

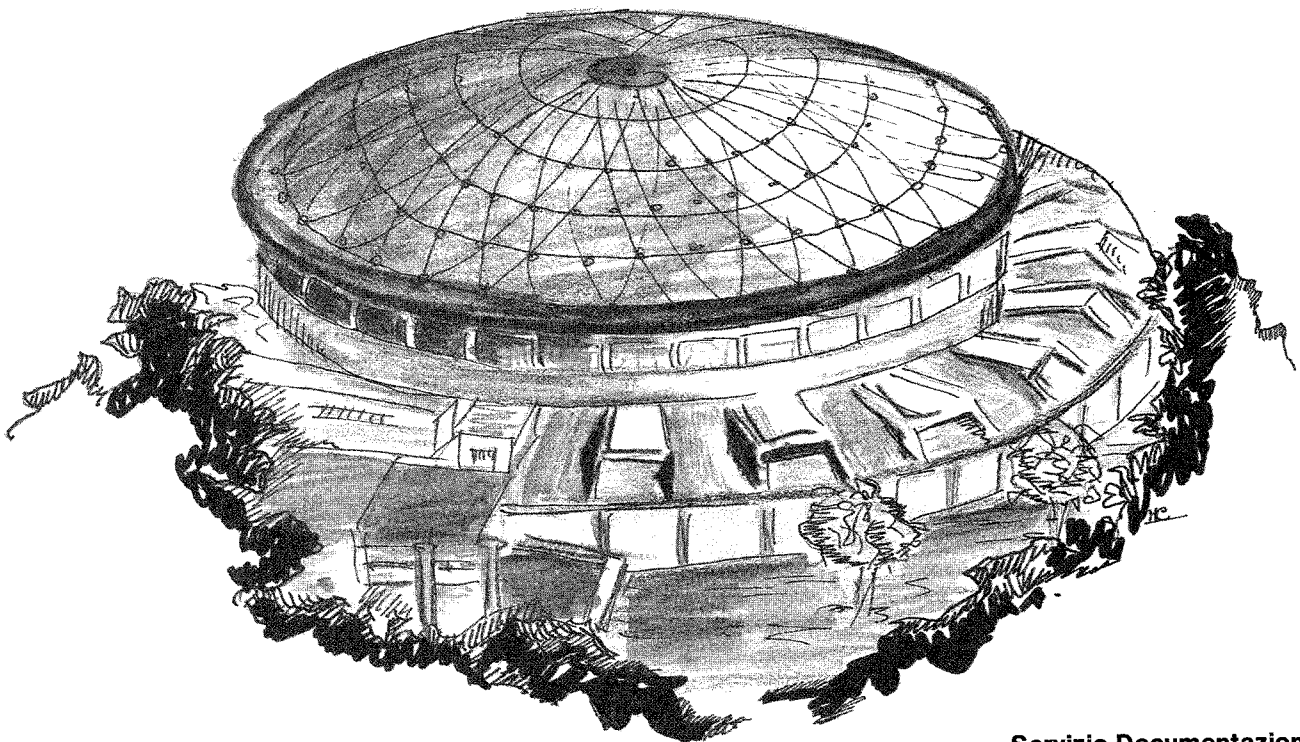


Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-90/060(NT)
18 Luglio 1990

A. Battisti, B. Dulach, D. Orecchini:

**HARGD's LAYOUT (HIGH ANGULAR RESOLUTION GAMMA
DETECTOR) dell'esp. OBELIX**



LNF-90/060(NT)
18 Luglio 1990

**HARGD's Layout (High Angular Resolution Gamma Detector) DELL'ESPERIMENTO
OBELIX**

A. Battisti, B. Dulach, D. Orecchini
INFN-Laboratori Nazionali di Frascati, P.O. Box 13, 00044 Frascati (Italy)

ABSTRACT

Lo scopo della presente è di descrivere nei dettagli gli aspetti strutturali e la composizione del calorimetro esterno (HARGD) per la rivelazione dei gamma dell'esperimento OBELIX e i problemi riguardanti la sua realizzazione e la sua installazione.

PREMESSA

La facility OBELIX si propone un rilevante programma sperimentale di fisica adronica alle energie intermedie, focalizzato sullo studio dei processi di interazione di antiprotoni e antineutroni su nucleoni e su nuclei, utilizzando la macchina LEAR del CERN nella fase post-ALCOL. In particolare saranno oggetto di indagine: la ricerca di annichilazioni inusuali; la ricerca di transizioni di fase (quarks-gluoni plasma); lo studio di stati eccitati della materia nucleare, etc.

OBELIX è un rivelatore ad alta accettanza e risoluzione basato su uno spettrometro magnetico a campo assiale entro il quale sono collocati: un rivelatore centrale di vertice (camera a proiezione a spirale), una camera a deriva cilindrica; un tempo di volo costituito da due cilindri di scintillatori; un calorimetro per neutri ad alta risoluzione (HARGD: High Angular Resolution Gamma Detector).

1.- INTRODUZIONE

Il calorimetro per neutroni è costituito da quattro supermoduli (SM) di dimensioni 4x3x0.8m posizionati specularmente, due orizzontali e due verticali, parallelamente all'asse centrale del magnete.

La massa volumica del SM orizzontale è di circa 15 tonnellate, mentre quella del SM verticale è di circa 16 tonnellate. Dal conto sono esclusi i pesi relativi all'elettronica e alla caveria.

I SM sono composti da piani sensibili di Limited Streamer Tubes (LST) in PVC intercalati con piani convertitori di piombo, strips di lettura e pads.

La distanza delle superfici interne dei SM dall'asse del magnete è di circa 1650 mm per quelli verticali e 1450 mm per quelli orizzontali. L'angolo coperto risulta di circa 2π sul piano normale all'asse del magnete e di circa 0.7π sul piano passante per l'asse del magnete. (Fig. 1)

I due SM verticali sono sospesi a due travi-rotai sulle quali scorrono, parallelamente all'asse del magnete, per consentire l'accesso ai rivelatori interni e al magnete stesso.

