



ISTITUTO NAZIONALE DI FISICA NUCLEARE

Sezione di Catania

INFN/TC-09/10
November 30, 2009

LOAD TEST ON THE EMCAL MODULE FRAME

F. Noto*, A. Palmeri**

** Dipartimento di Fisica e Astronomia dell'Università
and Sezione INFN, Catania, Italy*

*** Sezione di Catani, Italy*

Abstract

A consortium of French, Italian and US institutions is constructing a large electromagnetic calorimeter (EMCal), which will complete the ALICE detector capabilities for measuring the entire range of physics observables in heavy ion interactions. Jet quenching, the interaction of energetic partons with dense matter, has been shown at RHIC to provide a broad range of unique and sensitive probes of the hot QCD medium. Jet quenching will play an equally important role in the LHC heavy ion physics program. The EMCal enables ALICE to explore the physics of jet quenching in detail, over the large kinematic range provided in heavy by the LHC.

1. INTRODUCTION

The overall design of the EMCal is heavily influenced by its location within the ALICE L3 magnet. EMCal is to be located inside the large room temperature magnet within a cylindrical integration volume approximately 112cm deep, by 5.6m in length, sandwiched between the ALICE TPC space frame and the magnet coils, EMCal spanning $\sim 120^\circ$ in azimuth with a continuous arch of supermodules.

The electromagnetic calorimeter will consist of a barrel section providing, when completed, coverage for $-0.7 < \eta < 0.7$ and $0 < \phi < 2\pi/3$; the design, this coverage is built up from 12 separate super modules spanning this acceptance.

Each of the 12 super modules is composed of 288 distinct modules with each module comprising 4 separate energy measuring units or towers for a total of 13824 separate channels in the full detector. Each of these towers will deliver their data through two independent digitizing and data acquisition channels; one dedicated to the energy measurement and the other dedicated to the trigger.

In order to verify the SuperModule we decided to expose it to a cargo test in 2 positions (0° and 10°).

The EmCal Module Frame is composed of an aluminium crate and there are 12 Streeps inside the SuperModule. Each Streep weighs approximately 300 kg.

In order to carry out the cargo test we simulate the Streep and believing that it could be done with some iron bars to which have been attached some iron parallelepipeds.

The cargo simulation has been carried out in two positions: at 0° and 10° on the CAL-Frame.

The position at 0° is with suspended SuperModule, this has been possible by putting SuperModule supported through some pins on some concrete blocks.

Only 11 iron streeps simulated the cargo and then in order to further increase the cargo and to reach the final weight we added 3 large iron blocks.

2. LOAD TEST AT 0°

Load test is carried out on the EMCAL module frame supported on concrete blocks in building SXL2 between 5-7 June 2007. Deformation of the structure under different loading conditions is measured. Total five measurements (named sessions #) have been performed during the load-test with loading conditions as given below -

- i. 05.06.2007 AM- Session 1 : Zero measurement without load
- ii. 06.06.2007 AM- Session 2 : Measurement with half load
- iii. 06.06.2007 PM- Session 3 : Measurement with full load
- iv. 07.06.2007 AM- Session 4 : Measurement half load (half load removed)
- v. 07.06.2007 PM- Session 5 : Measurement without load (complete load removed)

Picture on the cover-page of this report depicts loading arrangement of session 3. Location and point names for the survey targets glued on the module frame are given in section 2.3.

Method of calculation is given in section 2.4 and results are presented in section 2.5 in local coordinate system as defined in section 2.2.

2.1. COORDINATE SYSTEM

A local coordinate system has been defined for this measurement as below:

- Z Axis: Perpendicular to the best-fit plane through points 2101 to 2108 and 2201 to 2208 (total 16 points) and positive upward.
- Origin: at the projection of 2101 in best-fit plane defined above.
- X Axis: Passing through projection of point 2108 in the best-fit plane defined above
- Y Axis: Perpendicular to X and Z in a right-handed Cartesian coordinate system

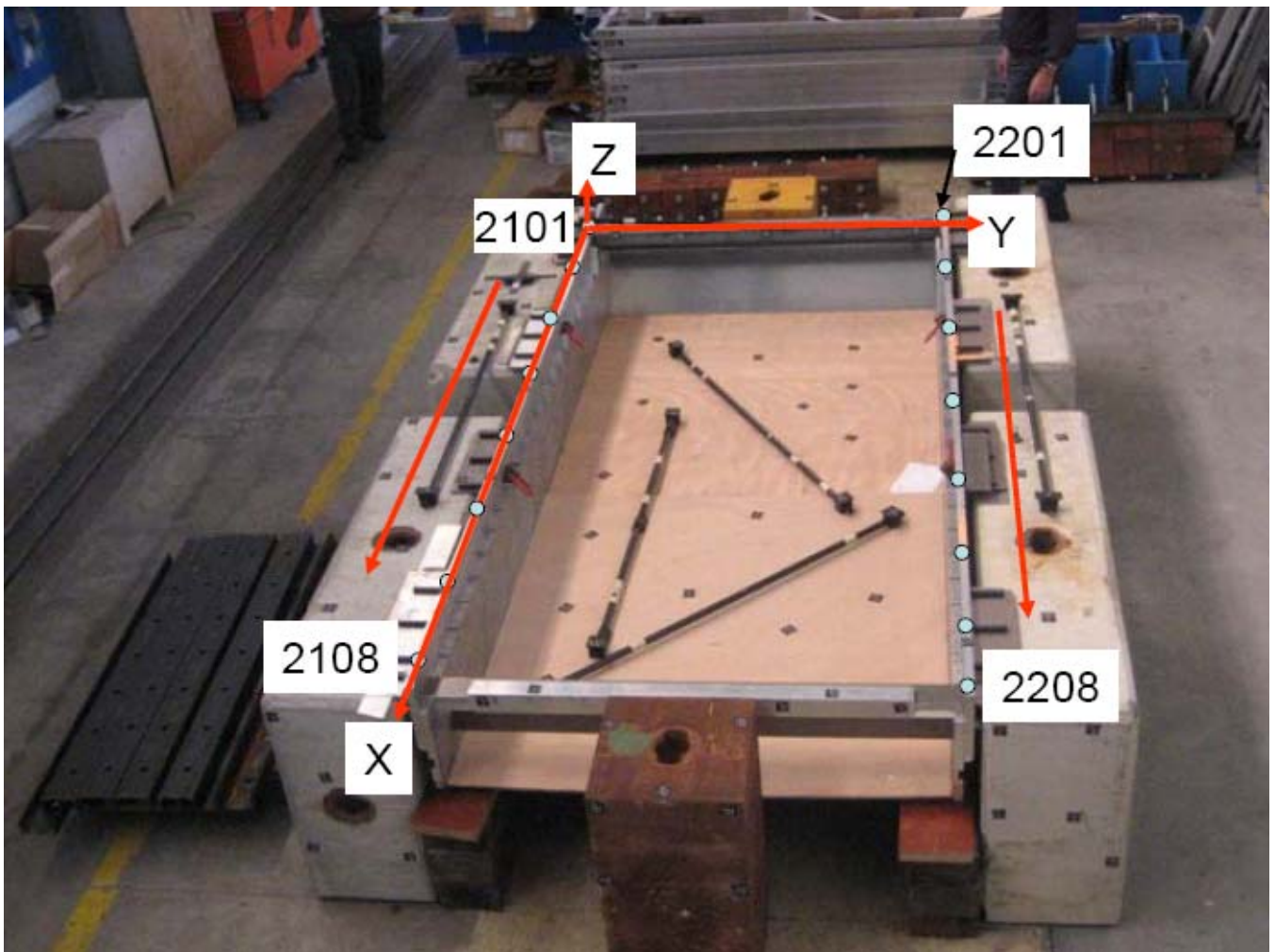


Fig.1 Definition of the local coordinate system

2.2 POINT NAMES AND TARGET EQUIPMENT

2xxx Point on the module frame

3xxx Points on the concrete blocks

Sticker survey targets used for these measurements have an offset of 0.1 mm with respect to the contact surface.

