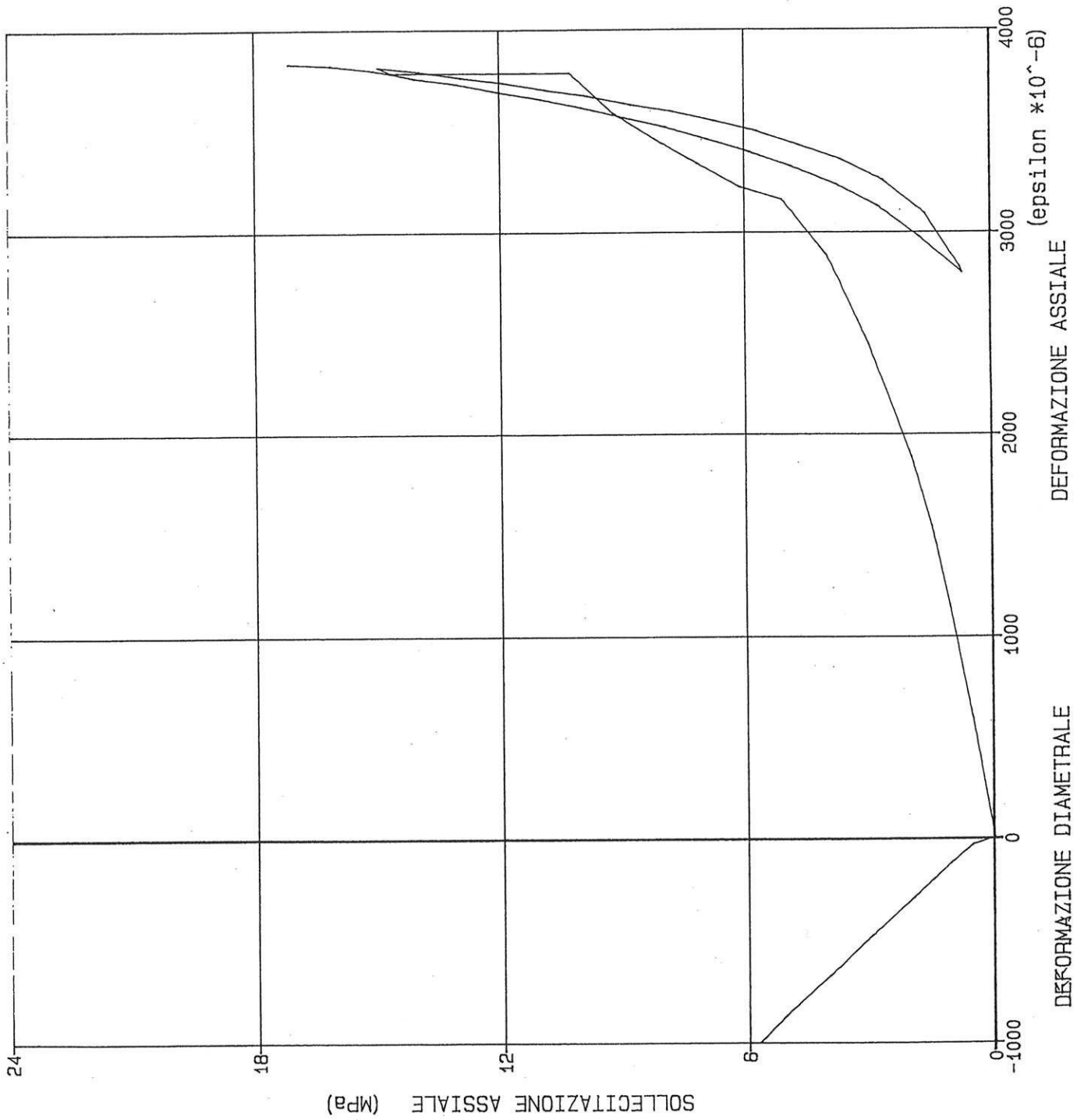
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

