



Regione Siciliana

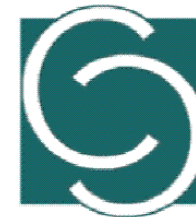
AISHa

Advanced Ion Source for Hadrontherapy

L.Celona

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare- Laboratori Nazionali del Sud

LNS review 2 July 2015



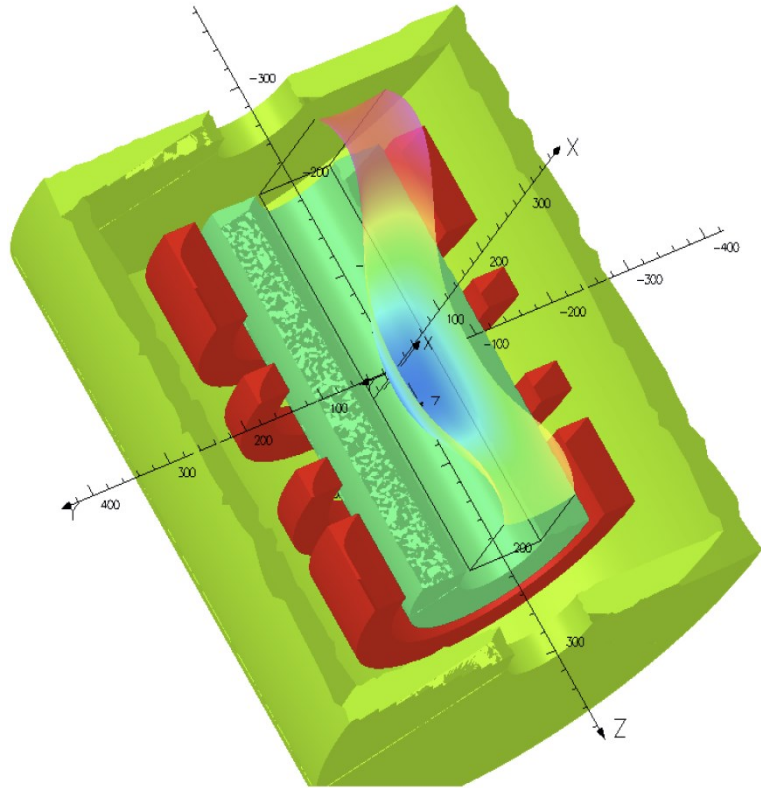


AISHA

Advanced Ion Source for HAdrontherapy

AISHA is a hybrid ECRIS: the radial confining field is obtained by means of a permanent magnet hexapole, while the axial field is obtained with a **Helium-free superconducting system**.

The **operating frequency of 18 GHz will permit** to maximize the plasma density by employing commercial microwave tubes meeting the **needs of the installation in hospital** environments.



Radial field	1.3 T
Axial field	2.7 T - 0.4 T - 1.6 T
Operating frequencies	18 GHz – 21 GHz
Max. operating power	1.5 + 1.5 kW
Extraction voltage	40 kV
Ext. diameter/length/weight	900mm/1000mm/700kg
LHe	Free





AISHA

Advanced Ion Source for HAdrontherapy

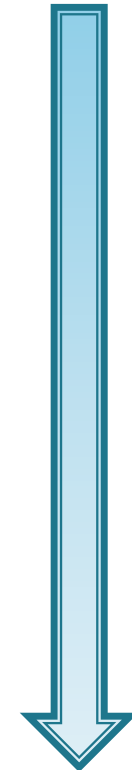
- The set of four superconducting coils independently energized realize a *flexible magnetic trap*, which is fundamental to study alternative heating schemes based on Bernstein waves excitation and heating in sub-harmonics.
- The use of a *broadband microwave generator* able to provide signal with complex spectrum content, will permit to efficiently tune the frequency increasing the electron density and therefore the performance in terms of current and average charge state produced.
- The chamber dimension and the injection system are designed in order to *optimize the microwave coupling* to the plasma chamber taking into account the need of space to house the *oven for metallic ion* beam production.
- An adequate study of the *extraction system* has been carried out taking into account the production of high current and high charge states.



Expected currents

Ion beam production (eμA)

Ion	Supernanogan (14 GHz)	AISHa (18 GHz + TFH)
H ⁺	2000	4000
H ₂ ⁺	1200	2000
H ₃ ⁺	1000	1500
³ He ⁺	800	2000
¹² C ⁴⁺	250	800
⁶ Li ²⁺ - ⁷ Li ²⁺	//	800
¹⁰ B ³⁺ - ¹¹ B ³⁺	//	600
¹⁸ O ⁶⁺	400	1000
²¹ Ne ⁷⁺	120	500
³⁶ Ar ¹²⁺	20	150



CNAO supernanogun



Ions	Current (request) [μA]	Current (avail.) [μA]	After improvements by INFN-LNS [μA]	Emittance (request) π mm.mrad	Emittance (new extractor) π mm.mrad	Stability [99.8%]
C ⁴⁺	200	200	250	0.75	0.56	36 h
H ₂ ⁺	1000	1000		0.75	0.42	2 h
H ₃ ⁺	700	600	1000	0.75	0.67	8 h
He ⁺	500	500		0.75	0.60	2 h

Significant improvements have been provided by INFN-LNS: frequency tuning effect, gas control, extractor reliability, etc.

A safer choice, commercial option, we adopted for CNAO: short time available.