2.3 RESULTS

The precision in X-, Y- and Z-direction (1σ) is 0.08. Coordinates are given at the centre of the survey target which has an offset of 0.1 with respect to the contact surface.

2.3.1 Results for Measurement Session 1

Point	X	Y	Z
Name	(mm)	(mm)	(mm)
2101	0,00	0,00	0,42
2102	500,62	0,92	0,33
2103	1000,80	0,34	0,24
2104	1501,07	-0,38	0,06
2105	2002,12	-0,28	-0,09
2106	2549,89	-0,61	-0,24
2107	3052,05	-0,69	-0,35
2108	3347,38	0,00	-0,36
2201	-0,41	1531,67	-0,55
2202	499,70	1530,44	-0,33
2203	997,14	1529,15	-0,16
2204	1497,57	1529,07	0,05
2205	1997,84	1529,09	0,15
2206	2499,14	1529,40	0,20
2207	2998,23	1530,20	0,30
2208	3347,81	1528,61	0,34
2301	-26,69	5,93	-26,83
2302	-25,97	1525,16	-26,90
2401	3373,55	6,78	-26,19
2402	3374,58	1524,18	-26,30
2501	-26,74	31,70	-385,06
2502	-25,95	1500,02	-385,05
2601	3373,54	31,80	-387,52
2602	3374,51	1498,70	-387,07
2701	8,20	121,35	-390,75
2702	10,81	453,82	-389,20
2703	10,50	1089,99	-389,90
2704	10,56	1414,83	-390,19
3101	1397,59	-336,61	-46,28
3102	696,58	-367,28	-47,25
3103	-11,66	-338,33	-47,28
3104	-104,68	-345,00	-139,53
3105	-104,73	-361,58	-387,44
3201	1925,52	-356,16	-41,80
3202	2607,54	-359,89	-43,00
3203	3327,04	-357,18	-44,64
3204	3416,25	-356,67	-116,57
3205	3414,82	-363,73	-441,18
3301	1428,62	1877,94	-45,70
3302	713,49	1897,89	-45,64
3303	-3,33	1883,49	-45,87
3304	-91,15	1889,42	-143,67
3305	-91,01	1896,14	-395,59
3401	1903,04	1876,93	-47,39
3402	2617,12	1886,63	-46,92
3403	3337,04	1874,98	-49,90
3404	3417,35	1876,14	-139,70
3405	3416,88	1889,64	-407,83

2.3.2 Results for Measurement Session 2

Point Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Difference respect Session 1			
				ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔZ (mm)	ΔD (mm)
2101	-0,02	-0,05	0,41	-0,02	-0,05	-0,01	0,06
2102	500,64	1,29	0,27	0,02	0,38	-0,06	0,38
2103	1000,82	0,91	0,19	0,02	0,57	-0,05	0,57
2104	1501,09	0,38	0,09	0,01	0,76	0,03	0,76
2105	2002,13	0,57	-0,08	0,01	0,85	0,00	0,85
2106	2549,85	-0,04	-0,26	-0,04	0,57	-0,01	0,57
2107	3052,04	-0,45	-0,34	-0,01	0,24	0,01	0,24
2108	3347,41	-0,08	-0,35	0,02	-0,08	0,01	0,08
2201	-0,40	1531,72	-0,54	0,01	0,05	0,01	0,05
2202	499,75	1530,29	-0,43	0,04	-0,15	-0,10	0,19
2203	997,17	1529,02	-0,32	0,02	-0,14	-0,16	0,21
2204	1497,58	1528,88	-0,09	0,01	-0,19	-0,14	0,23
2205	1997,81	1528,81	0,06	-0,03	-0,28	-0,09	0,29
2206	2499,14	1529,12	0,12	0,00	-0,28	-0,08	0,29
2207	2998,25	1529,98	0,30	0,02	-0,23	0,00	0,23
2208	3347,79	1528,68	0,33	-0,01	0,07	-0,01	0,08
2301	-26,78	5,81	-26,85	-0,09	-0,11	-0,02	0,15
2302	-25,93	1525,22	-26,90	0,05	0,06	0,01	0,07
2401	3373,60	6,68	-26,13	0,05	-0,10	0,06	0,12
2402	3374,47	1524,32	-26,40	-0,10	0,14	-0,10	0,20
2501	-26,78	31,66	-385,12	-0,03	-0,04	-0,06	0,08
2502	-25,90	1500,05	-385,07	0,05	0,02	-0,02	0,06
2601	3373,63	31,65	-387,53	0,09	-0,15	0,00	0,17
2602	3374,41	1498,83	-387,23	-0,10	0,13	-0,16	0,23
2701	8,19	121,33	-390,78	-0,01	-0,02	-0,03	0,04
2702	10,73	453,80	-389,21	-0,09	-0,02	-0,01	0,09
2703	10,37	1089,97	-389,88	-0,13	-0,02	0,02	0,13
2704	10,58	1414,85	-390,20	0,01	0,02	-0,01	0,03
3101	1397,62	-336,42	-45,11	0,03	0,19	1,17	1,19
3102	696,65	-367,18	-46,14	0,06	0,11	1,11	1,11
3103	-11,67	-338,28	-46,22	-0,01	0,05	1,05	1,05
3104	-104,65	-344,95	-138,47	0,03	0,05	1,06	1,06
3105	-104,66	-361,53	-386,41	0,06	0,05	1,03	1,04
3201	1925,50	-355,47	-40,51	-0,03	0,69	1,28	1,46
3202	2607,47	-359,36	-41,66	-0,07	0,52	1,34	1,44
3203	3327,01	-356,82	-43,24	-0,02	0,36	1,39	1,44
3204	3416,35	-356,41	-115,06	0,09	0,26	1,51	1,54
3205	3414,90	-363,64	-439,75	0,08	0,09	1,43	1,44
3301	1428,69	1877,95	-44,68	0,08	0,01	1,02	1,02
3302	713,52	1897,86	-44,83	0,03	-0,03	0,82	0,82
3303	-3,33	1883,54	-45,14	0,00	0,05	0,73	0,74
3304	-91,09	1889,48	-142,86	0,06	0,06	0,81	0,81
3305	-90,93	1896,14	-394,84	0,08	-0,01	0,76	0,76
3401	1903,09	1876,88	-46,37	0,05	-0,04	1,02	1,02
3402	2617,15	1886,64	-45,88	0,04	0,01	1,04	1,04
3403	3337,09	1875,00	-48,83	0,05	0,02	1,07	1,07
3404	3417,30	1876,13	-138,73	-0,06	-0,01	0,97	0,97
3405	3416,77	1889,56	-406,95	-0,11	-0,08	0,88	0,89