ROCCIA

CAMPIONE : S1I-13



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

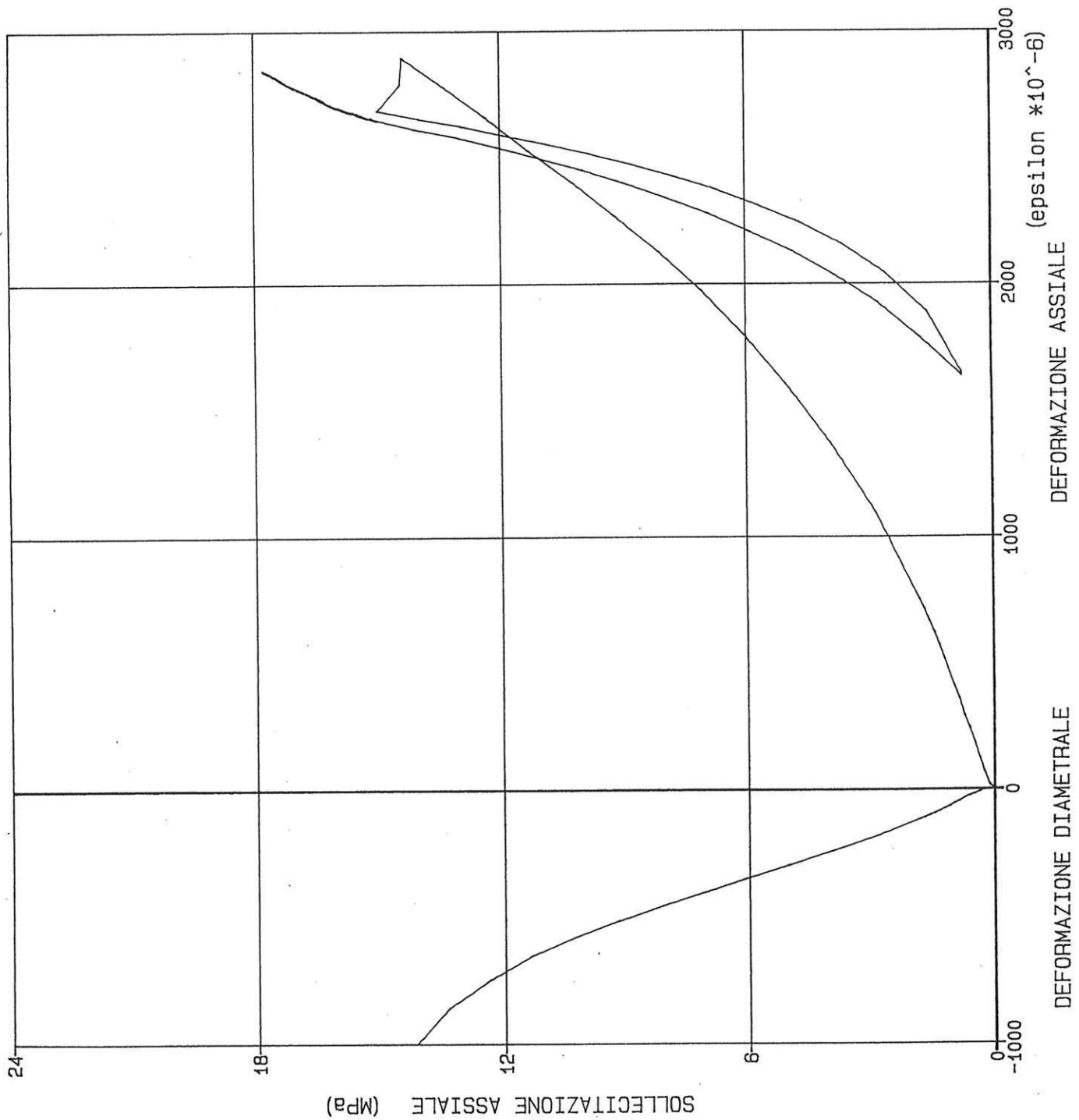
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