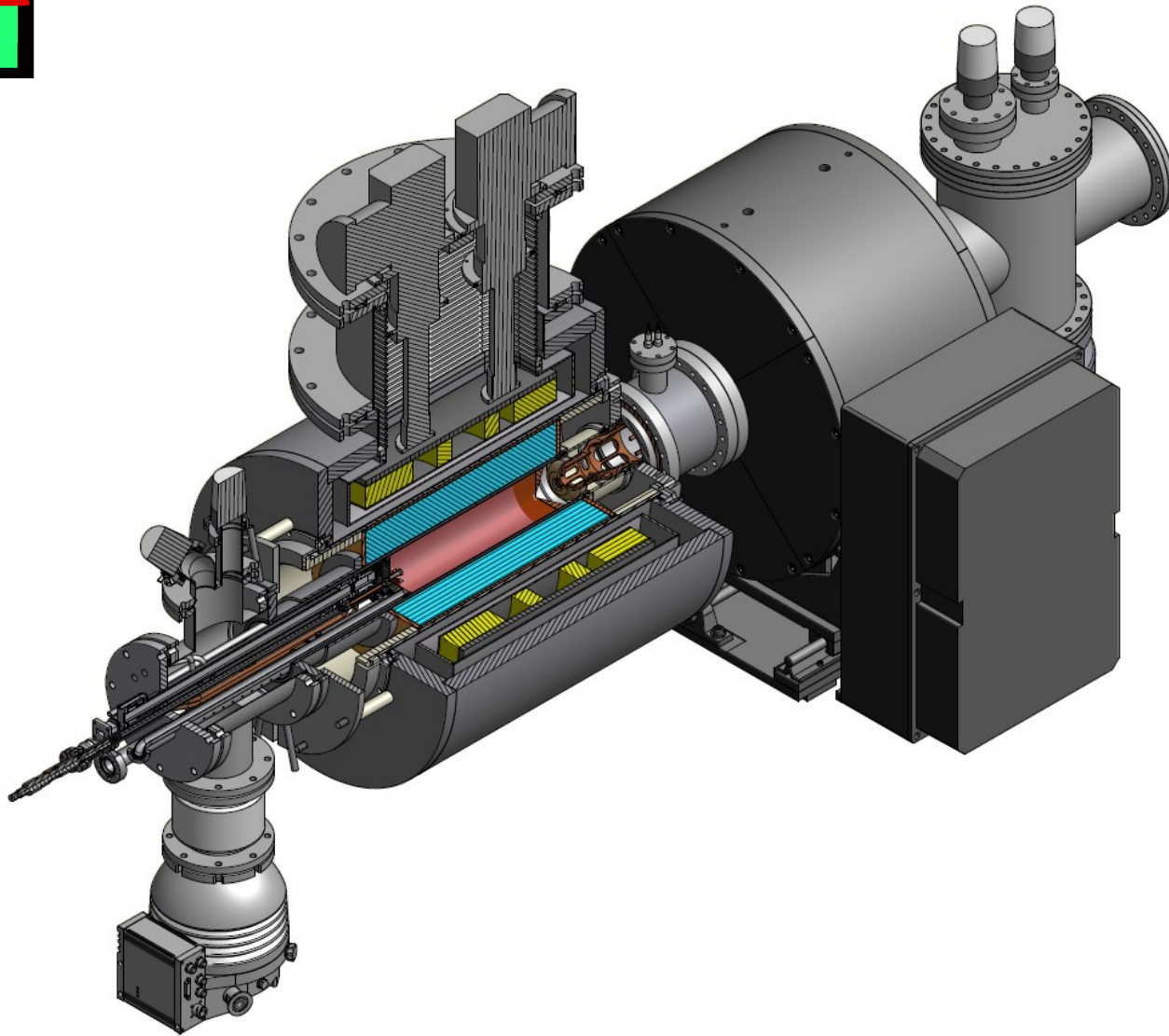


Supernanogun pro/cons

- Very simple source with just a few parameters to set, important for installation in hospital environment.
- Currents limited by the limited power sustainable and from the rigid magnetic field structure.
- Lack of space in extraction to further optimize the extraction system
- Metal beams not available



AISHa render view

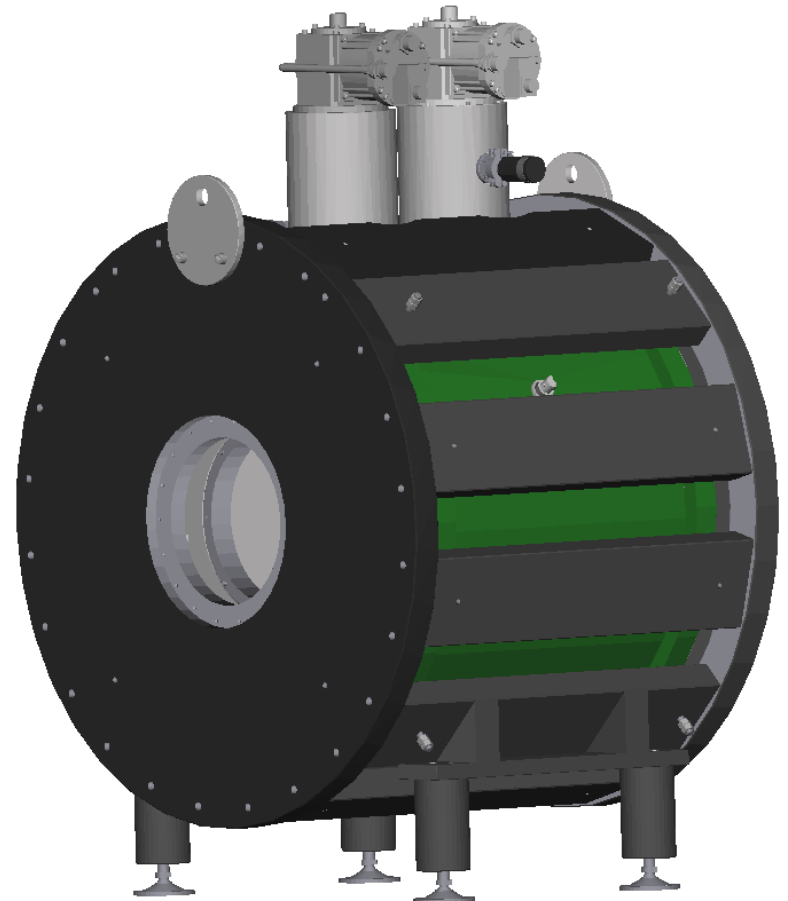
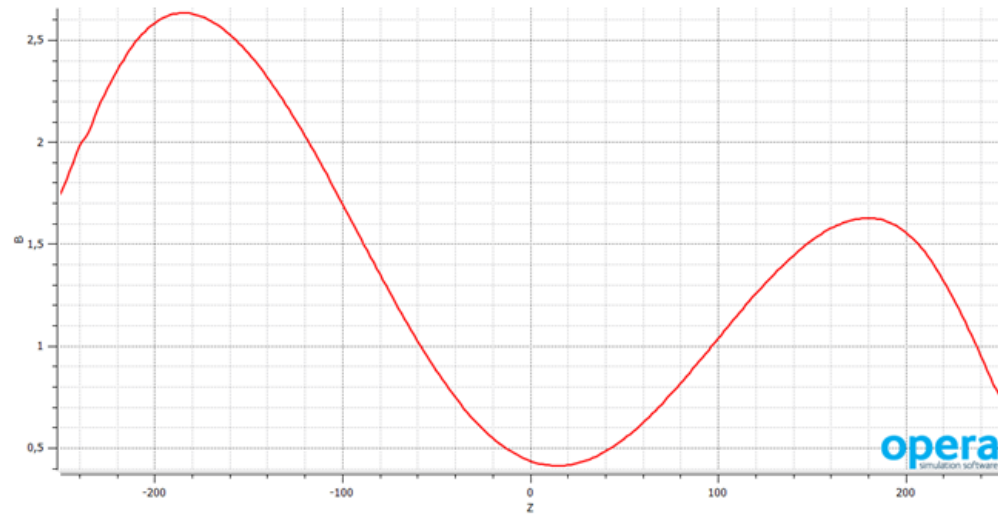




AISHA Technical challenges

- First LHe free high performance ECR ion source
- Compact source design with higher degree of freedom with respect to SERSE (4 solenoids). Forces minimization inside the cryostat.
- Compact permanent magnet hexapole with new VAC compounds permits to achieve 1.3 T at plasma chamber wall
- DEMAGNETIZATION issues:
 - Fields generated by SC coils can cause a local demagnetization of the hexapole. Avoided with grain boundary diffusion process!
 - Temperature of external part of plasma chamber MUST be kept low to avoid demagnetization
- LONG TERM AVAILABILITY and low MTTR.