2.3.3 Results for Measurement Session 3

Point Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Difference respect Session 1			
				ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔZ (mm)	ΔD (mm)
2101	-0,05	-0,01	0,34	-0,05	-0,01	-0,08	0,09
2102	500,64	1,53	0,27	0,02	0,61	-0,06	0,62
2103	1000,82	1,15	0,16	0,02	0,81	-0,08	0,81
2104	1501,09	0,72	0,04	0,01	1,10	-0,02	1,10
2105	2002,14	0,91	-0,05	0,02	1,18	0,04	1,19
2106	2549,88	0,04	-0,20	-0,01	0,65	0,04	0,65
2107	3052,07	-0,36	-0,28	0,02	0,33	0,07	0,34
2108	3347,41	-0,02	-0,28	0,03	-0,02	0,08	0,09
2201	-0,39	1531,68	-0,47	0,01	0,00	0,08	0,08
2202	499,74	1530,20	-0,40	0,04	-0,24	-0,07	0,25
2203	997,18	1528,87	-0,33	0,03	-0,28	-0,16	0,32
2204	1497,58	1528,67	-0,17	0,02	-0,40	-0,22	0,46
2205	1997,82	1528,62	-0,03	-0,02	-0,47	-0,19	0,51
2206	2499,13	1529,07	0,02	-0,01	-0,33	-0,18	0,38
2207	2998,23	1529,86	0,19	0,01	-0,34	-0,11	0,36
2208	3347,81	1528,64	0,26	0,01	0,03	-0,08	0,08
2301	-26,75	5,84	-26,95	-0,06	-0,09	-0,12	0,16
2302	-25,90	1525,18	-26,85	0,07	0,03	0,05	0,09
2401	3373,58	6,69	-26,08	0,03	-0,09	0,11	0,15
2402	3374,50	1524,28	-26,44	-0,08	0,11	-0,15	0,20
2501	-26,81	31,69	-385,19	-0,06	-0,01	-0,13	0,15
2502	-25,94	1500,09	-385,04	0,01	0,07	0,01	0,07
2601	3373,67	31,62	-387,47	0,13	-0,18	0,05	0,23
2602	3374,49	1498,90	-387,25	-0,02	0,20	-0,18	0,27
2701	8,14	121,34	-390,86	-0,06	-0,01	-0,11	0,13
2702	10,75	453,82	-389,29	-0,06	0,00	-0,08	0,10
2703	10,42	1089,98	-389,91	-0,08	-0,01	-0,01	0,09
2704	10,53	1414,88	-390,19	-0,03	0,05	0,00	0,05
3101	1397,60	-336,34	-44,59	0,01	0,27	1,69	1,71
3102	696,62	-367,08	-45,62	0,04	0,20	1,62	1,64
3103	-11,73	-338,15	-45,68	-0,07	0,18	1,59	1,61
3104	-104,67	-344,83	-138,00	0,01	0,17	1,53	1,54
3105	-104,71	-361,46	-385,92	0,02	0,12	1,52	1,53
3201	1925,49	-355,38	-40,01	-0,03	0,78	1,78	1,95
3202	2607,50	-359,31	-41,21	-0,04	0,58	1,79	1,88
3203	3327,01	-356,76	-42,84	-0,02	0,43	1,80	1,85
3204	3416,26	-356,36	-114,75	0,01	0,31	1,82	1,85
3205	3414,79	-363,65	-439,42	-0,03	0,08	1,76	1,76
3301	1428,73	1877,90	-44,26	0,12	-0,04	1,44	1,45
3302	713,57	1897,89	-44,34	0,09	0,01	1,30	1,30
3303	-3,26	1883,61	-44,68	0,07	0,11	1,19	1,20
3304	-91,05	1889,54	-142,38	0,10	0,12	1,28	1,29
3305	-90,87	1896,27	-394,37	0,14	0,12	1,22	1,24
3401	1903,09	1876,96	-46,00	0,05	0,03	1,39	1,39
3402	2617,14	1886,69	-45,55	0,02	0,07	1,37	1,37
3403	3337,11	1875,04	-48,51	0,07	0,06	1,40	1,40
3404	3417,33	1876,18	-138,35	-0,02	0,05	1,35	1,35
3405	3416,81	1889,67	-406,57	-0,07	0,03	1,26	1,26

2.3.4 Results for Measurement Session 4

Point Name	Difference respect Session 1						
	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔZ (mm)	ΔD (mm)
2101	-0,11	-0,02	0,40	-0,11	-0,02	-0,02	0,11
2102	500,59	1,39	0,33	-0,03	0,47	0,00	0,47
2103	1000,77	1,03	0,28	-0,03	0,70	0,04	0,70
2104	1501,08	0,53	0,13	0,00	0,91	0,07	0,91
2105	2002,15	0,74	0,01	0,03	1,02	0,10	1,03
2106	2549,92	0,00	-0,15	0,03	0,61	0,09	0,62
2107	3052,13	-0,41	-0,29	0,07	0,27	0,06	0,29
2108	3347,49	-0,06	-0,34	0,11	-0,06	0,02	0,13
2201	-0,47	1531,69	-0,53	-0,06	0,02	0,02	0,07
2202	499,68	1530,22	-0,37	-0,02	-0,22	-0,04	0,23
2203	997,14	1528,88	-0,23	-0,01	-0,27	-0,07	0,28
2204	1497,56	1528,74	-0,04	0,00	-0,32	-0,09	0,33
2205	1997,85	1528,73	0,09	0,01	-0,36	-0,06	0,37
2206	2499,18	1529,12	0,14	0,03	-0,29	-0,06	0,30
2207	2998,30	1529,94	0,25	0,07	-0,27	-0,05	0,28
2208	3347,87	1528,67	0,32	0,07	0,06	-0,02	0,09
2301	-26,81	5,86	-26,92	-0,12	-0,07	-0,08	0,16
2302	-25,98	1525,20	-26,89	-0,01	0,04	0,01	0,04
2401	3373,68	6,67	-26,15	0,13	-0,11	0,04	0,18
2402	3374,55	1524,31	-26,39	-0,02	0,13	-0,10	0,17
2501	-26,82	31,69	-385,15	-0,08	-0,01	-0,09	0,12
2502	-25,94	1500,05	-385,10	0,01	0,02	-0,05	0,06
2601	3373,71	31,61	-387,58	0,17	-0,19	-0,06	0,26
2602	3374,51	1498,83	-387,20	0,00	0,13	-0,14	0,19
2701	8,13	121,33	-390,79	-0,07	-0,02	-0,05	0,09
2702	10,74	453,80	-389,26	-0,08	-0,02	-0,05	0,09
2703	10,41	1089,96	-389,93	-0,10	-0,03	-0,03	0,11
2704	10,53	1414,84	-390,23	-0,03	0,00	-0,04	0,05
3101	1397,59	-336,41	-44,90	0,00	0,19	1,38	1,40
3102	696,56	-367,16	-45,87	-0,02	0,12	1,38	1,39
3103	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx
3104	-104,74	-344,85	-138,31	-0,06	0,16	1,22	1,23
3105	-104,77	-361,46	-386,23	-0,04	0,12	1,21	1,22
3201	1925,51	-355,41	-40,27	-0,01	0,75	1,53	1,70
3202	2607,56	-359,31	-41,42	0,03	0,58	1,58	1,68
3203	3327,10	-356,75	-43,06	0,07	0,43	1,58	1,64
3204	3416,38	-356,36	-114,99	0,12	0,31	1,59	1,62
3205	3414,94	-363,66	-439,67	0,13	0,07	1,51	1,52
3301	1428,67	1877,91	-44,50	0,06	-0,03	1,20	1,20
3302	713,49	1897,87	-44,62	0,01	-0,02	1,03	1,03
3303	-3,38	1883,56	-44,95	-0,04	0,07	0,92	0,93
3304	-91,09	1889,51	-142,73	0,06	0,10	0,94	0,94
3305	-90,91	1896,20	-394,70	0,10	0,06	0,89	0,90
3401	1903,12	1876,90	-46,22	0,09	-0,03	1,16	1,17
3402	2617,23	1886,63	-45,73	0,12	0,01	1,19	1,19