ROCCIA

CAMPIONE : S1I-14



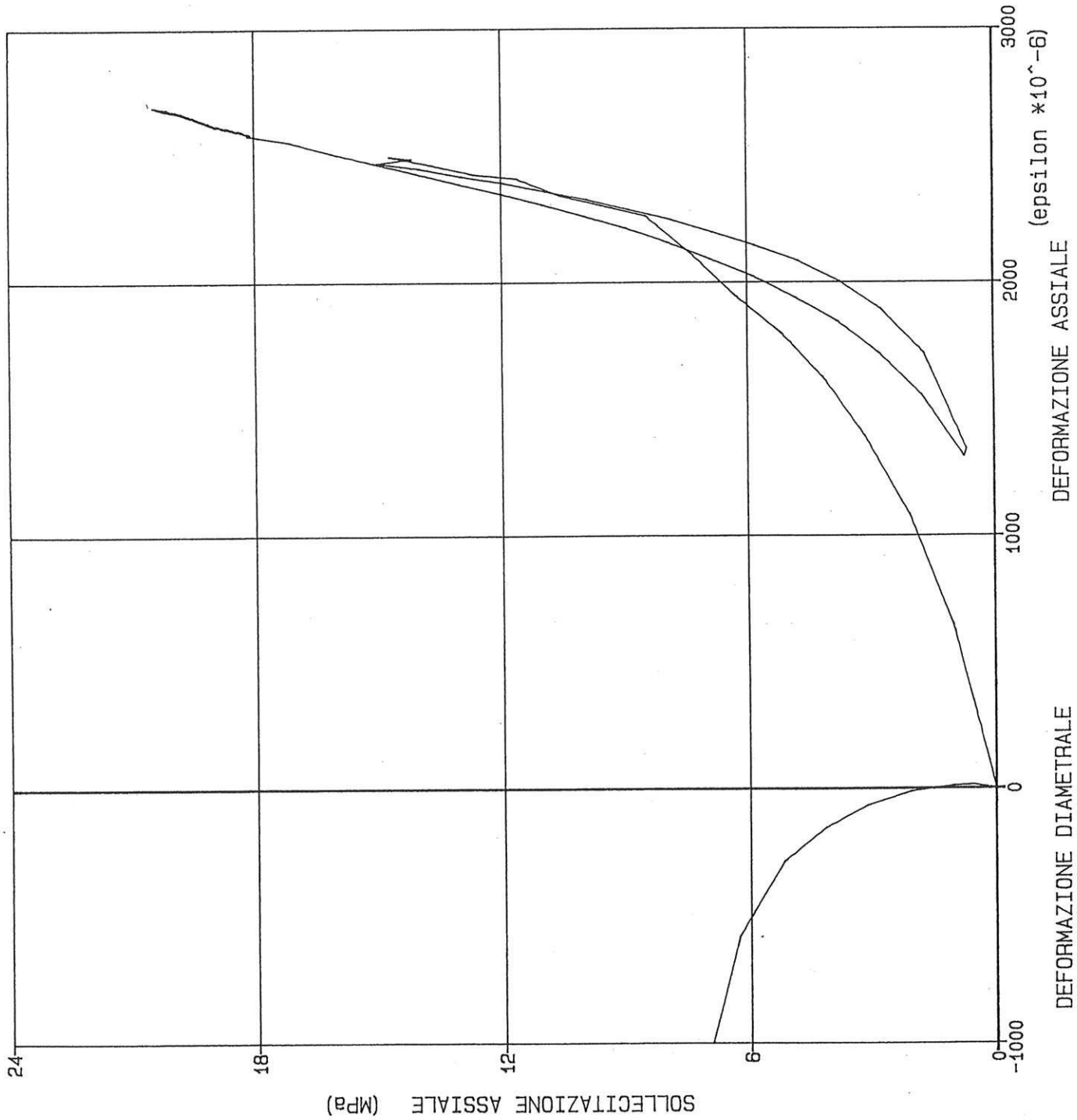
COMMITTENTE : ITALCEMENTI

DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI COMPRESSIONE
MONDASSIALE SUI CAMPIONI
DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