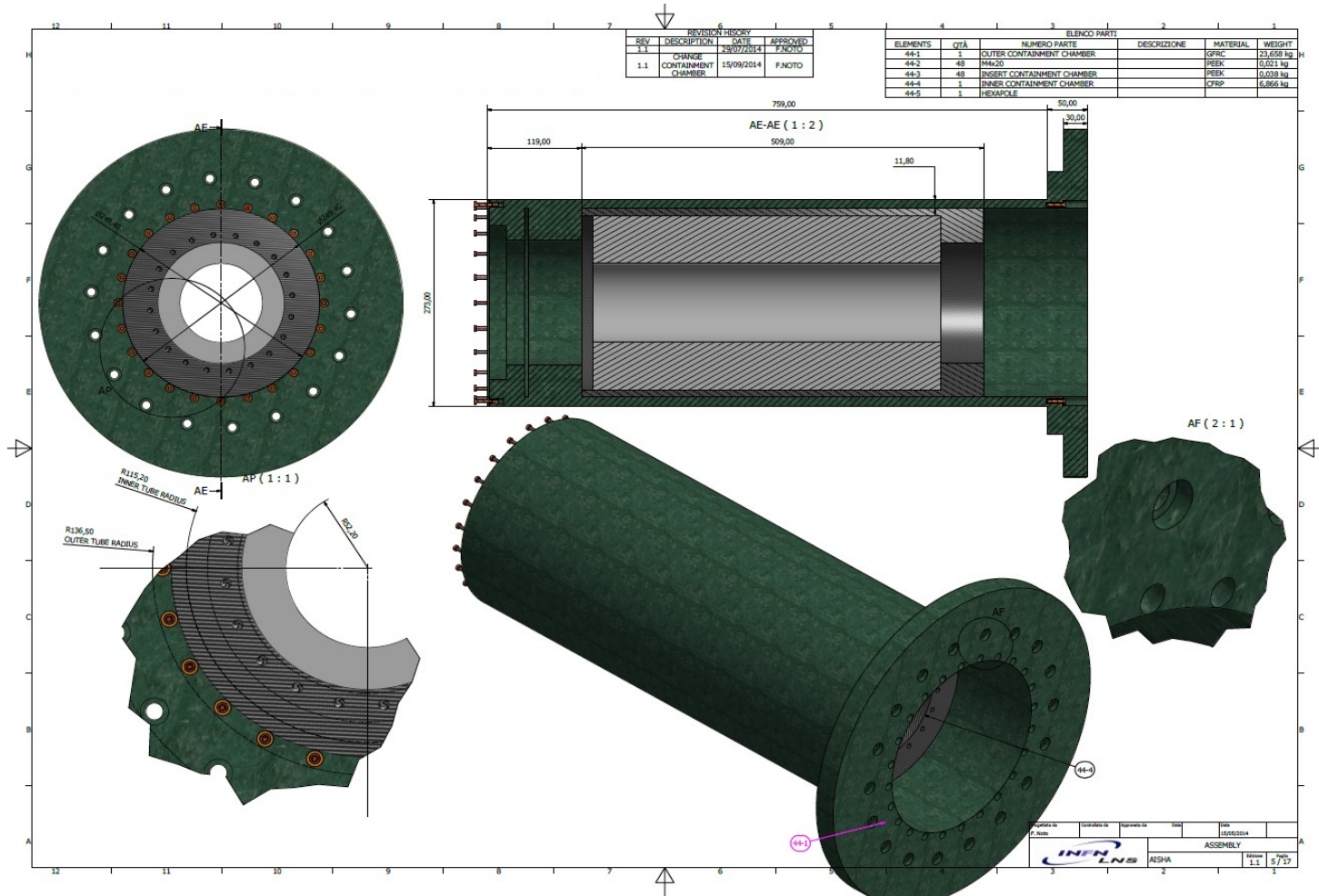
SC magnetic system assembly



	INJECTION	MEDIUM 1	MEDIUM 2	EXTRACTION
Inner radius	170 mm	170 mm	170 mm	170 mm
Outer radius	275,4 mm	210,1 mm	210,1 mm	228,4 mm
Length	42,4 mm	40 mm	40 mm	42,4 mm
Current density	220 A/mm ²	-220 A/mm ²	-180 A/mm ²	210 A/mm ²