3403	3337,21	1874,99	-48,72	0,16	0,01	1,18	1,19
3404	3417,42	1876,13	-138,58	0,07	-0,01	1,12	1,12
3405	3416,90	1889,61	-406,78	0,01	-0,03	1,05	1,05

2.3.5 Results for Measurement Session 5

Point Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	Difference respect Session 1			
				ΔX (mm)	ΔY (mm)	ΔZ (mm)	ΔD (mm)
2101	-0,16	-0,12	0,44	-0,16	-0,12	0,02	0,20
2102	500,57	0,91	0,35	-0,05	-0,01	0,02	0,06
2103	1000,78	0,34	0,24	-0,02	0,00	0,00	0,02
2104	1501,10	-0,31	0,11	0,02	0,07	0,05	0,09
2105	2002,17	-0,20	-0,05	0,05	0,08	0,04	0,10
2106	2549,95	-0,59	-0,20	0,07	0,02	0,04	0,08
2107	3052,16	-0,75	-0,35	0,11	-0,07	0,01	0,13
2108	3347,53	-0,12	-0,38	0,15	-0,12	-0,02	0,19
2201	-0,53	1531,79	-0,57	-0,12	0,11	-0,02	0,16
2202	499,65	1530,52	-0,35	-0,05	0,08	-0,02	0,10
2203	997,13	1529,14	-0,15	-0,01	-0,01	0,01	0,02
2204	1497,59	1529,05	0,09	0,02	-0,02	0,04	0,05
2205	1997,88	1529,04	0,22	0,03	-0,05	0,07	0,09
2206	2499,20	1529,40	0,21	0,06	0,00	0,01	0,06
2207	2998,35	1530,29	0,30	0,12	0,09	0,00	0,15
2208	3347,94	1528,73	0,37	0,13	0,12	0,02	0,18
2301	-26,86	5,82	-26,86	-0,17	-0,11	-0,03	0,20
2302	-26,03	1525,25	-26,96	-0,06	0,09	-0,05	0,12
2401	3373,70	6,64	-26,14	0,15	-0,15	0,05	0,22
2402	3374,60	1524,34	-26,38	0,02	0,16	-0,08	0,18
2501	-26,83	31,67	-385,16	-0,08	-0,03	-0,10	0,13
2502	-25,96	1500,06	-385,14	0,00	0,04	-0,09	0,10
2601	3373,71	31,67	-387,64	0,17	-0,13	-0,12	0,24
2602	3374,54	1498,82	-387,19	0,03	0,12	-0,12	0,17
2701	8,11	121,31	-390,79	-0,10	-0,04	-0,04	0,11
2702	10,74	453,81	-389,27	-0,07	-0,01	-0,06	0,10
2703	10,38	1089,97	-389,96	-0,12	-0,01	-0,06	0,14
2704	10,52	1414,86	-390,28	-0,04	0,03	-0,09	0,10
3101	1397,67	-336,61	-46,04	0,08	0,00	0,24	0,26
3102	696,62	-367,40	-47,10	0,03	-0,12	0,14	0,19
3103	-11,79	-338,45	-47,14	-0,12	-0,12	0,13	0,22
3104	-104,65	-345,08	-139,51	0,02	-0,08	0,02	0,08
3105	-104,65	-361,63	-387,44	0,08	-0,05	0,00	0,09
3201	1925,59	-355,98	-41,43	0,07	0,18	0,37	0,41
3202	2607,61	-359,80	-42,60	0,08	0,08	0,40	0,41
3203	3327,18	-357,16	-44,22	0,14	0,02	0,41	0,44
3204	3416,42	-356,72	-116,16	0,17	-0,06	0,42	0,45
3205	3414,95	-363,80	-440,88	0,14	-0,07	0,30	0,34
3301	1428,71	1878,05	-45,43	0,09	0,11	0,27	0,31
3302	713,54	1897,99	-45,55	0,05	0,11	0,09	0,15
3303	-3,36	1883,64	-45,86	-0,03	0,15	0,01	0,15
3304	-91,07	1889,53	-143,65	0,08	0,11	0,01	0,14
3305	-90,89	1896,21	-395,63	0,12	0,06	-0,04	0,14
3401	1903,14	1877,00	-47,13	0,10	0,07	0,25	0,28
3402	2617,23	1886,76	-46,66	0,12	0,13	0,25	0,31

3403	3337,21	1875,14	-49,59	0,17	0,16	0,31	0,39
3404	3417,42	1876,28	-139,48	0,07	0,14	0,22	0,27
3405	3416,92	1889,74	-407,70	0,04	0,10	0,14	0,17