Il SM orizzontale superiore (Top) è sostenuto da tiranti collegati ad un telaio che a sua volta è supportato dalle due travi-rotai e risulta amovibile. (Fig. 2)

Sono state eseguite prove di carico statico sulla struttura di sostegno dei SM dell'HARGD, applicando un carico ripartito di 14400 daN sul telaio di sostegno del SM top e un carico ripartito di 16200daN sulla rotaia lato sala del SM verticale. I valori delle deformazioni elastiche della struttura, rilevati con strumenti ottici, sono così risultati.

SITUAZIONE DI CARICO	DEFORMAZIONI
SM verticale	Def. rotaia-----1,4mm
SM verticale e metà SM top	Def. rotaia -----1mm
SM top	Def. centro telaio superiore -----17,5mm
SM top	Def. bordi telaio superiore -----9,3mm
SM top e due SM verticali	Def. centro telaio superiore -----17mm
SM top e due SM verticali	Def. bordi telaio superiore -----8,6mm

Il sistema, composto dai tre SM, dalle due travi e dal telaio, è supportato, tramite due montanti speciali in acciaio inox, dai gioghi del magnete.

Il SM orizzontale inferiore (Bottom) è supportato, tramite un sistema a cuscini d'aria, dalla base del magnete. I cuscini d'aria consentono, in caso di necessità, l'estrazione del SM e il suo parcheggio a fianco del magnete.

Per evitare distorsioni del campo magnetico nella regione sperimentale sono stati utilizzati materiali, sia per la struttura portante che per i SM, con proprietà amagnetiche.

La Fig. 3 mostra l'area sperimentale con annessa buca per l'alloggiamento del magnete ed alcune dimensioni di massima. La portata del carroponete di sala è di 20 tonnellate, con altezza massima gancio a 4.90 metri e altezza cabina di manovra a 4.20 metri. Essendo l'altezza della struttura di supporto del sistema dei rivelatori pari a 4.16 metri, lo spazio utile di manovra tra gancio carroponete e struttura risulta essere di soli 74 cm circa. Questa limitazione ha comportato notevoli complicazioni sia in fase progettuale che in fase di montaggio della struttura.

2.- STRATIGRAFIA

La stratigrafia presentata è valida sia per i SM verticali che per quelli orizzontali: per questi ultimi i convertitori di piombo sono costruttivamente diversi a causa del loro diverso modo di sostentamento.

Il SM è composto di tre tipologie distinte. Ogni tipologia ha un proprio andamento modulare. Ad iniziare dall'asse del beam abbiamo i seguenti piani: Fig. 4

Prima tipologia

- LST normali al beam (corti)
- strips normali al beam (corte)
- pads
- LST paralleli al beam (lunghi)
- strips parallele al beam (lunghe)
- convertitore piombo (~4x3 m²)

Questa modularità si ripete per sette volte.

Seconda tipologia

- distanziatore rohacell o simili
- LST normali al beam (corti)
- strips normali al beam (corte)
- convertitore piombo (~4x3 m²)

Questa tipologia si ripete sette volte alternandosi con la terza tipologia.

Il primo modulo ha inserito tra distanziatore e LST un piano di pads.

Terza tipologia

- distanziatore rohacell o simili
- LST paralleli al beam (lunghi)
- strips parallele al beam (lunghe)
- convertitore piombo (~4x3 m²)

Questa modularità si ripete per sette volte alternandosi con la modularità della seconda tipologia.

Il primo, terzo, quinto e settimo modulo hanno inserito tra distanziatore e LST un piano di pads.

Il primo e l'ultimo modulo iniziano e terminano non con un convertitore ma con il piano di contenimento.

3.- SPESSORE DEI SUPER MODULI

Gli spessori dei SM sono calcolati sulla base dei spessori dei vari componenti che compongono i SM e sono stati ricavati da quelli normalmente usati in altri apparati. Il valore nominale di tali spessori è il seguente:

COMPONENTI SM	SPESSORI
LST	13mm
Strips	1mm
Pads e flat - cables	3mm
Convertitori	3mm
Lamiere sandwiches SM verticali	2mm
Distanziatori in rohacell	15mm
Lamiere di contenimento SM verticali	4mm
Lamiere di contenimento SM orizzontali	30mm

Moltiplicando il numero di strati dei vari componenti per i corrispondenti spessori nominali:

COMPONENTI	SPESSORI TOTALI PER COMPONENTE	
Strati di LST - n° 28	13mm x 28 =	364mm
Strati di strips - n° 28	1,1mm x 28 =	30,8mm
Strati di pads e flat - cables - n° 12	3mm x 12 =	36mm
Strati di convertitori (piombo) - n°20	3mm x 20 =	60mm
Lamiere sandwiches SM verticali - n°40	2mm x 40 =	80mm
Strati distanziatori in rohacell - n° 14	15mm x 14 =	210mm
Lamiere di contenimento SM verticali - n° 2	4mm x 2 =	8mm
Lamiere di contenimento SM orizzontali - n° 2	30mm x 2 =	60mm
Nastro biadesivo	Lo spessore di 0,1mm non è rilevante.	

Spessore teorico totale SM verticali	789mm
Spessore teorico totale SM orizzontali	761mm

4.- PESO DEI SUPER MODULI

Il peso dei SM è calcolato sulla base dei pesi nominali per strato dei vari componenti. Ogni strato ha una superficie di circa 12 m².