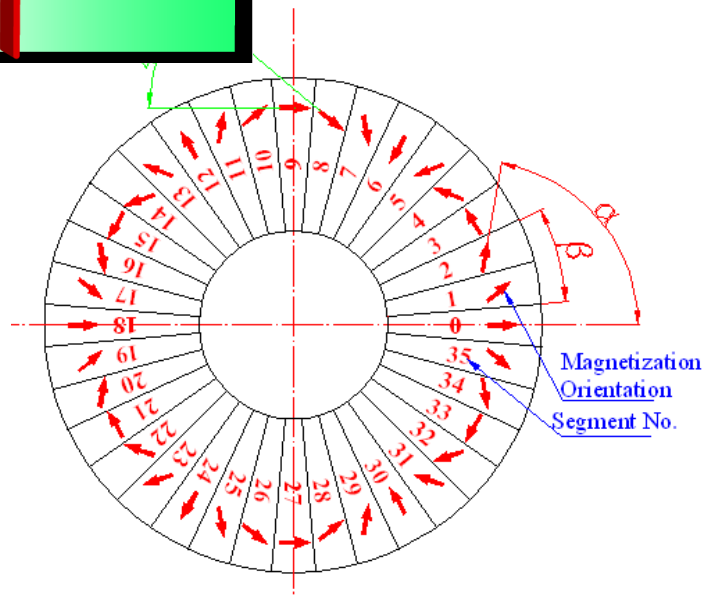


Hexapole integration

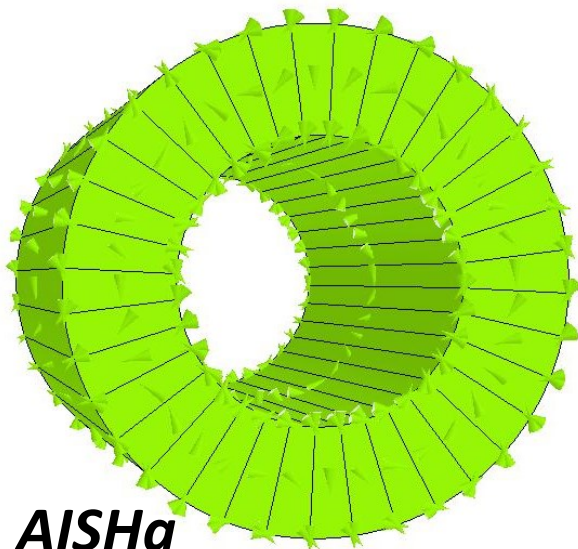




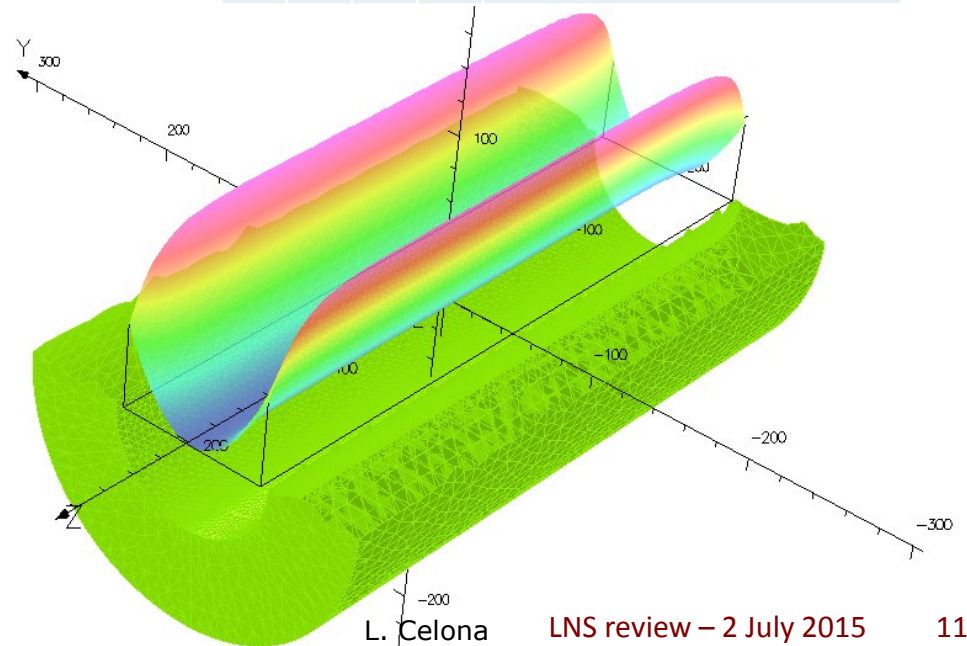
Radial magnetic confinement



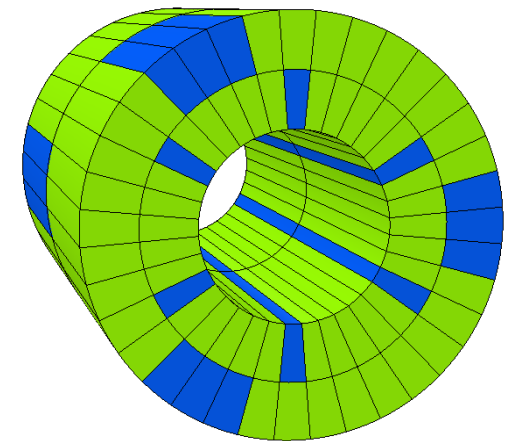
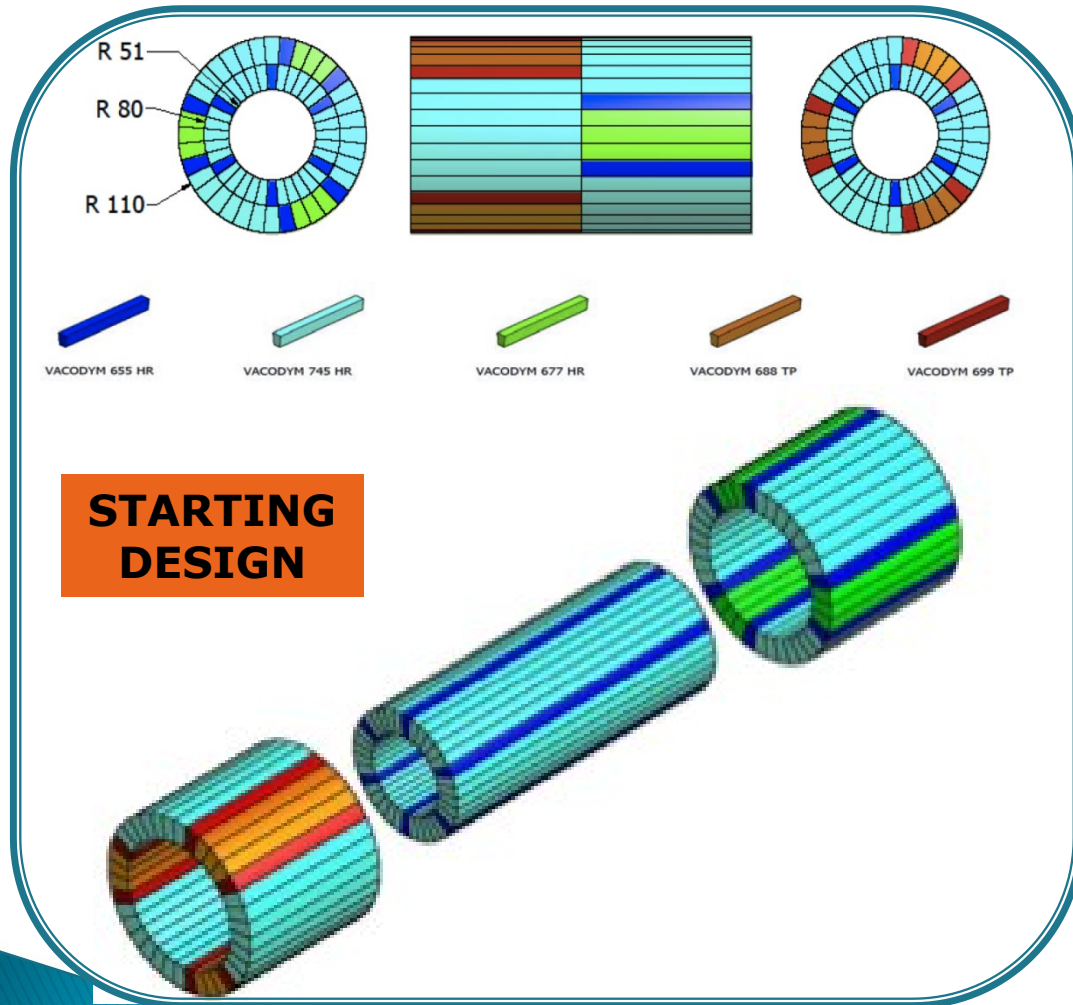
Sector				Magnetization angle
0	9	18	27	0
1	10	19	28	40
2	11	20	29	80
3	12	21	30	120
4	13	22	31	160
5	14	23	32	200
6	15	24	33	240
7	16	25	34	280
8	17	26	35	320