ROCCIA

CAMPIONE : S1I-15



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

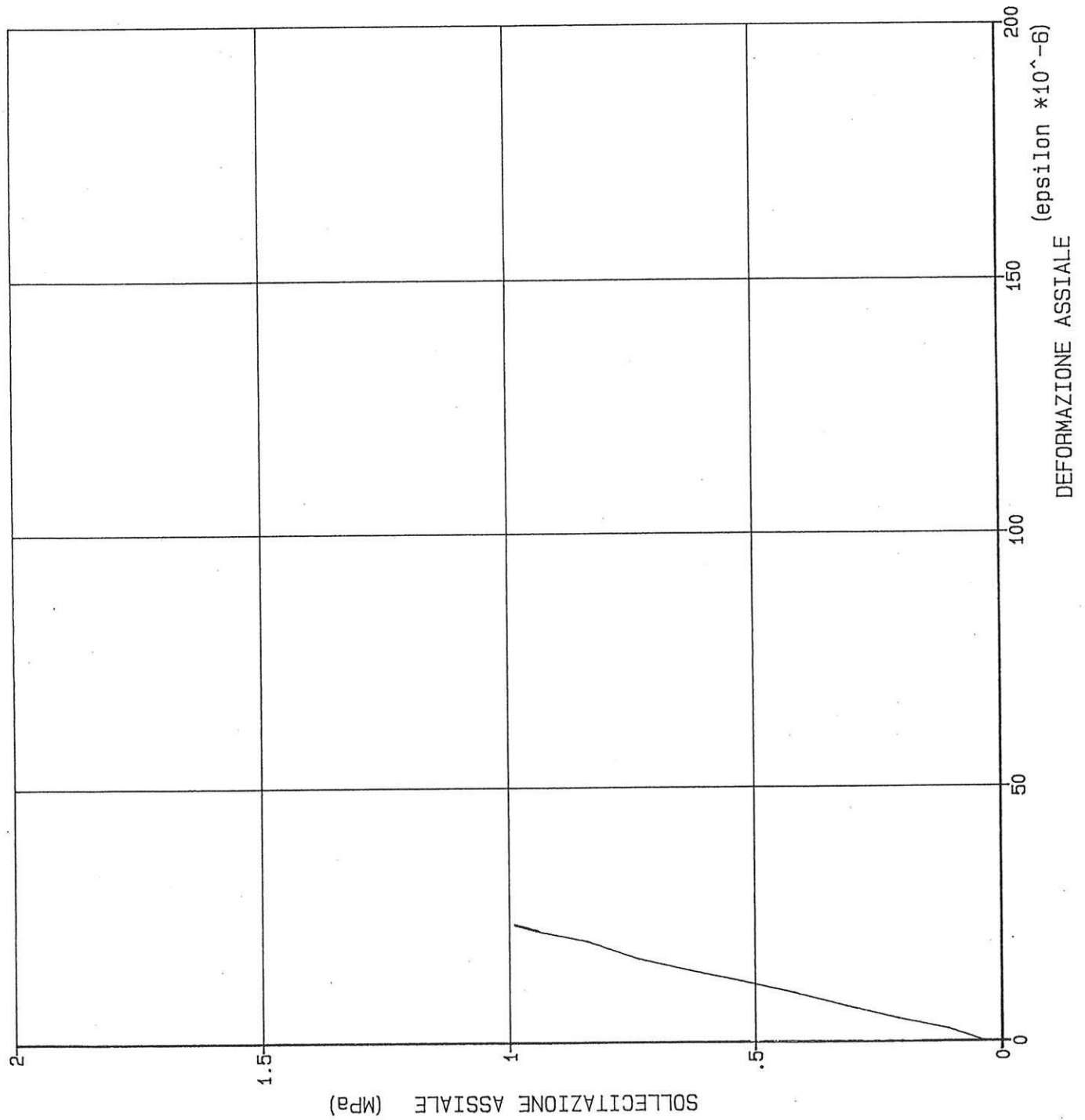
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI TRAZIONE DIRETTA
SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1I-1