COMPONENTI	PESO/PIANO	PESO
- Strati di LST - n° 28	120 daN	3360 daN
- Strati di strips - n° 28	24 daN	672 daN
- Strati di pads e flat - cables - n° 12	8 daN	576 daN
- Strati di convertitori (piombo) - n° 20	414 daN	8280 daN
- Lamiere sandwiches SM verticali - n°40	65 daN	2600 daN
- Strati distanziatori in rohacell - n°14	1 daN	14 daN
- Lamiere di contenimento SM verticali - n°2	65 daN	330 daN
- Lamiere di contenimento SM orizzontali - n° 2	975 daN	1950 daN

Peso SM verticali:	15832 daN esclusi i pesi relativi all'elettronica e alla caveria
Peso SM orizzontali:	14852 daN esclusi i pesi relativi all'elettronica e alla caveria

La pressione specifica alla base dei SM orizzontali, dovuta al peso proprio, è di circa 1.5×10^{-3} daN/mm² e viene assorbita dai componenti alla base dei SM i quali hanno la seguente resistenza allo schiacciamento:

COMPONENTI	RES. ALLO SCHICCIAMENTO
LST in PVC	$1,2 \times 10^{-2}$ daN/mm ²
Strips e pads	8 daN/mm ²
Rohacell 51	9×10^{-2} daN/mm ²
Piombo	2 daN/mm ²
Alluminio	25 daN/mm ²

Si nota che il componente meno resistente, gli LST in PVC, ha comunque una capacità di resistenza a compressione circa 8 volte maggiore del carico nominale. Per gli LST sono state effettuate apposite prove di comportamento allo schiacciamento, curate dal gruppo misure dello SPECAS (LNF Frascati) (Fig. 5). Il valore di resistenza indicato è stato estrapolato dal comportamento di più provini sottoposti a condizioni di carico su tempi prolungati.

Sono state effettuate diverse prove elettriche sugli LST sottoposti alle pressioni di esercizio, senza evidenti problemi di funzionamento (Bologna).

5.- QUANTITA' E DIMENSIONI DEI LST, DELLE STRIPS E DEI CONVERTITORI

Le lunghezze dei LST sono misurate al filo esterno dei tappi di chiusura con raccordo gas e connettore escluso.

Le lunghezze delle strips sono con connettore escluso.

La differenza di quantità e dimensioni tra componenti simili nei due tipi di SM sono dovute al diverso sistema di assiemaggio.

La larghezza dei LST è fissata in 84 mm.

La tipologia delle strips è indicata in "strips bitubo" e "strips tritubo", in base al numero di tubi incollati sulle strips stesse.

5.1- Super Moduli orizzontali

LST/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
45 con L.= 3000mm	14 x 2	1260
32 con L.= 4000mm	14 x 2	896

Piani con strips da 3015 mm di lunghezza:

STRIPS/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
9 bitubo	14 x 2	252
9 tritubo	14 x 2	252

Negli spazi tra i tiranti sono posizionati moduli di LST composti da una strip bitubo, più una strip tritubo.

Piani con strips da 4015 mm di lunghezza:

STRIPS/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
16 bitubo	14 x 2	448

Negli spazi tra i tiranti sono posizionati moduli di LST composti da due strips bitubo.

CONVERTITORI/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
36 da 450 x 333mm	20 x 2	1440
36 da 425 x 400mm	20 x 2	1440

PADS/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
3	12 x 2	72

Le pads, di lunghezza 4050mm circa e di larghezza variabile, sono opportunamente forate per essere montate infilate ai 90 tiranti di sostegno del SM. Nella zona circostante il foro viene asportata una piccola zona di rame per evitare possibili contatti tra il rame stesso ed il tirante metallico.

5.2 - Super Moduli verticali

LST/PIANO	N° PIANI X 2 SM	TOTALE
46 con L. = 2910mm	14 x 2	1288
34 con L. = 4000mm	14 x 2	952

piani con strips da 2960 mm di lunghezza:

STRIPS/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
2 bitubo	14 x 2	56
14 tritubo	14 x 2	392

piani con strips da 4040 mm di lunghezza:

STRIPS/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
14 bitubo	14 x 2	392
2 tritubo	14 x 2	56

In Fig. 6 è descritto il posizionamento e la composizione dei moduli di LST per i piani orizzontali e verticali.

CONVERTITORI/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
4 da 1000 x 3000mm	20 x 2 SM	160

PADS/PIANO	N° PIANI x 2 SM	TOTALE
3	12 x 2	72

Le pads sono opportunamente forate e lamate in corrispondenza dei tiranti metallici.

6. - ASSIEMAGGIO SM

I SM, data la loro peculiarità, hanno un diverso sistema di assemblaggio e una componentistica ottimizzata alla particolare struttura portante definita per ogni tipo.

6.1 - Assemblaggio SM verticali

La struttura portante dei rivelatori per i SM verticali è realizzata dai piani dei convertitori in alluminio e piombo. Ogni piano è formato da quattro bande di convertitore di circa $3 \times 1 \text{ m}^2$,

collegate tra loro con nastro biadesivo. Le bande sono agganciate nella parte alta a guide a T mediante staffe fornite di apposite regolazioni spaziali, mentre nella parte bassa opportuni distanziali assicurano il dovuto passo tra un piano e il successivo. (Fig. 6)

I distanziali sono utilizzati anche come supporto e riferimento per i piani di rivelatori orizzontali. Inoltre due tiranti per banda traversano interamente lo spessore del SM vincolando tutti gli strati del rivelatore a coordinate precise riferite ad un telaio esterno in acciaio inox, solidale con il calorimetro. Gli stessi tiranti, tramite opportuni accorgimenti, hanno la funzione di distanziali intermedi per le bande di convertitore.

Le guide a T sono collegate a loro volta ai carrelli scorevoli, verso valle, sulle travi della struttura principale.

Il fissaggio dei piani di LST, strips e pads ai convertitori è realizzato utilizzando nastro biadesivo o un opportuno sistema alternativo.

Le schede per l'elettronica, le alimentazioni elettriche e i collegamenti gas sono disposti sul lato superiore e sui lati laterali dei SM. Il flussaggio è ottenuto collegando in serie gli LST di ogni piano.