AISHa



Hexapole configuration

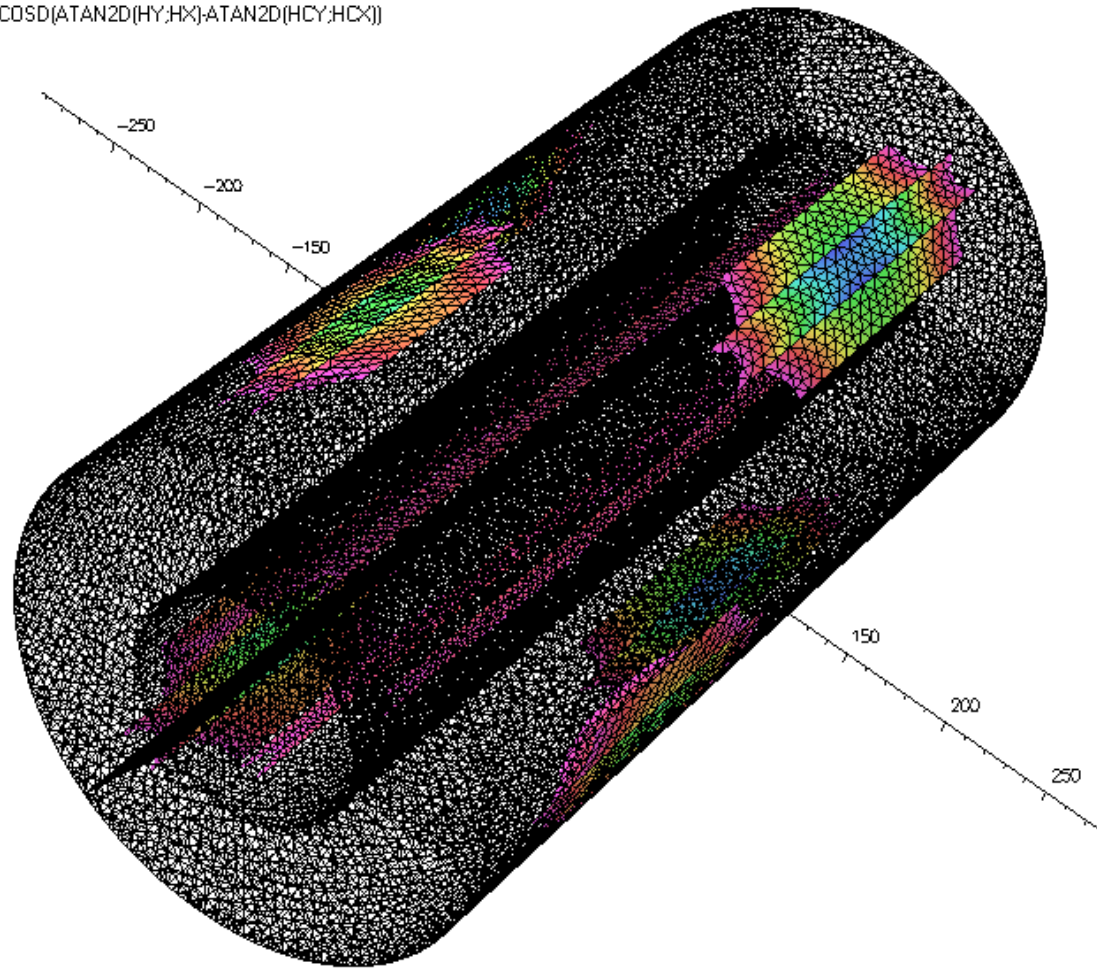
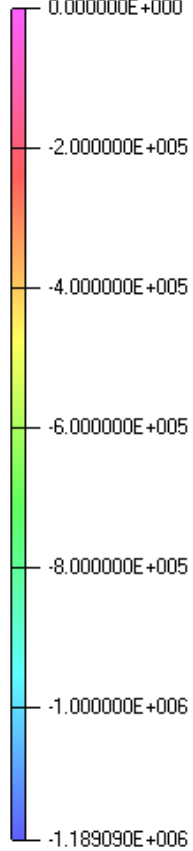


Only 2 materials needed after cold dimension optimization and adoption of the grain boundary diffusion (Tb) process!



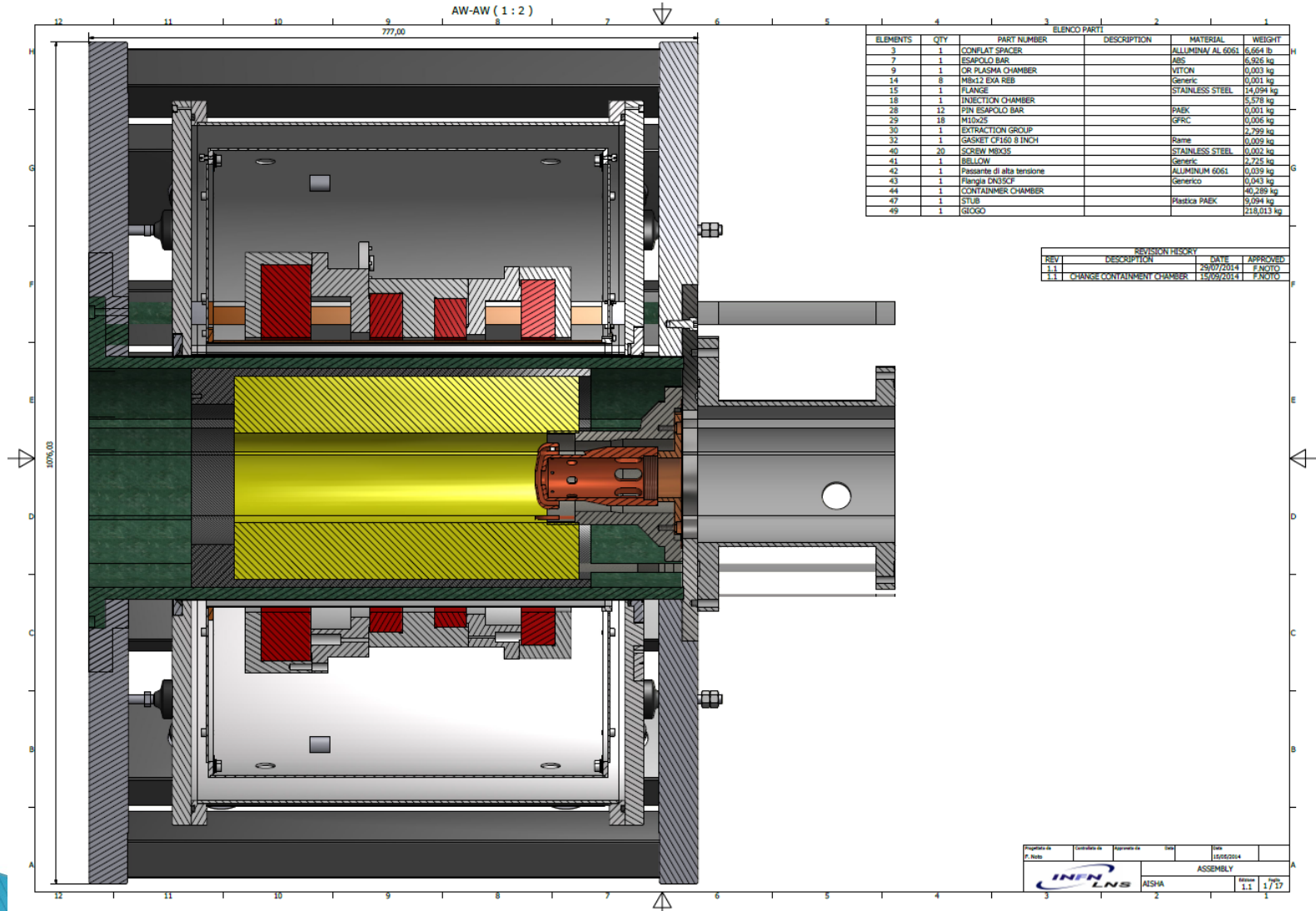
Demagnetization using normal VAC 745 HR

Surface contours: $1.1E6 \cdot \sqrt{HX^2 + HY^2} \cdot \cos(\text{ATAN2D}(HY;HX) - \text{ATAN2D}(HCY;HCX))$



