



LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

DOC-LNF-0000335

Marzo 2014

**NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE
RADIAZIONI IONIZZANTI NELLA FASE DI ESERCIZIO
DELL'ACCELERATORE SPARC**

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DELL'INFN
IL DIRETTORE

Dott. Umberto Dosselli

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'U. Dosselli', is written over the printed name.

NORME INTERNE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI IONIZZANTI NELLA FASE DI ESERCIZIO DELL'ACCELERATORE SPARC

Le presenti norme disciplinano le attività lavorative nella fase di esercizio del complesso SPARC esclusivamente per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

1. INTRODUZIONE

Il complesso SPARC è costituito da un acceleratore lineare per elettroni le cui caratteristiche massime di funzionamento sono di seguito elencate:

- Energia degli elettroni: 200 MeV
- Corrente di picco: 200 A;
- Durata dell'impulso: 10 ps;
- Frequenza di ripetizione: 10 Hz;
- Ore di funzionamento anno: 3000.

Il complesso SPARC è costituito dalle seguenti aree, la cui dislocazione è mostrata in Fig.1:

- Sala SPARC
 - Camera Pulita Laser del Cannone (Camera Laser)
 - Camera Pulita Laser di Seeding (Camera Seeding)
 - Cunicolo Accesso carrabile
- Sala Controllo SPARC
- Sala Macchine superiore (o Sala Modulatori, o sala Klystrons)
- Corridoio di Servizio sottostante la Sala Macchine SPARC o Sala Macchine inferiore (corridoio tornello).

Nella fase di esercizio dell'acceleratore, sono consentite esclusivamente le seguenti fasi di funzionamento:

- 1) Gun + laser;
- 2) acceleratore;
- 3) acceleratore + onduttore + line sperimentali;

Le linee sperimentali operative sono :

1. Linea onduttore per esperimenti di FEL (Free Electron Laser)
2. Linea DOGLEG per il test di sistemi di diagnostica per acceleratori ed esperimenti Therahertz
3. Linea Thomson per interazione elettroni laser per la realizzazione di un fascio di raggi X.

Sono in attesa di autorizzazione i seguenti esperimenti:

Sulle sezioni acceleranti del LINAC:

1. Introduzione di due sezioni acceleranti in banda C per aumento energia
2. Istanallazione di sezione auto-accelerante di tipo COMB

Sulle linee sperimentali:

3. Messa in esercizio della linea EXIN per accelerazione al plasma con iniezione esterna.
4. Realizzazione di un set-up per irraggiare con elettroni in aria al termine delle linee DOGLEG e Thomson.

L'operazione del complesso SPARC è la seguente:

1. Accensione e caratterizzazione del laser per il catodo. Questa operazione va fatta tutte le volte che si vogliono cambiare le caratteristiche del fascio in termini di carica e tempi.
2. Accensione dei modulatori e attesa dei tempi di riscaldamento dei filamenti dei klystron. Il tempo da 15 minuti (banda S) a circa 1 ora (banda C).
3. Ronda e chiusura della sala.
4. Accensione finale dei modulatori e apertura dello shutter per la generazione degli elettroni
5. Caratterizzazione del fascio in reazione all'esperimento da realizzare.

Tutte le operazioni a macchina accesa avvengono tramite sistema di controllo che garantisce tutte le operazioni da remoto.

2. SISTEMA DI SICUREZZA-EMERGENZA-SEGNALAZIONE

Nell'impianto SPARC funziona il sistema di sicurezza-emergenza-segnalazione qui descritti:

2.1 Quadri luminosi

L'impianto SPARC è dotato di quadri luminosi indicanti la fase di funzionamento della macchina: "MACCHINA SPENTA", "TENSIONE AI CONTROLLI", "ALTA TENSIONE", "ELETTRONI ACCELERATI". Tali quadri sono ubicati in: sala controllo, sala modulatori, in prossimità del sistema elettromeccanico di controllo accessi (tornello), all'interno della sala SPARC.

2.2 Lampade verdi e rosse

Nella Sala SPARC, nella Camera Pulita Laser del Cannone, nella Camera Pulita Laser di Seeding, nel Cunicolo Accesso carrabile, nella Sala Macchine e nel Corridoio di Servizio sottostante la Sala Macchine (corridoio tornello) sono installate delle lampade Verdi e rosse

- Le lampade rosse lampeggiano quando uno o più modulatori sono pronti per l'accensione dell'alta tensione e le porte di accesso alla sala dell'acceleratore sono chiuse. Sono invece accese fisse quando vi è alta tensione ad uno o più modulatori;
- Le lampade verdi sono accese nelle fasi di "macchina spenta" e "tensione ai controlli";

2.3 Lampade sui modulatori (o klystrons)

Su ciascun modulatore vi sono due lampade: una verde, accesa quando c'è tensione ai controlli ed un'altra rossa, accesa quando vi è alta tensione.

2.4 Accessi

La Sala SPARC ha un accesso principale e un accesso di servizio, entrambi comunicanti mediante percorsi a labirinto e/o scale con l'esterno.