6.2 - Assiemaggio SM orizzontali

La struttura portante dei SM orizzontali è realizzata da due spesse lamiere di alluminio collegate da 90 tiranti \varnothing 10 di acciaio inox. All'interno delle due lamiere sono sistemati nella successione descritta al punto 2 i piani di LST, di strips, di convertitori e di pads. I piani di convertitori sono costituiti da piastrelle rettangolari di due dimensioni distinte. (Fig. 7)

L'utilizzo di nastro biadesivo è previsto in via di massima, per il solo posizionamento delle varie parti.

Il SM superiore viene sostenuto, tramite i tiranti, al telaio della struttura principale e risulta amovibile.

Il SM inferiore è sostenuto da sei piastre flottanti che permettono la sua movimentazione da sotto il magnete a fianco dello stesso (Fig. 1). Un sistema di binari di guida e di elementi di fine corsa consente un posizionamento di precisione del modulo.

7. - PRECEDENZA ALL'INSTALLAZIONE DEI SM

Per l'installazione dei quattro SM nella area sperimentale si procederà come segue:

Il **primo** SM è l'orizzontale basso con piastre flottanti. Assiemato in apposita area da individuare, viene trasportato in sala sperimentale appeso al telaio di sostegno del SM top e collocato nell'apposito alloggiamento a fianco del magnete. Il telaio di sostegno del SM top viene appositamente smontato insieme alla trave rotaia lato sala; questa viene subito rimontata mentre il telaio utilizzato per il trasporto viene parcheggiato per essere poi utilizzato per il trasporto definitivo del SM top.

L'ultimazione dell'assiemaggio è prevista per fine Febbraio 90.

Il **secondo SM** è il verticale lato sala. La trave rotaia relativa viene smontata e poggiata su opportuni blocchi di cemento nella zona antistante il magnete, dove il SM viene assiemato. Ad assiemaggio ultimato trave e SM vengono rimontati sulla struttura principale.

L'ultimazione dell'assiemaggio è prevista per fine Maggio 90.

Il **terzo SM** è il verticale lato parete, assiemato con la procedura indicata per il SM verticale lato parete. L'ultimazione dell'assiemaggio è prevista per fine Dicembre 90.

Il **quarto SM** è l'orizzontale alto, assiemato in apposita area da individuare viene appeso al suo telaio di sostegno, già smontato ed utilizzato per il trasporto del SM orizzontale basso. La trave lato sala viene smontata e collegata al telaio già montato sul SM. Il tutto viene trasportato in sala sperimentale e sistemato nella posizione definitiva.

L'ultimazione dell'assiemaggio è prevista per fine Marzo 91.

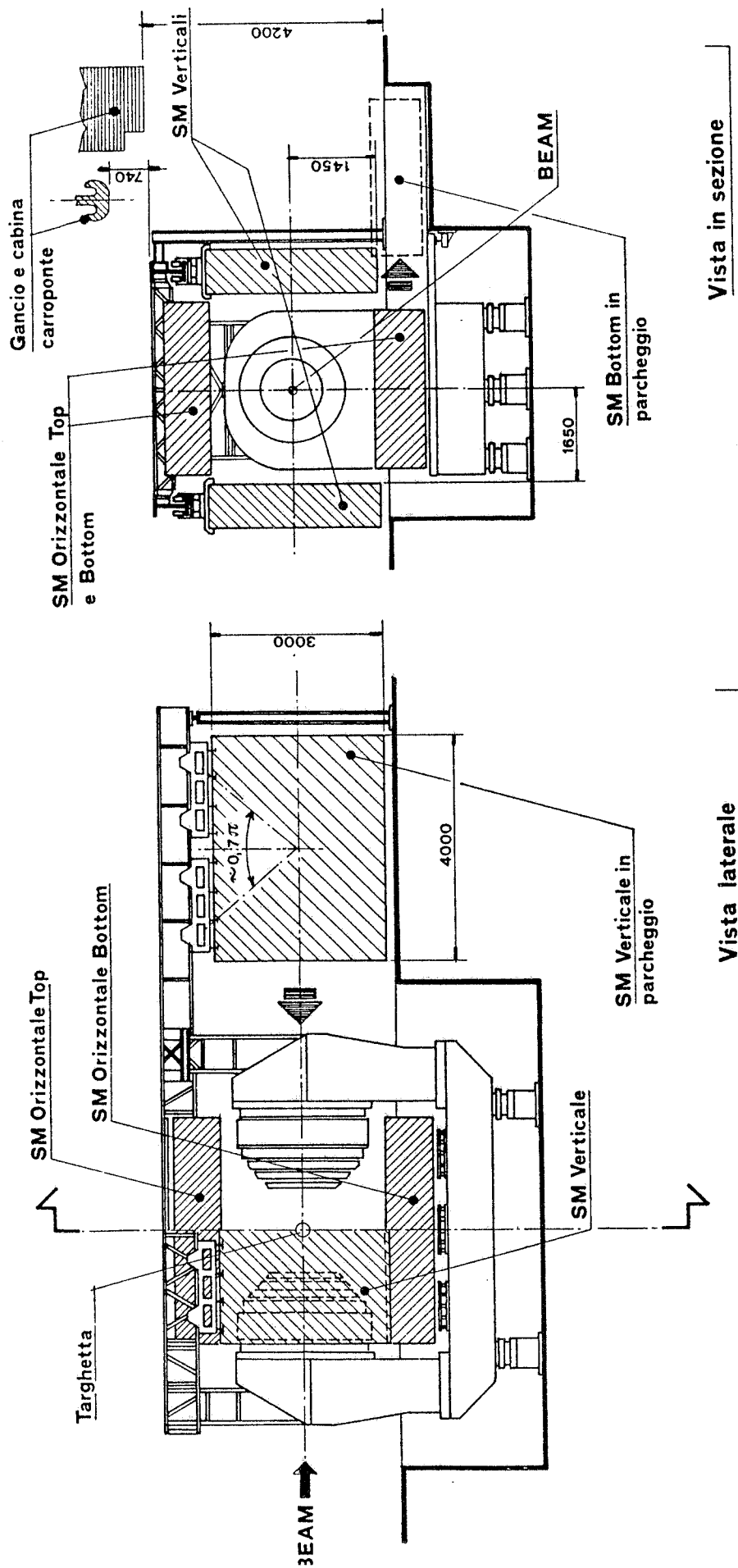


FIG. 1- Montaggio generale.