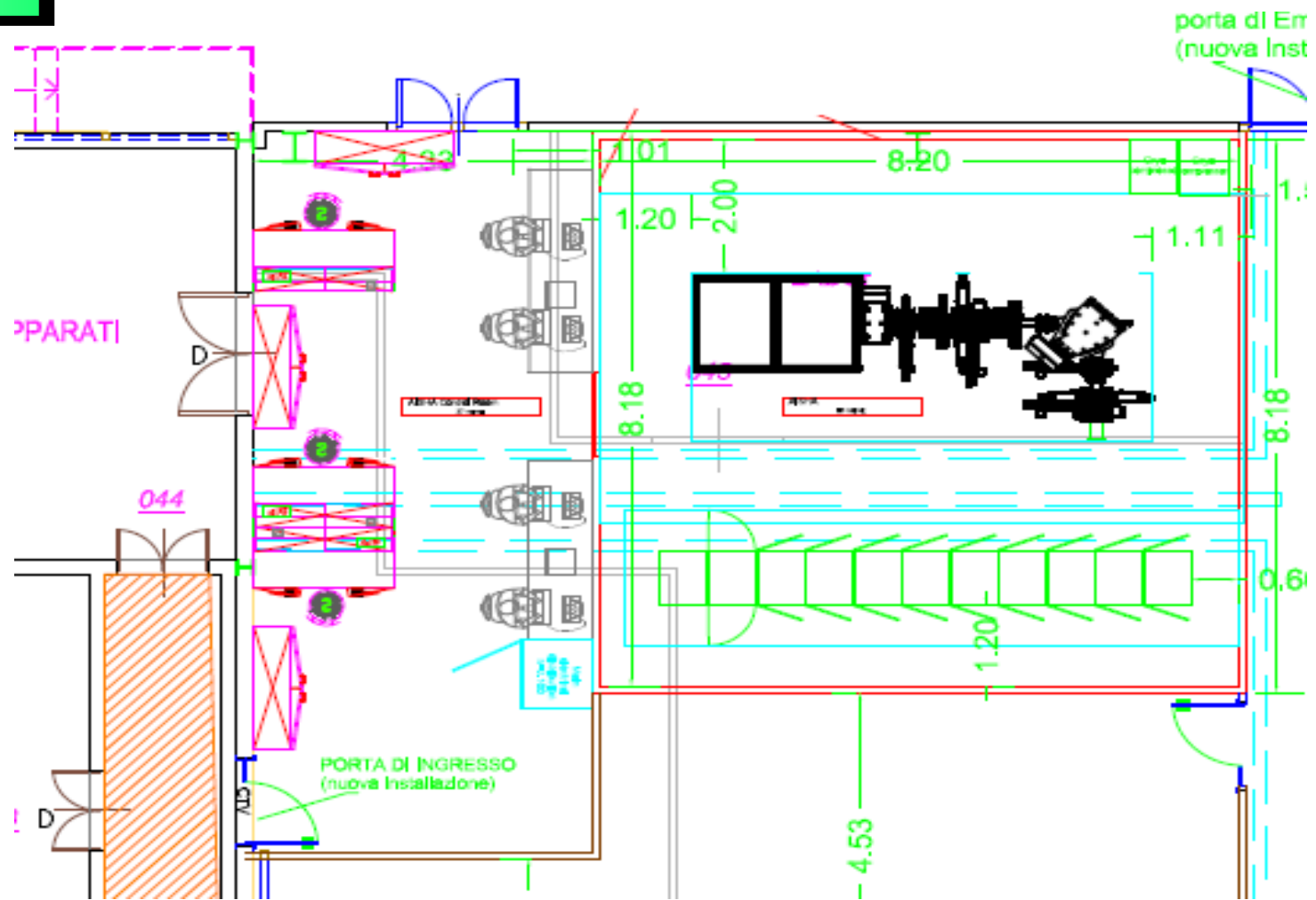


Cold mass with hexapole and extraction electrodes





AISHa room @ INFN-LNS





Status AISHa: main activities

- Call for tender for magnetic system done: SC magnetic system under construction. PM magnetic system under construction.
- Microwave generators under construction. New solutions envisaged. CPI realized the new amplifiers for AISHa (just shipped).
- LLRF and microwave branching devices already available.
- Site preparation in progress at INFN-LNS
- SAT hexapole scheduled for July
- SAT SC magnets scheduled for September with relative hexapole integration
- Source and LEPT mechanical parts under construction
- LEPT solenoid and dipole expected for September.



The AISHa framework

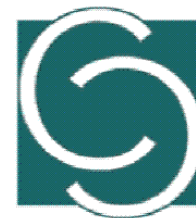
RELAZIONE SULLO STATO DEL PROGRAMMA DI INVESTIMENTI PO. FESR 2007-2013 - Sicilia - Linea di Intervento 4.1.1.1

Protocollo: 1157

DATI PROGETTO

Titolo	AISHa Advanced Ion Source for Hadrontherapy		
Costo del progetto	€ 4.995.000,00	Contributo richiesto	€ 3.400.000,00
Area tematica	Salute e scienze della vita (comprese le biotecnologie d'ambito)		

Partners	REQUESTS		ALLOWED	
HITEC2000 srl	752.400,00	22,0%	719.377,95	23,3%
UNICO srl	745.800,00	21,8%	694.235,87	22,5%
C3SL srl	435.600,00	12,7%	395.703,35	12,8%
INFN/LNS	1.484.240,00	43,4%	1.279.611,39	41,4%
TOTAL	3.418.040,00	100%	3.088.928,56	100%





Planning iniziale

N.	Tipologia attività	Titolo della fase di lavoro	Mesi Uomo DIP	Mesi Uomo EST	Mese di inizio	Mese di fine
OR1	■ Ricerca Fondamentale	Progetto concettuale			00	10
	■ Ricerca Industriale		10	15		
	■ Sviluppo Sperimentale		11	2		
OR2	■ Ricerca Fondamentale	Progetto Microonde	20	13	01	27
	■ Ricerca Industriale		14	18		
	□ Sviluppo Sperimentale		11	4		
OR3	□ Ricerca Fondamentale	Progetto Tecnico			7	17
	■ Ricerca Industriale		9	14		
	■ Sviluppo Sperimentale		28	25		
OR4	□ Ricerca Fondamentale	Verifiche e Simulazioni			10	18
	■ Ricerca Industriale		20	15		
	■ Sviluppo Sperimentale		26	24		
OR5	□ Ricerca Fondamentale	Prototipo			14	26
	■ Ricerca Industriale		10	15		
	■ Sviluppo Sperimentale		42	32		
OR6	□ Ricerca Fondamentale	Caratterizzazione	16	12	24	30
	■ Ricerca Industriale		20	16		
	■ Sviluppo Sperimentale		23	18		
OR7	□ Ricerca Fondamentale	Gestione disseminazione progetto e trasferimento			00	30
	■ Ricerca Industriale		4	2		
	■ Sviluppo Sperimentale		7	4		
	■ Ricerca Fondamentale	TOTALE	36	25		30
	■ Ricerca Industriale		187	95		
	■ Sviluppo Sperimentale		148	109		



Obiettivi realizzativi

Progetto concettuale

OR.1

- FL 1.1 Studio di base per la scelta della tipologia di sorgente
- FL 1.2 Calcolo del profilo di campo magnetico
- FL 1.3 Studio e simulazioni della camera del plasma
- FL 1.4 Studio e simulazioni del sistema di iniezione
- FL 1.5 Studio e simulazioni del sistema d'estrazione
- FL 1.6 Studio di base della LEBT
- FL 1.7 Calcolo della dinamica dei fasci
- FL 1.8 Definizione degli elementi magnetici
- FL 1.9 Studio di base del sistema di diagnostica
- FL 1.10 Studio del sistema di controllo e supervisione
- FL 1.11 Definizione del sistema di pompaggio