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

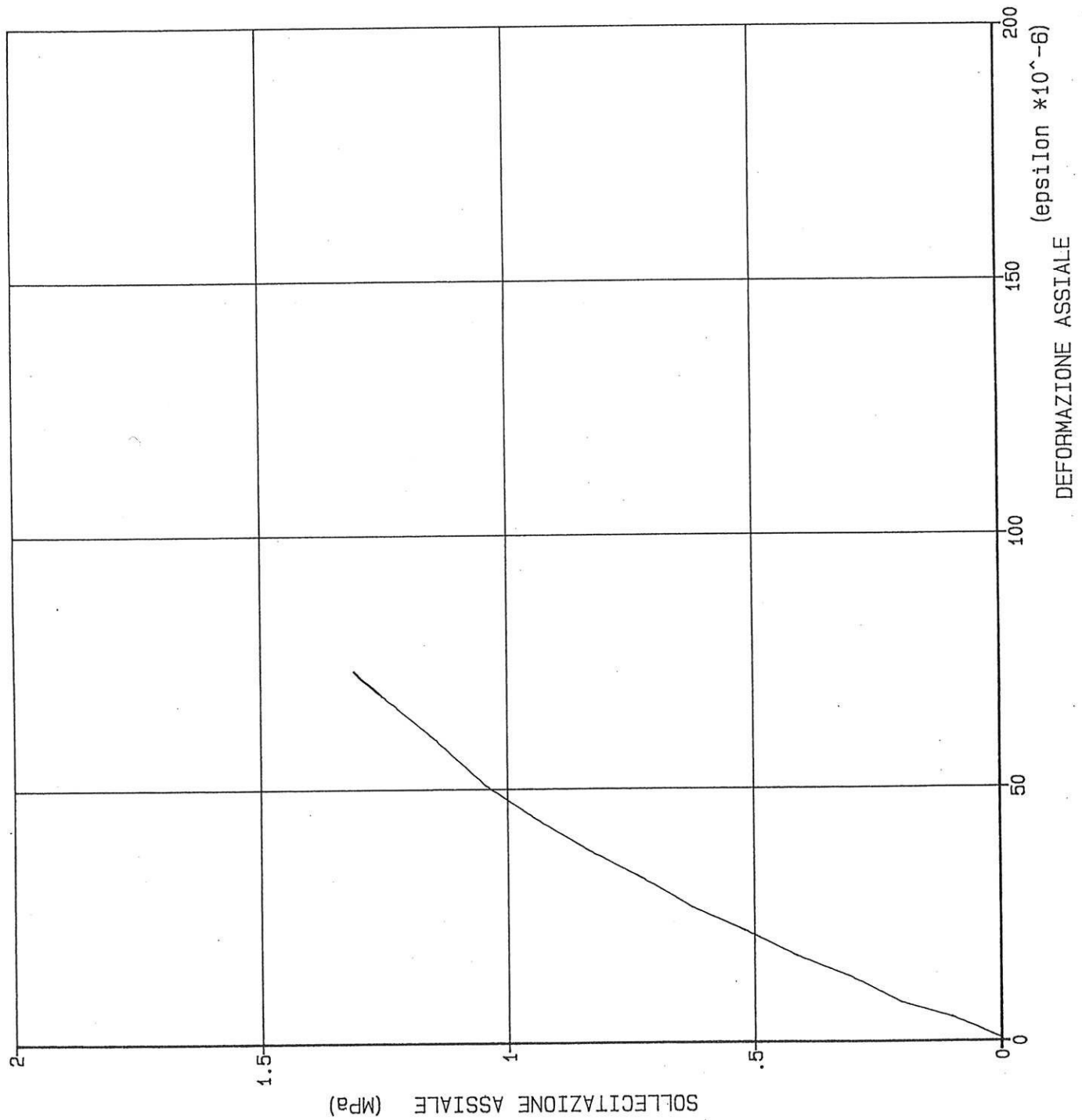
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI TRAZIONE DIRETTA
SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1I-5