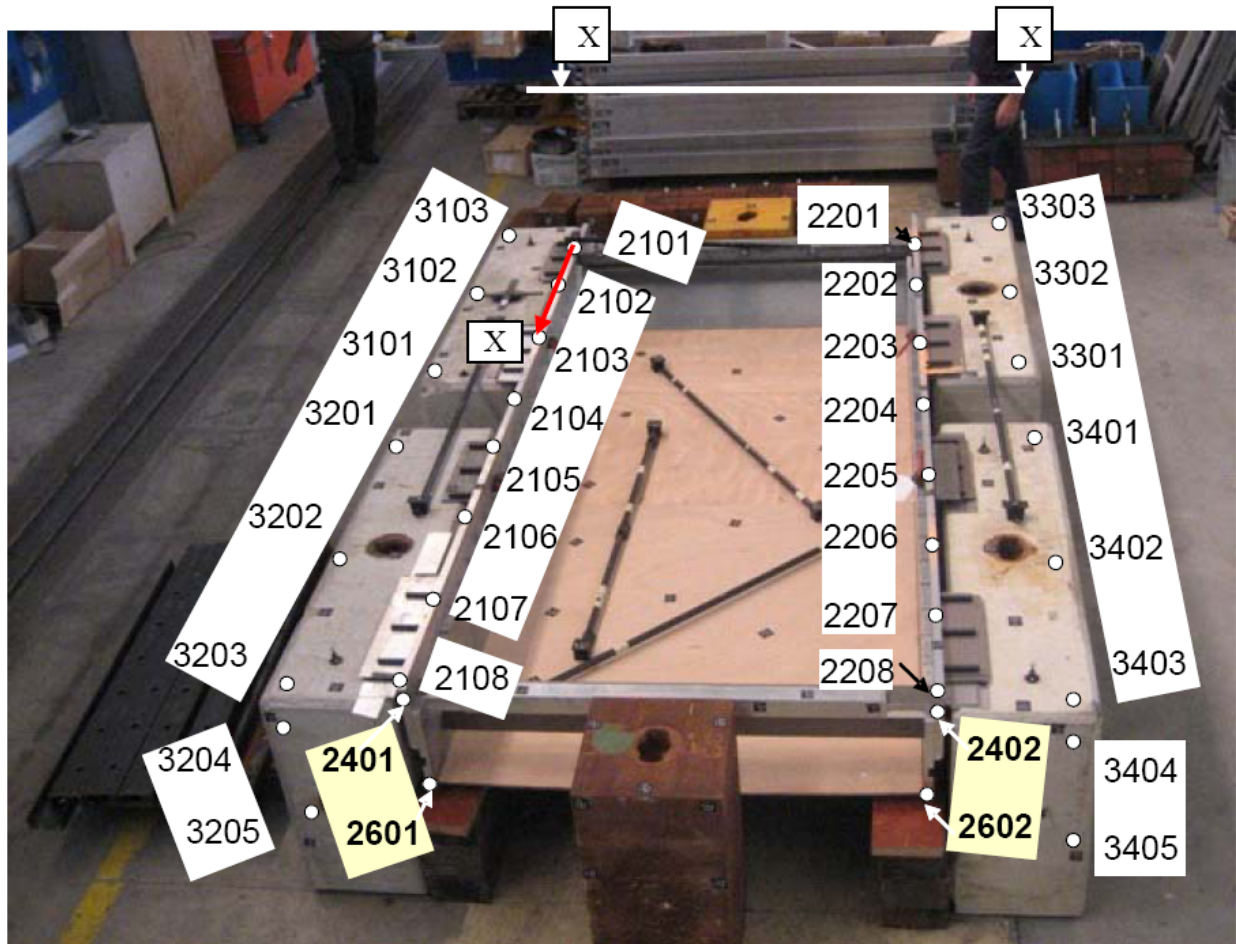


Fig. 2 Point names on module frame and concrete blocks

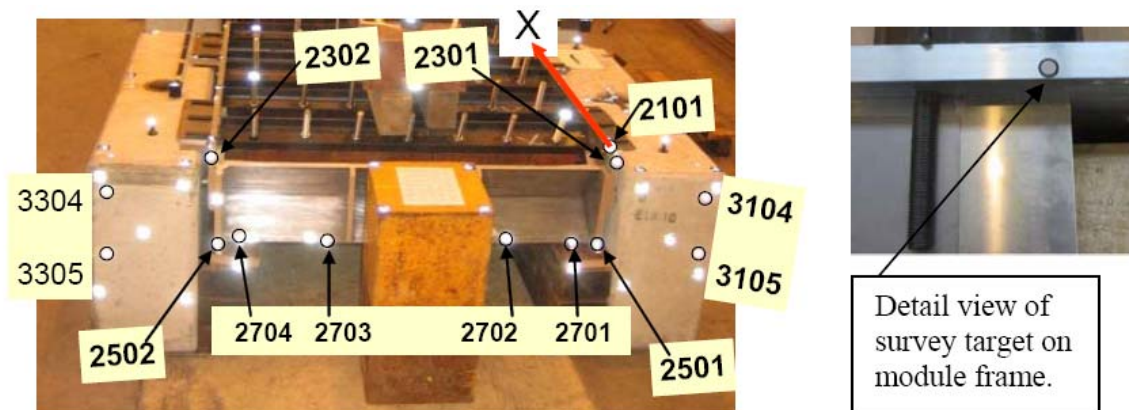


Fig.3 Point names on module frame and concrete blocks (view XX indicated in fig. 2)

2.4 METHOD OF CALCULATION

Measured coordinates in Session 1 (Zero load condition) are transformed in local coordinate system as defined in section 2. In later sessions, measured coordinates are best-fit transformed on four corner points of the module frame i.e. on coordinates of points 2101,2108, 2201 and 2208 in local coordinate system

3. LOAD TEST AT 10°

A load test for the EMCAL module frame in horizontal position has been carried out between 05.06.2007 – 07.06.2007

This time the EMCAL module frame has been installed in the CAL-Frame in its final orientation.

Two measurements have been performed during the load test:

25.07.2007 – Session 1 : Zero measurement without load

30.07.2007 – Session 2 : Measurement with full load

3.2 COORDINATE SYSTEM

The same coordinate system as defined

Origin : centre of best-fit circle through points R01Lxx named R01_CEN

- Z axis : Line from R16_CEN to R01_CEN (centre of best-fit circle through points R16Lxx)
- Y axis : Perpendicular to the Z-axis and at an angle of 12.443 degree to the line from R01_CEN to ATI_COR (contact point on the structure for the point ATI) as shown in figure 4
- X axis: perpendicular to Y and Z axis in right hand coordinate system

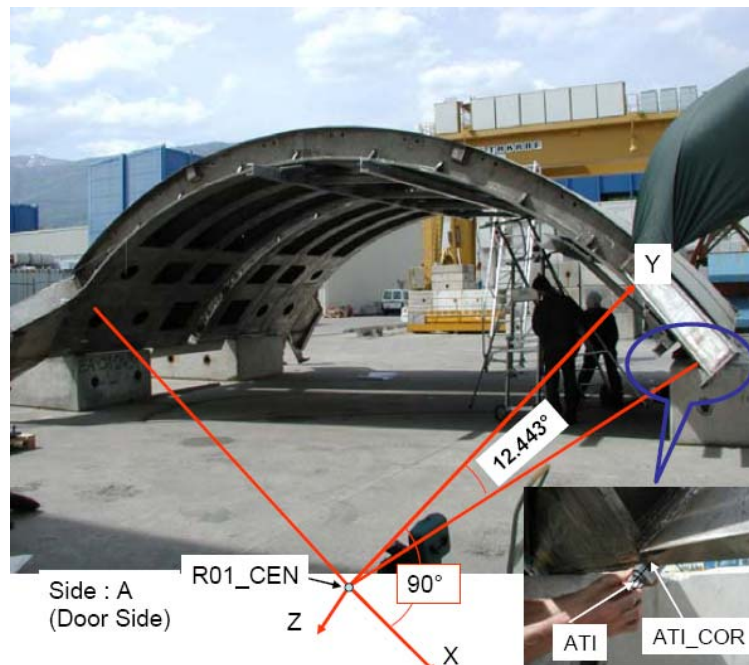


FIG. 4 Definition of the local coordinate system (view from side A)

3.3 POINT NAMES AND TARGET EQUIPMENT

4xxx Points on the EMCAL module frame

5xxx Points on the CAL-Frame rails

Sticker survey targets used for these measurements have an offset of 0.1 mm with respect to the contact surface.