L'apertura di una qualsiasi delle porte a spinta con maniglione antipanico, presenti lungo i labirinti di accesso:

- dalla sala SPARC verso il Cunicolo Accesso carrabile;
- dal Cunicolo Accesso carrabile verso l'esterno;
- dalla sala SPARC verso il corridoio di servizio (zona tornello), destinata all'uscita d'emergenza dalla Sala SPARC nel caso venisse a mancare l'alimentazione elettrica al sistema elettromeccanico di controllo accessi,

fa cadere "la ronda" ed impedisce il funzionamento dell'acceleratore.

Ci viene assicurato su ognuna delle porte mediante un sistema di microinterruttori montati su due linee indipendenti ciascuna costituita da due microinterruttori in serie.

In corrispondenza dell'accesso principale e' installato un sistema elettromeccanico di controllo degli accessi (tornello) comandato e controllato da lettori di schede magnetiche per l'ingresso e l'uscita.

Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso alla Sala SPARC, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda " di controllo da parte del personale operativo. Durante tale controllo si predispongono la riaccensione della macchina con il ripristino degli appositi pulsanti distribuiti razionalmente all'interno della sala dell'acceleratore. Detti pulsanti di ronda sono ripristinabili solo in sequenza. Fra il ripristino di un pulsante e di quello successivo, fra l'azionamento dell'ultimo e la chiusura della porta non deve trascorrere un tempo superiore a quello stabilito. A ronda effettuata e porte chiuse un suono di campana della durata di 30 s precederà il riavvio della macchina.

2.5 Pulsanti di emergenza

In Sala SPARC, in Camera Pulita Laser del Cannone, in Camera Pulita Laser di Seeding, nel Cunicolo Accesso Carrabile, in Sala Controllo, nella Sala Macchine, sono installati dei pulsanti di emergenza a ripristino locale che quando premuti:

- fanno cadere la ronda
- producono un segnale acustico in sala controllo
- mandano in tensione ai controlli l'acceleratore, eliminando il fascio e le alte tensioni.

La riaccensione della macchina richiede il ripristino locale del pulsante che ne ha determinato l'arresto e il ripristino della ronda.

2.6 Camera Pulita Laser del Cannone (Camera Laser)

La Camera Pulita Laser del Cannone (o Camera Laser) e' costituita da due ambienti. L'accesso viene effettuato a mezzo di porta con serratura a chiave prigioniera dotata di un sistema di microinterruttori montati su linee indipendenti. Il prelievo della chiave dalla sua sede in Sala Controllo impedira' il funzionamento dell'acceleratore. Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso alla Camera Pulita Laser del Cannone, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda locale" di controllo da parte del personale operativo. La chiusura della porta deve necessariamente avvenire entro un tempo prefissato dalla pressione dei pulsanti di ronda. Durante tale controllo si predispone la riaccensione della macchina con il ripristino degli appositi pulsanti distribuiti razionalmente all'interno della sala stessa.

2.7 Camera Pulita Laser di Seeding (Camera Seeding)

La Camera Pulita Laser di Seeding è costituita da un solo ambiente. L'accesso viene effettuato a mezzo di porta con serratura a chiave prigioniera dotata di un sistema di microinterruttori montati linee indipendenti. Il prelievo della chiave dalla sua sede in Sala Controllo impedira' il funzionamento dell'acceleratore. Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso alla Camera Pulita Laser di seeding, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda locale" di controllo da parte del personale operativo. La chiusura della porta deve necessariamente avvenire entro un tempo prefissato dalla pressione dei pulsanti di ronda. Durante tale controllo si predispone la riaccensione della macchina con il ripristino degli appositi pulsanti distribuiti razionalmente all'interno della sala stessa.

La Camera Pulita Laser di Seeding è dotata di uscita di emergenza mediante porta a spinta con maniglione antipánico munita di microninterruttori di controllo, che quando aperta fa cadere "la ronda" ed impedisce il funzionamento dell'acceleratore.

2.8 Cunicolo di Accesso carrabile

Il Cunicolo di Accesso carrabile e' dotato di due porte. L'accesso dall'esterno, possibile solo in caso di manutenzioni straordinarie e di trasporto di materiali ingombranti, viene effettuato a mezzo di porta con serratura a chiave prigioniera. Il prelievo della chiave dalla sua sede in Sala Controllo impedira' il funzionamento dell'acceleratore.

L'accesso dall'interno, usato anche come uscita di emergenza, è anch'esso possibile solo in caso di manutenzioni straordinarie e di trasporto di materiali ingombranti, viene effettuato mediante l'apertura con maniglione antipánico.

Il riavvio della macchina, dopo ogni accesso al Cunicolo di Accesso di Servizio, richiede l'effettuazione in tempo prefissato di una "ronda locale" di controllo da parte del personale operativo.

2.9 Chiave del LINAC

L'accensione del Linac è possibile solo se la chiave "alta tensione Linac" è presente nella sua sede. L'estrazione della stessa è possibile nella sola posizione "Linac in tensione ai controlli".