Progetto sistema a microonde

OR.2

- FL 2.1 Studio di un sistema a microonde per la generazione di plasmi
- FL 2.2 Progettazione di un sistema a microonde a larga banda
- FL 2.3 Definizione delle specifiche tecniche
- FL 2.4 Identificazione dei possibili interlocutori industriali
- FL 2.5 Costruzione del sistema a microonde
- FL 2.6 Caratterizzazione e tests su carichi accoppiati
- FL 2.7 Caratterizzazione e tests su sorgenti esistenti

Progetto tecnico

OR.3

- FL 3.1 Progettazione della sorgente AISHA
- FL 3.2 Scelta dei materiali
- FL 3.3 Progettazione della camera del plasma
- FL 3.4 Progettazione del sistema d'iniezione
- FL 3.5 Progettazione del sistema d'estrazione
- FL 3.6 Progettazione della LEBT
- FL 3.7 Progettazione degli elementi di diagnostica
- FL 3.8 Progettazione del sistema di controllo e supervisione

Verifiche e simulazioni finali

OR.4

- FL 4.1 Simulazioni dei campi elettromagnetici
- FL 4.2 Simulazioni dei campi elettrostatici
- FL 4.3 Simulazioni degli stress del campo magnetostatico
- FL 4.4 Simulazioni dei comportamenti meccanici
- FL 4.5 Simulazioni termiche e di dissipazione
- FL 4.6 Simulazione sistema di controllo e supervisione
- FL 4.7 Simulazione sistema di diagnostica
- FL 4.8 Verifiche globali
- FL 4.9 Progettazione definitiva

Prototipo

OR.5

- FL 5.1 Redazione delle specifiche costruttive
- FL 5.2 Redazione delle specifiche dei componenti
- FL 5.3 Scelta finale dei componenti
- FL 5.4 Ricerca di mercato su materiali e componenti
- FL 5.5 Acquisizione dei materiali e dei diversi componenti
- FL 5.6 Preparazione del sito
- FL 5.7 Costruzione del sistema magnetico di confinamento radiale
- FL 5.8 Costruzione del sistema magnetico di confinamento assiale
- FL 5.9 Assemblaggio del sistema magnetico completo
- FL 5.10 Costruzione dei diversi componenti meccanici
- FL 5.11 Installazione della sorgente
- FL 5.12 Accoppiamento del sistema a microonde con la sorgente
- FL 5.13 Assemblaggio dei componenti della LEBT
- FL 5.14 Installazione della LEBT
- FL 5.15 Cablaggio e collegamenti vari
- FL 5.16 Realizzazione del sistema di controllo e supervisione
- FL 5.17 Messa a punto e start-up

Commissioning e caratterizzazione

OR.6

- FL 6.1 Commissioning dei sottosistemi
- FL 6.2 Commissioning della sorgente
- FL 6.3 Commissioning della LEBT
- FL 6.4 Ottimizzazione del sistema di estrazione dei fasci
- FL 6.5 Massimizzazione della densità elettronica
- FL 6.6 Caratterizzazione ioni d'interesse
- FL 6.7 Test di produzione fasci di ioni a lunga durata
- FL 6.8 Misure d'emittanza



Tabella ripartizione costi fornita alla GE il 03/2013

Tabella di ripartizione dei costi di AISHa

Totale contributo AISHa 1.279.611,39

personale AISHa	Costo	Costi Totali	Capitoli	Costi primi 12 m	Costi mesi 12-24	Costo Mesi 24-30
art 2222	243.434,00		140220	97.374	97.374	48.687
art 15 ctr livello VI 39.013,55	97.533,90		120310	39.014	39.014	19.507
art 23 tecn liv III 47.840,56	119.601,60		120310	47.841	47.841	23.920
art 23 tecn liv III	60.480,00		210220		30.240	30.240
personale totale a tempo determinato		521.049,50		184.228	214.468	122.354
MATERIE PRIME	484.000,00					
		375.100,00	520110	290.400	84.700	0
		108.900,00	139910	13.649	70.000	25.251
SPESE GENERALI	181.500,00					
		21.419,42	139910	8.568	8.568	4.284
		103.713,94	149940			103.714
		56.366,64	121405	15.000	25.000	16.367
		93.061,89	104100	93.062		
totale contributo AISHa		1.279.611,39		604.906	402.736	271.969
					1.279.611,39	

IL Responsabile Scientifico del Progetto AISHA



Proroga



Unione Europea
REPUBBLICA ITALIANA
Regione Siciliana

Assessorato delle Attività Produttive
Dipartimento delle Attività Produttive

Servizi 3 Interventi per l'Innovazione Tecnologica e la Ricerca



Palermo Prot. n. 35759 del 30/06/2015

Allegati n. _____

OGGETTO: PO FESR 2007/2013- 4111 II Bando capofila Hitce 2000. Progetto n. 1157 proroga

Trasmessa solo via mail

Banca Nuova s.p.a
Via Giacomo Cusmano, 56
90141 Palermo

Con riferimento alla nota prot. n. BN/0148 del 26/05/2015 si condivide l'avviso di codesto O.I. circa la concessione di una proroga al 30/12/2015 del termine di ultimazione del programma di investimento di cui in oggetto in aderenza alla nota n. 1383 del 13/02/2014 – Ministero dello Sviluppo Economico-Dipartimento per lo Sviluppo e la Coesione Economica.





Attività LNS

1) **Progettazione Meccanica**

Divisione Tecnica – Servizio Attività generali, tecniche e magazzino

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto Progettazione Meccanica

Divisione Acceleratori – Servizio Produzione Fasci ionici

Divisione Acceleratori – Servizio Gestione e manutenzione- Reparto Dispositivi meccanici

Divisione Acceleratori – Servizio sviluppo nuove tecniche di accelerazione

2) **Radiofrequenza**

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto Radiofrequenza

Divisione Acceleratori – Servizio sviluppo nuove tecniche di accelerazione

3) **Preparazione area e servizi**

Divisione Acceleratori – Servizio Produzione Fasci ionici

Divisione Tecnica – Servizio Operazione e Manutenzione – (Reparto Edilizia – Reparto Impianti)

Divisione Tecnica – Servizio Attività generali, tecniche e magazzino

4) **Alimentatori**

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto convertitori di potenza

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto elettronica, diag., autom.

5 **Controlli**

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto Sistemi informatici

Divisione Acceleratori – Servizio Produzione Fasci ionici

6) **Assemblaggi e Installazione**

Divisione Acceleratori – Servizio Gestione e manutenzione - Reparto Dispositivi meccanici

Divisione Acceleratori – Servizio Gestione e manutenzione - Reparto Linee di Fascio

Divisione Ricerca – Servizio Utenti – Reparto Gestione e manutenzione apparati sperimentali

Divisione Acceleratori – Servizio Produzione Fasci ionici

Divisione Tecnica – Servizio Officina Meccanica e Saldatura

Divisione Tecnica – Servizio Operazione e Manutenzione-Reparto Impianti tecnologici

7) **Criogenia**

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto Criogenia

8) **Diagnostica**

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto elettronica, diag., autom.