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

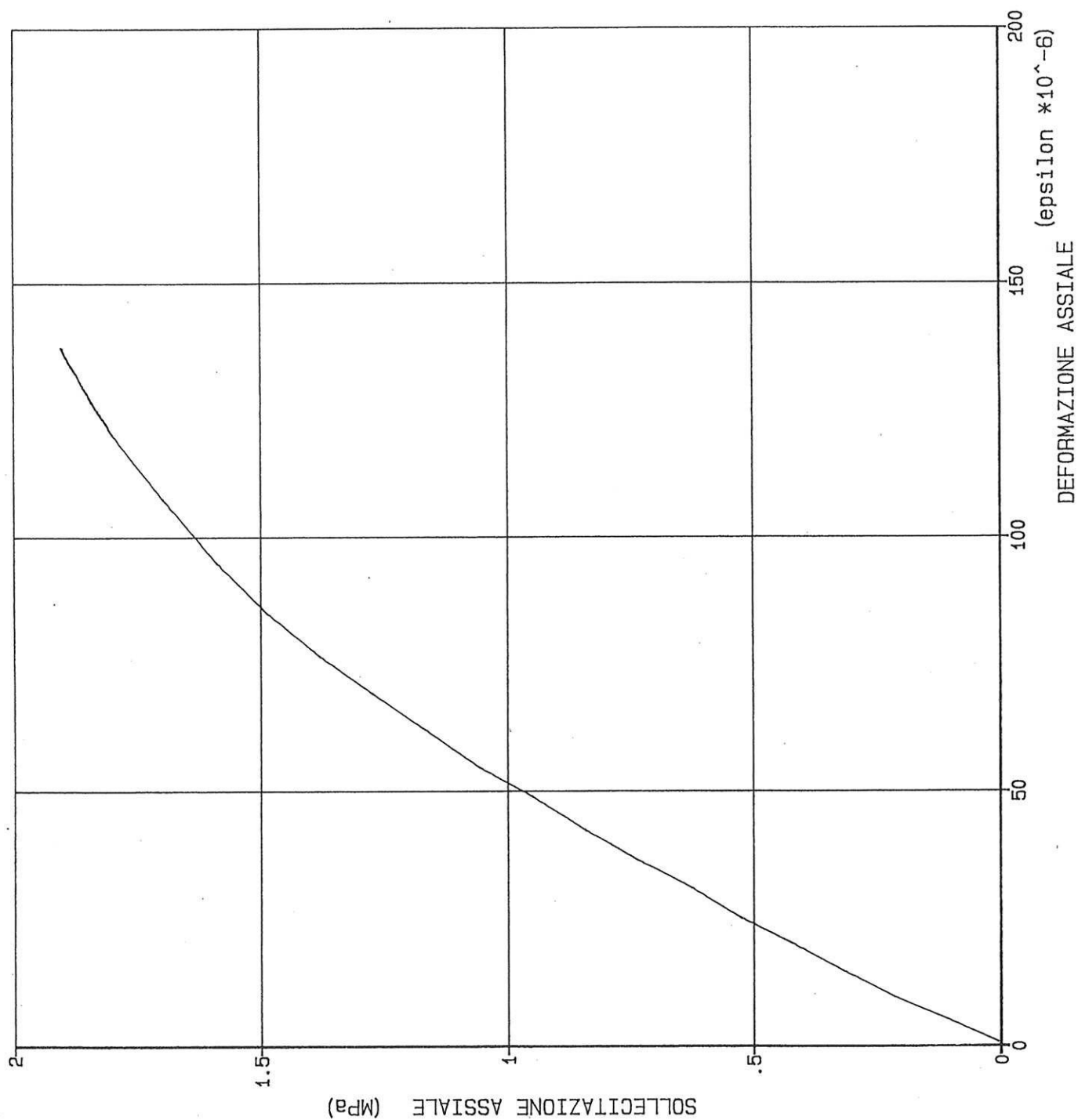
DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI TRAZIONE DIRETTA
SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1V-4



COMMITTENTE : ITALCEMENTI

DIGA DI CASSIGLIO

PROVE DI TRAZIONE DIRETTA
SUI CAMPIONI

DIAGRAMMI DELLE DEFORMAZIONI
ASSIALI E DIAMETRALI
IN FUNZIONE DELLA SOLLECITAZIONE
ASSIALE

CALCESTRUZZO

CAMPIONE : S1V-9