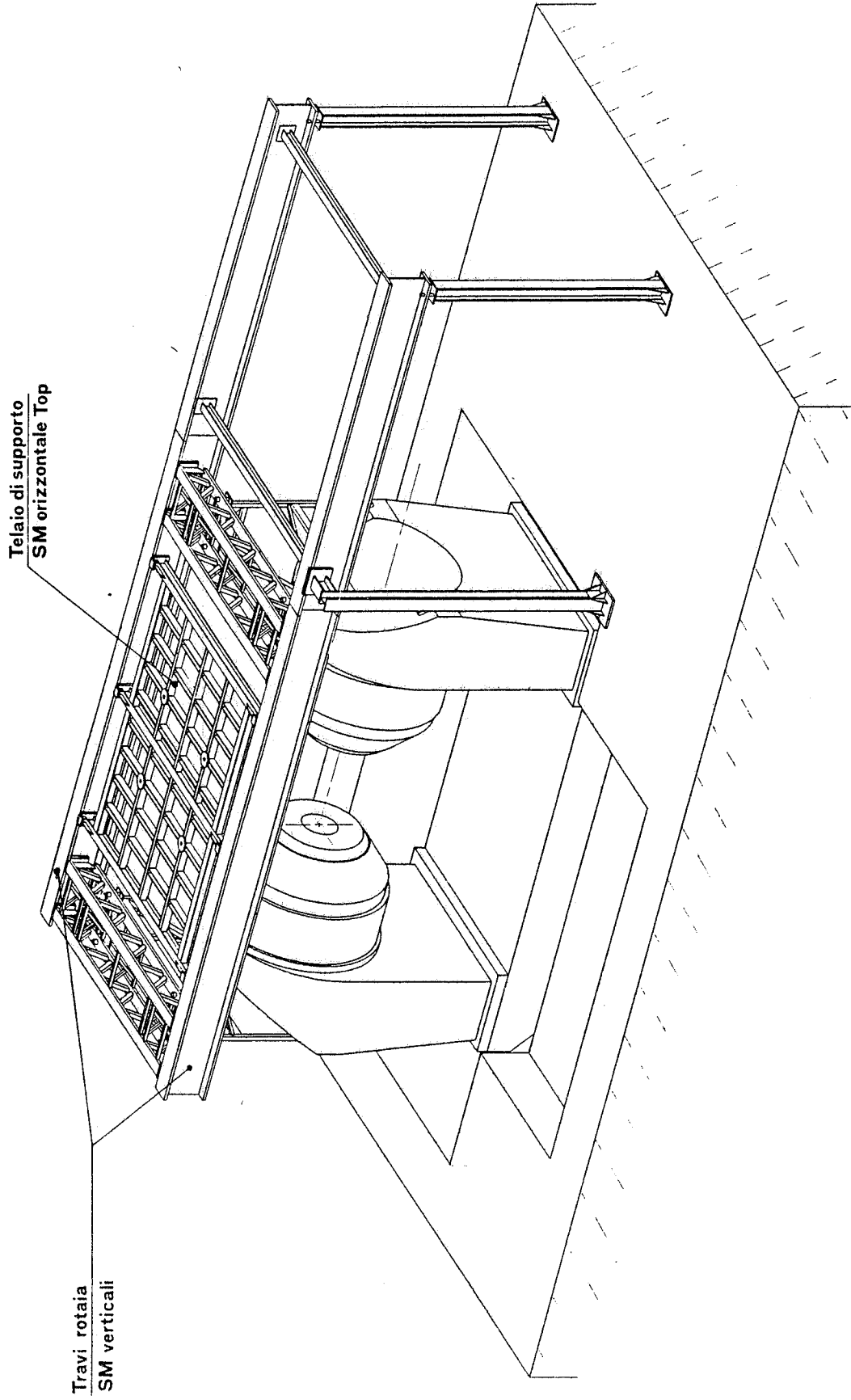


FIG. 2 - Vista schematica della struttura di supporto dei SM.