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto Progettazione Meccanica

Divisione Acceleratori – Servizio tecnologie per gli acceleratori – Reparto Sistemi informatici

Divisione Acceleratori – Servizio Gestione e manutenzione - Reparto Dispositivi meccanici

Divisione Acceleratori – Servizio sviluppo nuove tecniche di accelerazione

9) **Licensing**

Divisione Acceleratori – Servizio sviluppo nuove tecniche di accelerazione
Servizio di radioprotezione



LNS Budget

	OR1		OR2		OR3	OR4	OR5	OR6	OR7	TOTALE RI	TOTALE RB
	RI	RB	RB	RI	RI	RI	RI	RI	RI		
PERSONALE DIPENDENTE RICERCATORE	156.373,25	27.085,24	98.177,12	53.131,80	20.500,88	32.956,60	44.626,46	168.478,10	37.568,27	513.635,36	125.262,36
PERSONALE DIPENDENTE TECNICO	0,00	0,00	88.063,47	0,00	62.644,06	37.723,75	64.385,69	71.646,07	0,00	236.399,57	88.063,47
PERSONALE NON DIPENDENTE			23.011,45		17.500,00	17.500,00				35.000,00	23.011,45
CONSULENZE											
ALTRI COSTI	34.963,32					365.036,68				400.000,00	
SPESE GENERALI										150.000,00	
	191.336,57	27.085,24	209.252,04	53.131,80	100.644,94	453.217,03	109.012,15	240.124,17	37.568,27	1.335.034,93	236.337,28
	218.421,81		262.383,84							1.571.372,21	



LNS Budget

FIGURA PROFESSIONALE/DIPENDENTE	COSTO ORARIO PREVISTO	N. ORE PREVISTE	COSTO TOTALE PREVISTO	TAGLIO	ORE AMMESSE	ORE RI	ORE RB	COSTO AMMESSO	ORE AMMESSE/SIMULATE	ORE RI	ORE RB	TOTALE ORE RENDICONTATE	RB ORE RENDICONTATE	RI ORE RENDICONTATE	PERSONALE INFN DIPENDENTE
Dir. Ric. Esperto in Adroterapia	76	756	57.456,00	12%	665	665	0	50.540,00	665	665	0	665	665	0	Cuttone Giacomo
Dir. Ric. Esperto in Sorgenti di Ioni	61	1512	92.232,00	12%	1331	1109	222	81.191,00	1331	829	502	1331	829	502	Gammino Santo
Dir. Ric. Esperto in microonde	47	1890	88.830,00	12%	1663	776	887	78.161,00	1663	1478	185	1663	1478	185	Celona Luigi
Tecnologo Liv. III	39	1134	44.226,00	12%	998	998	0	38.922,00	998	998	0	998	998	0	Schillaci Gaetano
Dir. Tecnologo esperto in sorgenti e coordinatore progetto	92	3780	347.760,00	38,40%	2328	1785	543	214.176,00							art. 2222 (CELONA)
									712	712	0	157	157	0	Cuttone Giacomo
	78,12								931	931	0	931	931	0	Calabretta Luciano
	78,12								1240	589	651	1240	589	651	Finocchiaro Paolo
Tecnologo Liv. III esperto in microonde	31	3780	117.180,00	12,00%	3326	1552	1774	103.106,00							Maimone
Tecnologo Liv. III esperto in microonde	36,8								1953	1254	699	1953	1205	748	Andò Lucio
	47,91								483	341	142	483	341	142	Rifuggiato Danilo
Tecnologo Liv. III esperto in progettazione meccanica	29,74								1512	1512	0	1512	1512	0	Romano Francesco
TOTALE RICERCATORI		12852	747.684,00		10311	6885	3426	566.096,00	11488	9309	2179	10933	8705	2228	



LNS Budget

FIGURA PROFESSIONALE/DIPENDENTE	COSTO ORARIO PREVISTO	N. ORE PREVISTE	COSTO TOTALE PREVISTO	TAGLIO	ORE AMMESSE	ORE RI	ORE RB	COSTO AMMESSO	ORE AMMESSE/SIMULATE	ORE RI	ORE RB	TOTALE ORE RENDICONTATE	RB ORE RENDICONTATE	RI ORE RENDICONTATE	PERSONALE INF. DIPENDENTE
Tecnico CTER Liv. IV (Alta professionalità)	33	1134	37.422,00	12%	998	444	554	32.934,00	998	444	554	998	444	554	Marletta Salvatore
Tecnico CTER Liv. IV (Alta professionalità)	31	1134	35.154,00	12%	998	554	444	30.938,00	998	554	444	998	554	444	Chines Francesco
Tecnico CTER Liv. IV (Alta professionalità)	32	1134	36.288,00	12%	998	0	998	31.936,00	998	0	998	998	0	998	Caruso antonio
Tecnico CTER Liv. IV (Alta professionalità)	32	756	24.192,00	12%	665	443	222	21.280,00	665	443	222	665	443	222	Gallo Giuseppe
n. 4 Tecnici CTER Liv. IV	31	2646	82.026,00	12%	2328	1774	554	72.168,00	582	443	139	582	132	450	Piscopo Massimo
	31								582	443	139	582	443	139	Pulvirenti Salvatore
	31								582	443	139	582	443	139	Pagano Antonino
	31								582	443	139	582	443	139	Cafici Maurizio
n. 5 Tecnici CTER Liv. IV	26	3402	88.452,00	12%	2994	2994	0	77.844,00							
									310	310	0	310	310	0	Trovato Boagio
	26								618	618	0	618	618	0	Salamone Sebastiano
	26								308	308	0	308	308	0	Passarello Santi
	26								1512	1512	0	1512	1512	0	Noto Francesco
	26														
	26														
Tecnico CTER di laboratorio	26	3780	98.280,00	12%	3326	3326	0	86.476,00	2395	2395	0	2302	2302	0	Pastore Giuseppe
TOTALE TECNICI		13986	401.814,00		12307	9535	2772	353.576,00	11130	8356	2774	11037	7952	3085	
TOTALI		26838	€ 1.149.498,00		22618	16420	6198	€ 919.672,00	22618	17665	4953	21970	16657	5313	



LNS Budget

FIGURA PROFESSIONALE/DIPENDENTE	COSTO ORARIO PREVISTO	N. ORE PREVISTE	COSTO TOTALE PREVISTO	TAGLIO	ORE AMMESSE	ORE RI	ORE RB	COSTO AMMESSO	ORE AMMESSE/SIMULATE	ORE RI	ORE RB	TOTALE ORE RENDICONTATE	RB ORE RENDICONTATE	RI ORE RENDICONTATE	PERSONALE INFN DIPENDENTE
Ric. /Ass. Assegnista di ricerca esperto inplasm/ NON DIPENDENTE	16	3780	60480		3780			60480							
									1512	1008	504	1512	841	671	Dario Nicolosi
									1512	1008	504	1512	829	683	Ornella Leonardi
									3024			3024	1670	1354	
coll. Amm.vo - funzionalità organizzativa/attività di rendicontazione /tempo determinato															
Carolina Rapicavoli															



Sintesi

- Il progetto AISHa sta permettendo la realizzazione di una sorgente molto performante con un cofinanziamento dell'ente di soli 250 k€. Le spese di personale, NRE sono state totalmente a carico dei fondi POR FESR.
- Personale: 3 Art.23, 2 Ass.Ric, 1 CTER, 1 Coll. Amm.
- Le innovazioni tecnologiche introdotte in diverse parti sono importanti e con ricadute anche sulle altre sorgenti, ma il margine di rischio è ragionevolmente contenuto.