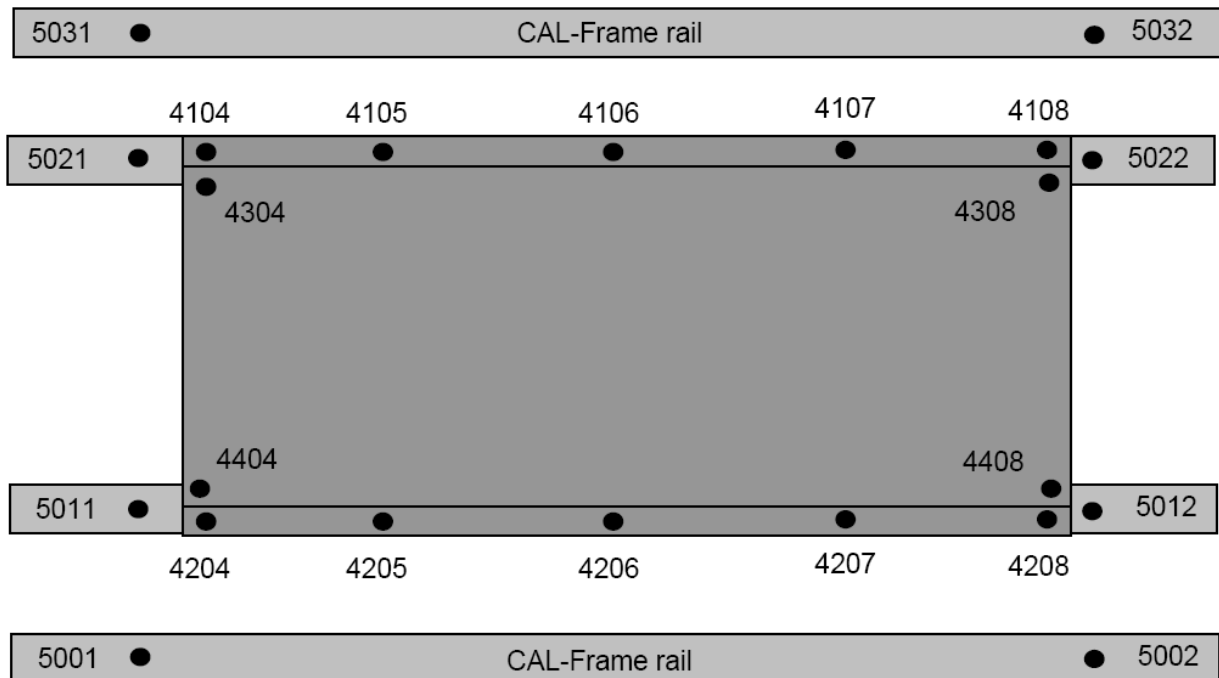
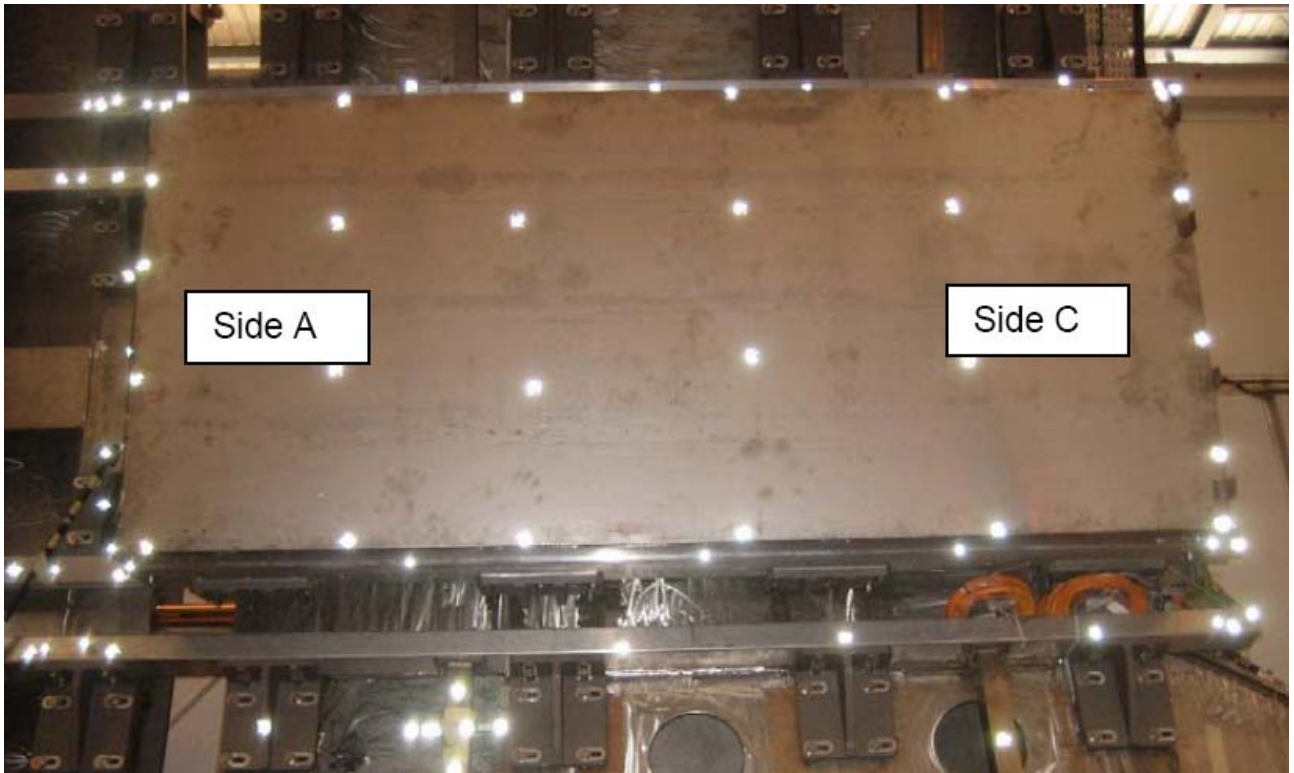


FIG. 5 Point names on EMCAL module frame and CAL-Frame rails (view from side I)

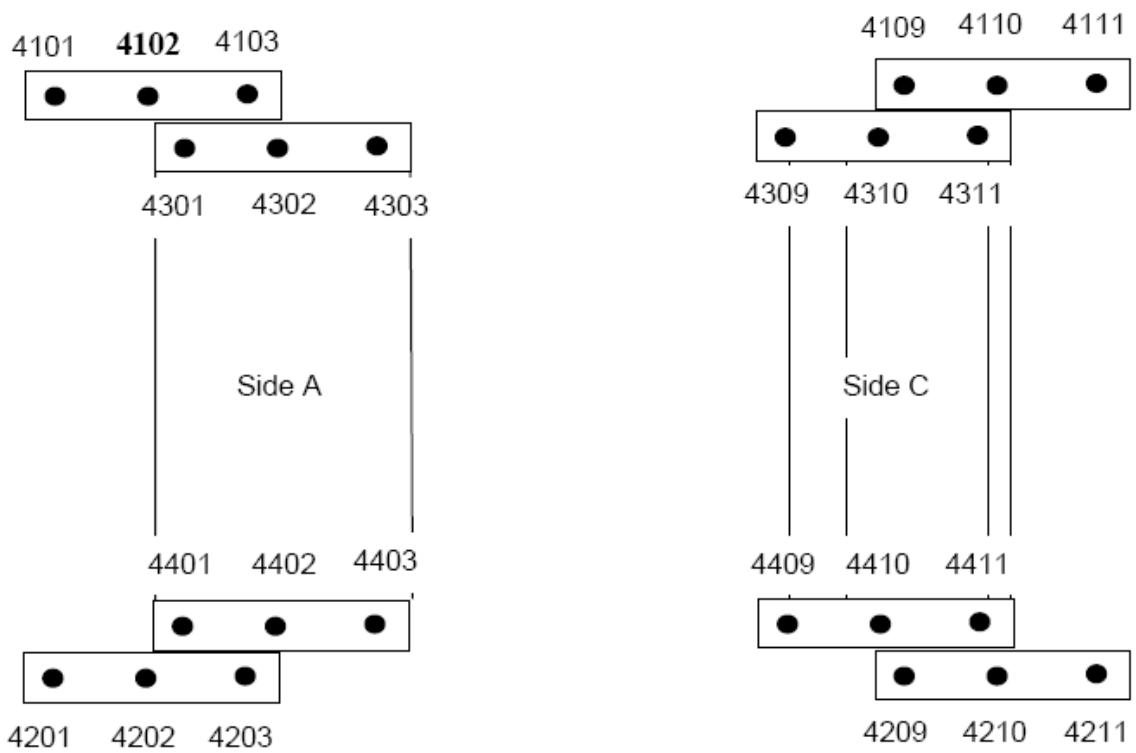
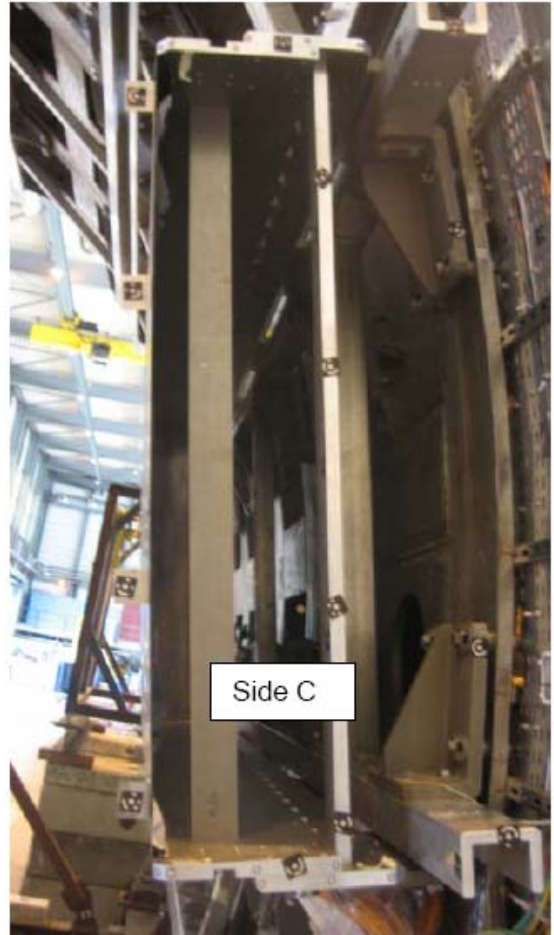
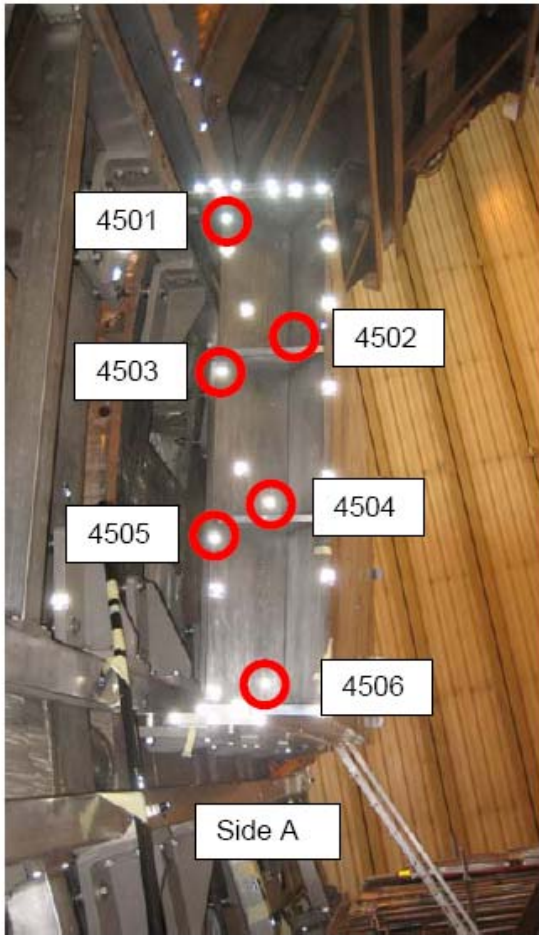