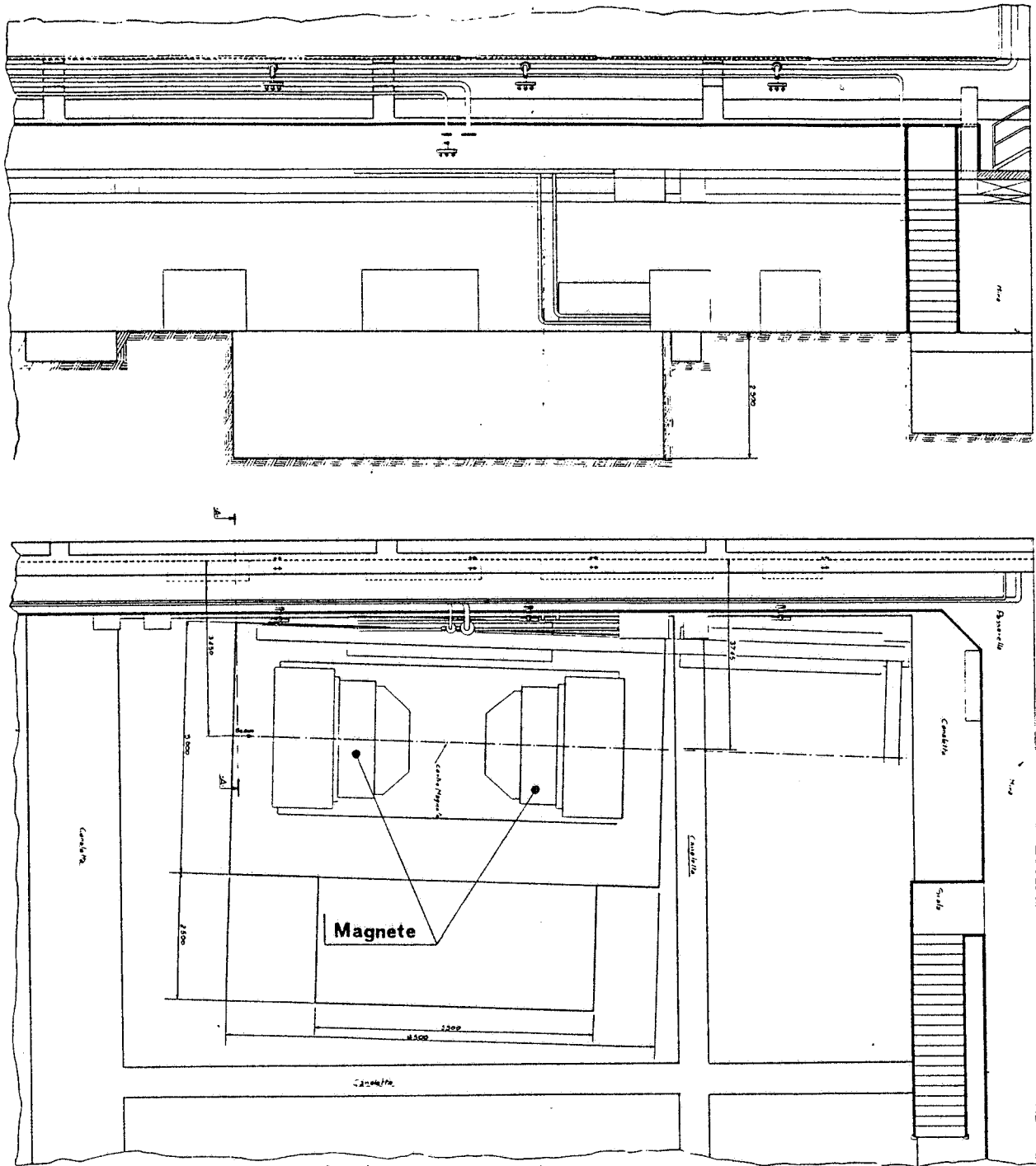


FIG. 3 - Area sperimentale.

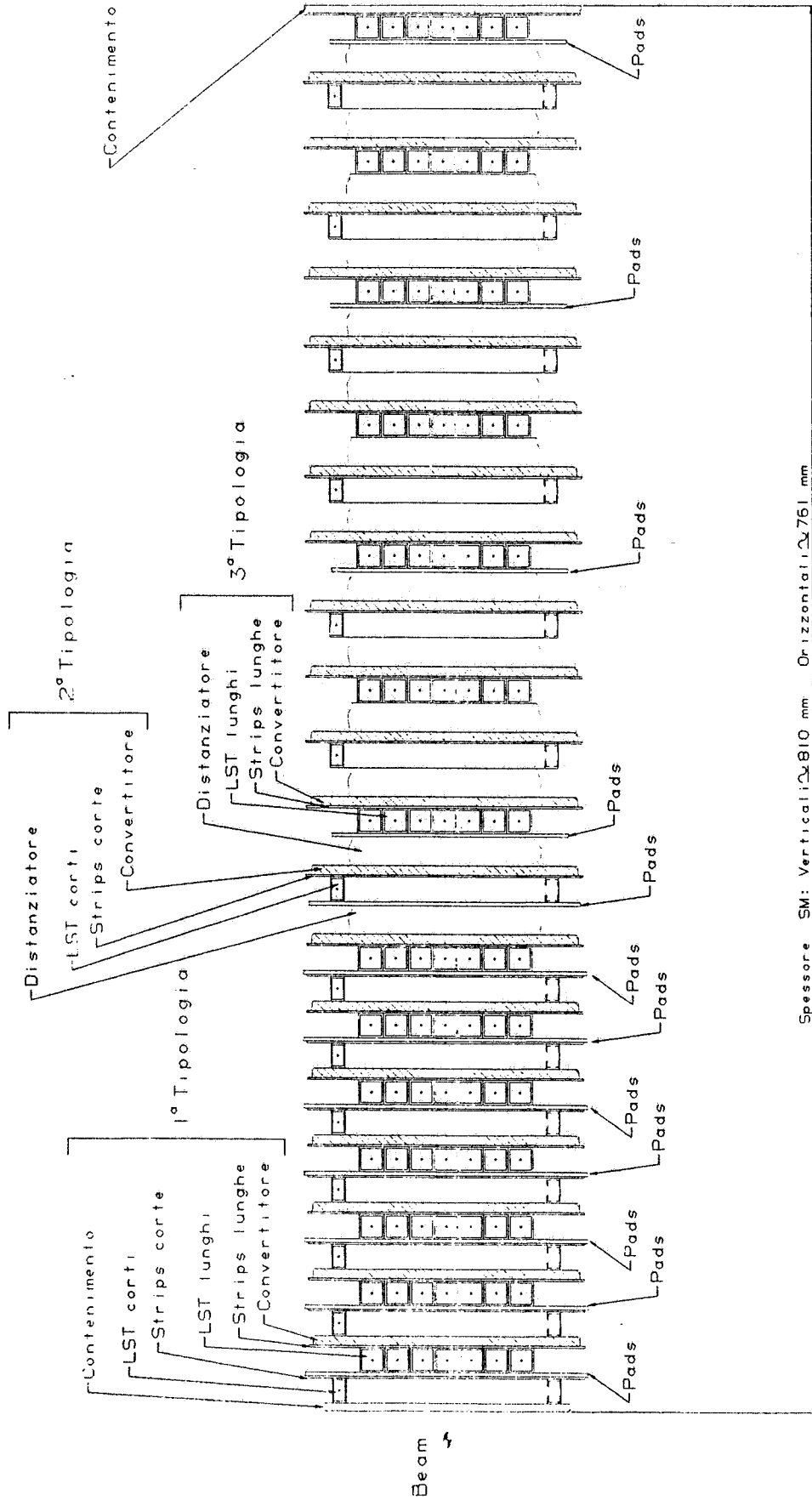


FIG. 4 - Stratigrafia dei SM.