Fig. 6 Point names on EMCAL module frame (view from side A (left) and side B (right))

3.4 RESULTS

The relative precision in X-, Y- and Z-direction (1σ) is 0.08 mm.

The global precision within the EMCAL coordinate system in X-, Y- and Z-direction (1 Sigma) is 3 mm.

Coordinates are given at the centre of the survey target which has an offset of 0.1 mm with respect to the contact surface.

3.4.1 Results for session 1

Coordinates are given in the CAL-Frame coordinate system.

Session 1: 25.07.2007			
Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)
4101	-4551,28	1642,55	-3068,11
4102	-4444,98	1622,39	-3067,70
4103	-4343,65	1598,99	-3067,29
4104	-4333,11	1596,00	-3076,27
4105	-4330,12	1594,56	-3903,05
4106	-4326,54	1593,16	-4828,41
4107	-4323,71	1592,95	-5575,39
4108	-4321,29	1588,72	-6443,34
4109	-4328,91	1591,91	-6467,86
4110	-4439,18	1617,15	-6468,29
4111	-4540,81	1635,61	-6468,64
4201	-4842,16	151,23	-3066,66
4202	-4744,71	131,23	-3066,35
4203	-4632,44	109,68	-3065,93
4204	-4621,54	112,63	-3092,62
4205	-4619,43	109,36	-3952,04
4206	-4616,42	109,70	-4846,49
4207	-4614,14	108,15	-5630,89
4208	-4611,50	107,65	-6441,28
4209	-4620,44	106,79	-6466,68
4210	-4733,09	128,72	-6467,05
4211	-4831,96	145,96	-6467,37
4301	-4490,42	1605,06	-3067,80
4302	-4340,87	1575,51	-3067,24
4303	-4204,58	1548,53	-3066,71
4304	-4176,62	1542,28	-3095,25
4308	-4171,87	1536,85	-6454,06
4309	-4191,21	1540,71	-6467,35
4310	-4309,63	1564,00	-6467,78
4311	-4455,67	1592,68	-6468,32
4401	-4771,10	162,47	-3066,33
4402	-4624,25	134,52	-3065,90
4403	-4485,79	107,35	-3065,47
4404	-4456,60	103,49	-3094,10
4408	-4452,48	97,29	-6451,74
4409	-4472,90	101,85	-6466,14

4410	-4609,13	127,44	-6466,58
4411	-4737,02	152,42	-6466,98
4501	-4494,75	1559,52	-3131,74
4502	-4433,13	1156,66	-3229,30
4503	-4584,99	1076,37	-3133,48
4504	-4526,67	699,17	-3226,04
4505	-4679,59	603,79	-3131,44
4506	-4622,18	211,15	-3225,46
5001	-4887,48	-55,53	-2749,34
5002	-4876,97	-62,60	-6532,40
5011	-4883,40	212,82	-2743,56
5012	-4873,00	210,84	-6533,16
5021	-4616,86	1602,34	-2717,86
5022	-4603,08	1591,76	-6592,48
5031	-4522,63	1854,65	-2728,96
5032	-4498,22	1868,40	-6581,53
9070	-4937,11	-601,77	-5188,87
9071	-4928,17	-622,03	-6587,80
9080	-4474,54	1692,59	-4720,64
9081	-4459,53	1693,53	-3321,31
9610	-4742,09	-663,51	-2350,88
9611	-4869,90	632,85	-2858,51

3.4.2 Results for session 2

Coordinates are given in the CAL-Frame coordinate system.

Session 2: 30.07.2007				D = session 2 - session 1		
Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)
4101	-4551,83	1640,92	-2900,69	-0,55	-1,63	167,41
4102	-4445,58	1620,11	-2900,15	-0,61	-2,28	167,54
4103	-4344,38	1596,48	-2899,75	-0,73	-2,51	167,54
4104	-4333,81	1593,47	-2908,66	-0,70	-2,53	167,61
4105	-4330,73	1590,36	-3735,51	-0,61	-4,20	167,54
4106	-4327,00	1587,46	-4660,93	-0,46	-5,70	167,48
4107	-4323,69	1588,00	-5407,96	0,02	-4,95	167,43
4108	-4320,84	1585,60	-6275,93	0,45	-3,12	167,41
4109	-4328,39	1588,91	-6300,47	0,51	-3,00	167,39
4110	-4438,49	1614,75	-6300,91	0,69	-2,40	167,38
4111	-4540,01	1634,14	-6301,24	0,80	-1,47	167,40
4201	-4843,97	149,09	-2898,27	-1,81	-2,14	168,39
4202	-4746,60	128,97	-2897,92	-1,89	-2,26	168,43
4203	-4633,96	107,50	-2897,32	-1,52	-2,19	168,61
4204	-4623,29	110,27	-2924,08	-1,75	-2,37	168,54
4205	-4620,93	107,45	-3783,60	-1,50	-1,90	168,45
4206	-4617,89	107,79	-4678,06	-1,47	-1,91	168,44
4207	-4615,54	106,12	-5462,51	-1,40	-2,03	168,37
4208	-4613,10	104,00	-6272,88	-1,60	-3,66	168,40