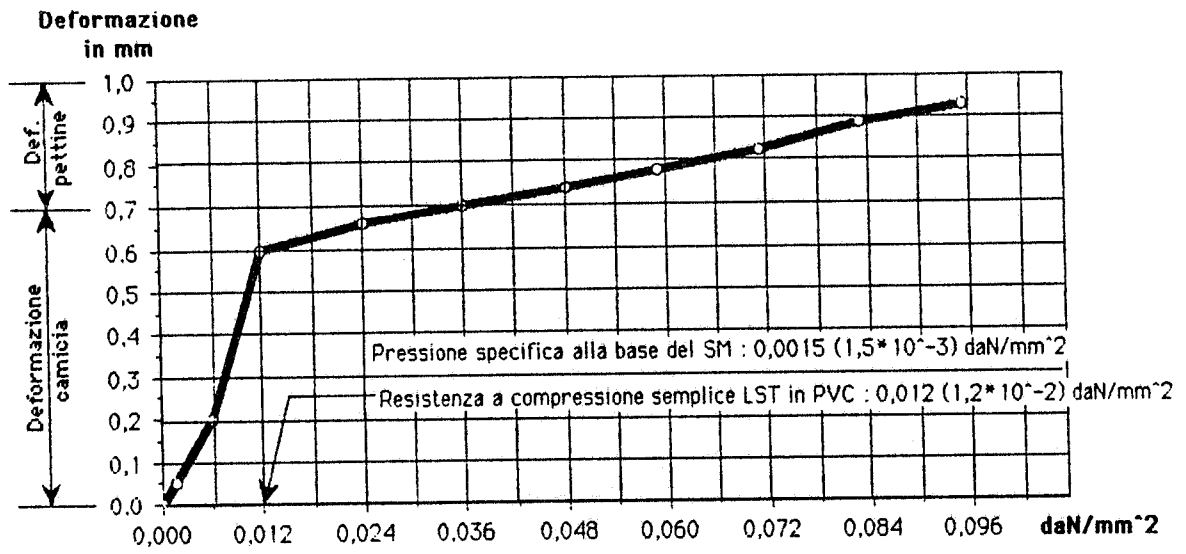


FIG. 5 - Prove di carico su campioni di LST.

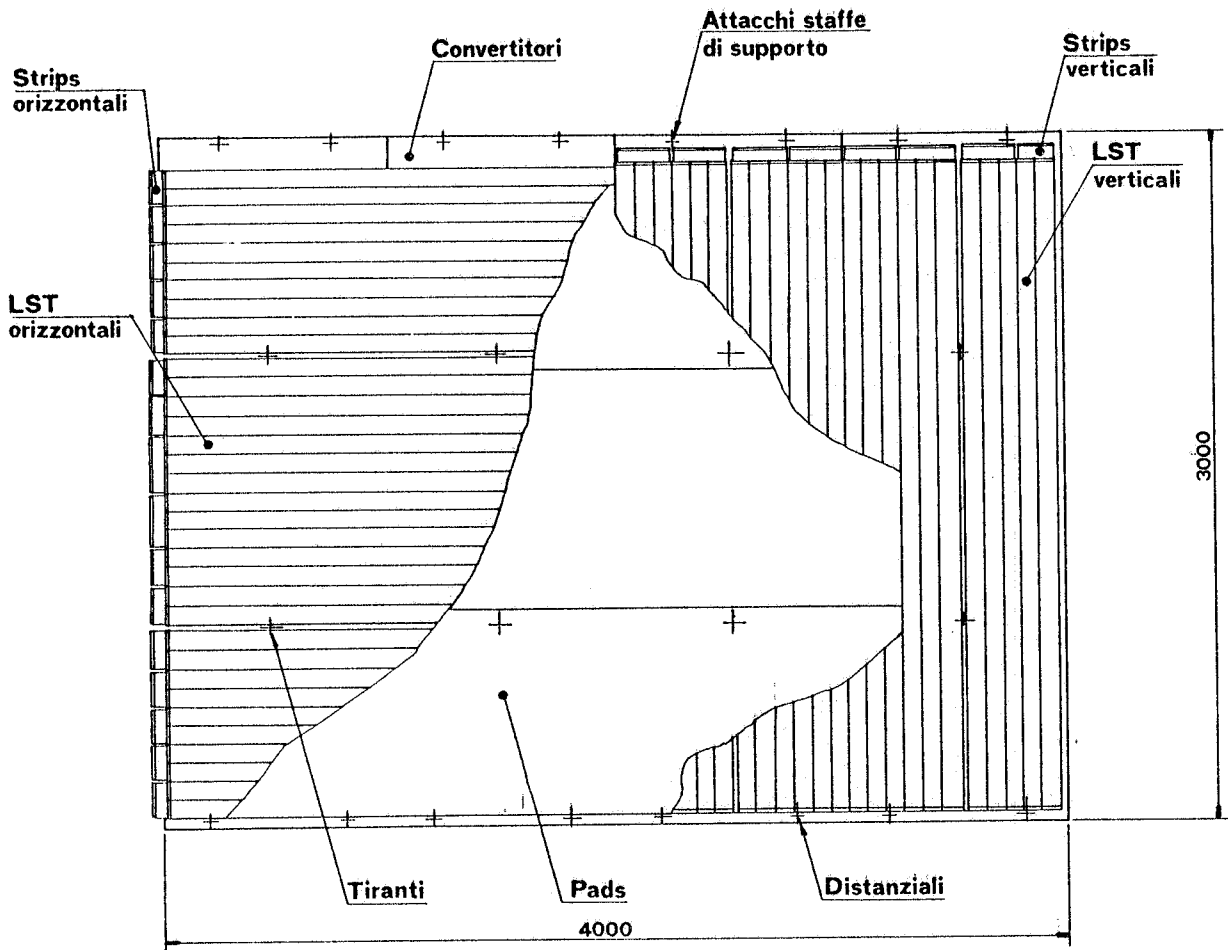


FIG. 6 - SM verticale.