4209	-4622,02	103,18	-6298,31	-1,58	-3,61	168,36
4210	-4734,43	126,21	-6298,66	-1,33	-2,52	168,38
4211	-4833,13	144,42	-6298,94	-1,17	-1,55	168,43
4301	-4491,09	1603,03	-2900,31	-0,67	-2,02	167,49
4302	-4341,67	1573,02	-2899,71	-0,80	-2,49	167,53
4303	-4205,35	1546,04	-2899,12	-0,77	-2,49	167,59
4304	-4177,37	1539,78	-2927,60	-0,76	-2,50	167,65
4308	-4171,59	1533,43	-6286,59	0,28	-3,43	167,48
4309	-4190,91	1537,40	-6299,92	0,30	-3,31	167,43
4310	-4309,43	1560,89	-6300,43	0,20	-3,11	167,36
4311	-4455,12	1590,39	-6300,98	0,55	-2,28	167,34
4401	-4772,85	160,25	-2897,87	-1,75	-2,22	168,46
4402	-4626,29	130,44	-2897,31	-2,03	-4,07	168,58
4403	-4487,55	104,96	-2896,97	-1,76	-2,39	168,50
4404	-4458,16	101,61	-2926,76	-1,56	-1,88	167,34
4408	-4454,08	92,57	-6283,32	-1,60	-4,72	168,42
4409	-4474,50	97,13	-6297,74	-1,61	-4,72	168,39
4410	-4610,53	123,70	-6298,23	-1,40	-3,74	168,35
4411	-4738,12	149,97	-6298,69	-1,11	-2,45	168,29
4501	-4495,45	1557,25	-2964,20	-0,70	-2,27	167,53
4502	-4434,16	1154,17	-3061,41	-1,03	-2,49	167,89
4503	-4586,02	1074,12	-2965,57	-1,03	-2,25	167,91
4504	-4528,06	696,77	-3057,93	-1,39	-2,39	168,11
4505	-4681,03	601,55	-2963,22	-1,45	-2,24	168,22
4506	-4623,89	208,76	-3057,02	-1,71	-2,39	168,44
5001	-4887,58	-55,43	-2749,48	-0,10	0,10	-0,14
5002	-4876,98	-62,48	-6532,62	-0,01	0,12	-0,22
5011	-4883,49	212,97	-2743,69	-0,08	0,15	-0,13
5012	-4872,87	210,99	-6533,46	0,13	0,15	-0,29
5021	-4616,68	1602,42	-2717,97	0,18	0,07	-0,11
5022	-4602,88	1591,75	-6592,79	0,20	-0,01	-0,31
5031	-4522,48	1854,89	-2729,09	0,15	0,25	-0,13
5032	-4498,06	1868,45	-6581,84	0,16	0,05	-0,31

3.4.3 Results for session 2 after best fit transformation on session 1

In order to analyse the EMCAL module frame deformations independently from the position of the frame on the CAL-Frame a best-fit transformation has been calculated.

Measured points of session 2 have been transformed (rotation and translation only) on session 1 using the four corner points as identical points: 1101, 4111, 4201 and 4211.

Remaining coordinate differences after the transformation are shown below.

Session 2: 30.07.2007				D = session 2 - session 1		
Name	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	DX (mm)	DY (mm)	DZ (mm)
4101	-4551,45	1642,72	-3068,62	-0,16	0,17	-0,52
4102	-4445,18	1622,02	-3068,11	-0,20	-0,37	-0,41
4103	-4343,95	1598,49	-3067,74	-0,30	-0,50	-0,44

4104	-4333,37	1595,49	-3076,64	-0,27	-0,51	-0,38
4105	-4330,51	1592,40	-3903,50	-0,39	-2,16	-0,45
4106	-4327,03	1589,52	-4828,92	-0,49	-3,64	-0,51
4107	-4323,92	1590,08	-5575,95	-0,21	-2,87	-0,56
4108	-4321,30	1587,71	-6443,92	-0,02	-1,02	-0,58
4109	-4328,87	1591,01	-6468,46	0,04	-0,90	-0,60
4110	-4438,99	1616,74	-6468,87	0,19	-0,41	-0,58
4111	-4540,53	1636,02	-6469,17	0,28	0,42	-0,53
4201	-4842,09	150,60	-3066,15	0,07	-0,63	0,51
4202	-4744,69	130,58	-3065,83	0,01	-0,65	0,53
4203	-4632,03	109,21	-3065,26	0,41	-0,47	0,67
4204	-4621,37	112,00	-3092,02	0,17	-0,64	0,60
4205	-4619,24	109,20	-3951,54	0,19	-0,15	0,50
4206	-4616,44	109,57	-4846,00	-0,02	-0,13	0,49
4207	-4614,30	107,91	-5630,46	-0,16	-0,24	0,43
4208	-4612,08	105,81	-6440,82	-0,58	-1,84	0,46
4209	-4621,00	104,98	-6466,26	-0,56	-1,81	0,42
4210	-4733,43	127,90	-6466,58	-0,34	-0,83	0,47
4211	-4832,15	146,01	-6466,83	-0,19	0,04	0,54
4301	-4490,66	1604,90	-3068,26	-0,24	-0,16	-0,46
4302	-4341,21	1575,03	-3067,70	-0,34	-0,47	-0,46
4303	-4204,87	1548,19	-3067,14	-0,29	-0,34	-0,44
4304	-4176,89	1541,96	-3095,63	-0,28	-0,33	-0,38
4308	-4172,00	1535,68	-6454,62	-0,13	-1,17	-0,55
4309	-4191,33	1539,63	-6467,94	-0,12	-1,07	-0,59
4310	-4309,87	1563,01	-6468,42	-0,24	-0,99	-0,64
4311	-4455,60	1592,37	-6468,93	0,07	-0,31	-0,61
4401	-4770,98	161,83	-3065,78	0,12	-0,64	0,56
4402	-4624,38	132,17	-3065,26	-0,13	-2,35	0,64
4403	-4485,62	106,82	-3064,95	0,17	-0,53	0,52
4404	-4456,24	103,50	-3094,75	0,37	0,01	-0,65
4408	-4453,05	94,54	-6451,31	-0,56	-2,75	0,43
4409	-4473,48	99,08	-6465,73	-0,58	-2,76	0,41
4410	-4609,53	125,51	-6466,17	-0,40	-1,92	0,41
4411	-4737,15	151,66	-6466,60	-0,13	-0,76	0,38
4501	-4494,99	1559,11	-3132,15	-0,25	-0,41	-0,41
4502	-4433,33	1156,10	-3229,38	-0,20	-0,57	-0,08
4503	-4585,08	1075,89	-3133,50	-0,09	-0,48	-0,02
4504	-4526,77	698,60	-3225,89	-0,10	-0,57	0,16
4505	-4679,62	603,22	-3131,13	-0,03	-0,56	0,31
4506	-4622,11	210,49	-3224,96	0,08	-0,65	0,50
5001	-4885,45	-53,97	-2917,36	2,03	1,56	-168,01
5002	-4875,86	-60,93	-6700,49	1,11	1,67	-168,09
5011	-4881,63	214,43	-2911,56	1,78	1,61	-168,00
5012	-4872,02	212,55	-6701,33	0,98	1,71	-168,17
5021	-4616,20	1604,15	-2885,88	0,66	1,80	-168,02
5022	-4603,44	1593,58	-6760,71	-0,36	1,82	-168,22
5031	-4522,26	1856,72	-2897,02	0,37	2,07	-168,06
5032	-4498,89	1870,38	-6749,78	-0,67	1,98	-168,25

4. CONCLUSION

In conclusion we can say that the test has been passed in both places where it was set on the SuperModule.

In particular position at 0° full charged the maximum deformation undergone is of 1.19 mm in point 2105 but in general the deformation values are between 0.05 and 0.65 mm.

In a 10° position in the Y axis could not be accurately assessed only is the X and Z axes where deformations are recorded between 0.6 and 0.01 mm.