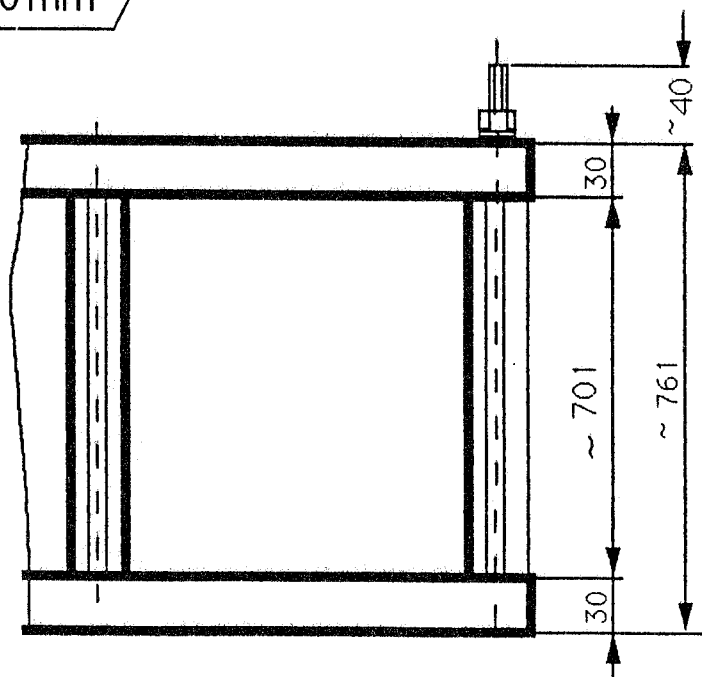
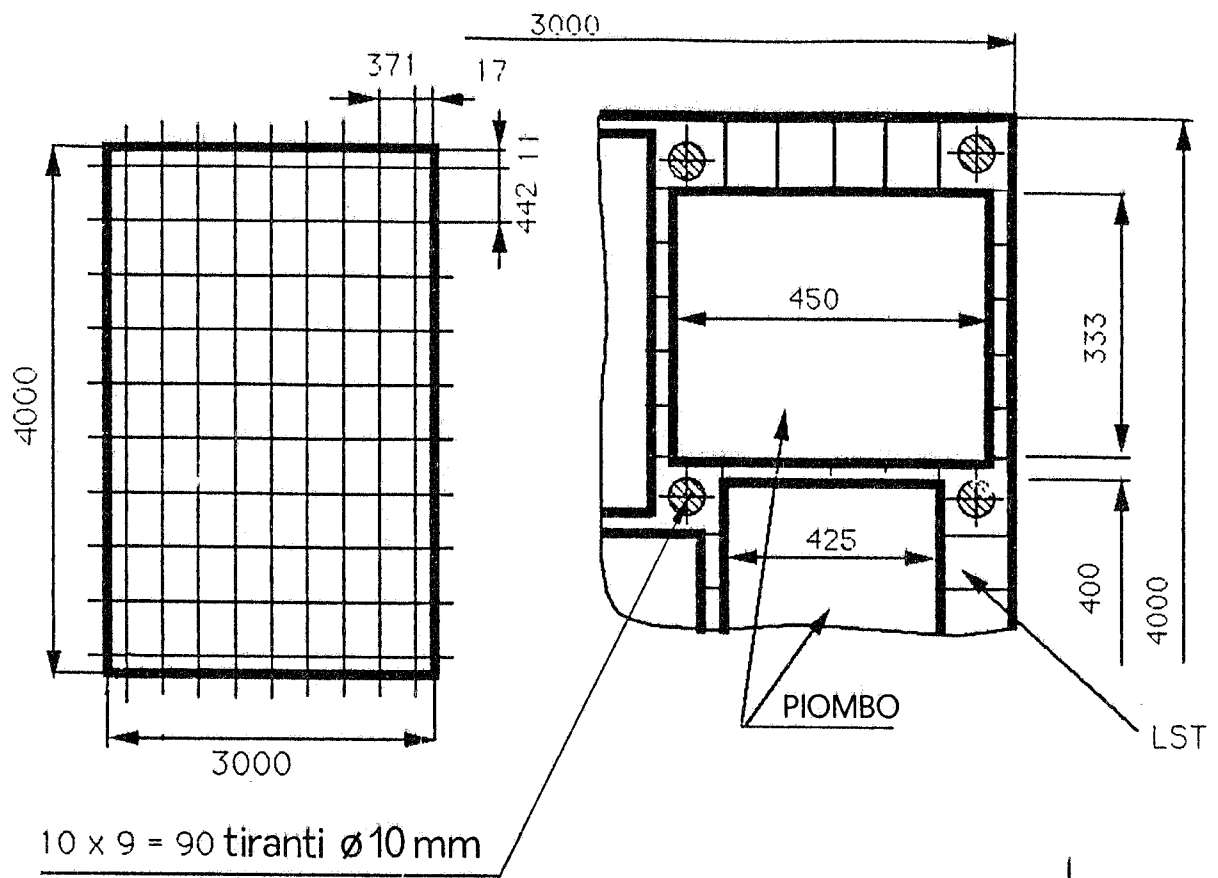


FIG. 7 - SM orizzontale.