2.10 Recinto Modulatori (o Klystrons)

All'interno della Sala Macchine l'area dove sono installati i modulatori (o klystrons) è delimitata da un recinto. Le porte di accesso al recinto sono interbloccate con il funzionamento dei klystrons a mezzo di due linee indipendenti di microinterruttori ciascuna costituita da due microinterruttori in serie. Le porte vengono utilizzate, previa autorizzazione dell'Esperto Qualificato, per l'accesso per eventuali interventi a klystrons funzionanti. Tali accessi sono possibili al solo personale di manutenzione autorizzato dal responsabile di SPARC. Ogni accesso deve essere registrato sul libro macchina e firmato dal responsabile che lo ha autorizzato.

Le porte di accesso alla Sala Modulatori sono dotate di maniglione antipánico per l'uscita di emergenza.

2.11 Controllo del sistema di sicurezza-emergenza-segnalazione

Lo stato di funzionamento della macchina e dei sistemi di sicurezza risulta in un quadro sinottico situato in Sala Controllo.

La mancanza di alimentazione ai pannelli di controllo dei dispositivi di sicurezza ed emergenza impone l'effettuazione della ronda prima del riavvio della macchina.

2.12 Sistemi fissi di monitoraggio radiometrico

Nel camino di scarico del Linac è installato uno strumento per la misura della concentrazione di nuclidi radioattivi in aria. Il superamento del livello prefissato dall'Esperto Qualificato manda il Linac in tensione ai controlli.

In Sala Macchine, in Sala Controllo SPARC, nel Corridoio di Servizio sottostante la Sala Macchine SPARC (corridoio tornello) sono installati una camera a ionizzazione per radiazione γ e un rem counter per la radiazione neutronica. Il superamento del livello prefissato dall'Esperto Qualificato manda il Linac in tensione ai controlli.

2.13 Pozzi di spegnimento

Il percorso del fascio di elettroni è sempre all'interno di guide da vuoto e termina con una flangia finale seguita da un pozzo di spegnimento (beam dump) posto ad una distanza massima di 1 metro dalla flangia.

3. DISPOSIZIONI GENERALI SUI SISTEMI DI SICUREZZA

3.1 Il responsabile di SPARC è responsabile del corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza-emergenza-segnalazione descritti nella **Sez. 2**, compresa la regolarità delle schede magnetiche di cui al punto **2.4**.

3.2 Il controllo dell'efficacia dei sistemi di sicurezza-emergenza-segnalazione descritti nella **Sez. 2** deve essere effettuato periodicamente con la frequenza stabilita dall'Esperto Qualificato e in collaborazione con quest'ultimo.

3.3 Tutte le schermature sono parte integrante del sistema di sicurezza. Pertanto qualsiasi modifica al loro assetto deve essere preventivamente concordata con l'Esperto Qualificato.

3.4 Dopo le eventuali modifiche di cui al precedente punto, l'Esperto Qualificato provvede alla misura dei livelli di radiazioni nelle zone interessate, limitando se del caso l'accesso e i tempi di permanenza ove ci fosse necessario.

3.5 Chiunque venga a conoscenza di eventuali irregolarità di funzionamento dei sistemi di accesso e di sicurezza-emergenza-segnalazione di cui alla **Sez. 2** deve darne immediata notizia all'operatore di turno che provvederà a informare il presposto della Direzione per SPARC nonché l'Esperto Qualificato e a prenderne nota nell'apposito registro di macchina. La macchina verrà spenta e potrà riprendere solo dopo il ripristino del corretto funzionamento del sistema in parola e la sua verifica da parte dell'EQ.

4. NORME PER L'ACCESSO E LA PERMANENZA NELLE AREE DI PERTINENZA DEL COMPLESSO SPARC

L'accesso e la permanenza negli ambienti di lavoro di pertinenza del complesso SPARC sono disciplinati come in Tabella I.

		Fasi di funzionamento		
		“Macchina spenta” “Tensione ai controlli”	“Alta Tensione”	“Elettroni accelerati”
Aree	Sala SPARC	L	V	V
	Camera Laser	L	V	V
	Camera Seeding	L	V	V
	Cunicolo carrabile	L	V	V
	Sala controllo	L	L	L
	Sala modulatori	L	ZCR	ZCR
	Corridoio tornello	L	L	L

Tabella 1.

Legenda:

L = Zone di libero accesso - Di norma nessuna restrizione per motivi di radioprotezione.

ZCR = Zone controllate ad accesso regolamentato - L'accesso e la permanenza sono consentiti solo alle persone munite di dosimetro individuale con le modalità descritte nella successiva **Sezione 5**.

V = Zona controllata ad accesso interdetto - L'accesso è vietato a tutti.

5. NORME PER L'ACCESSO E LA PERMANENZA NEGLI AMBIENTI DELL'IMPIANTO SPARC

L'accesso e la permanenza negli ambienti di lavoro dell'impianto SPARC sono disciplinati come segue.

5.1 Sala SPARC

L'accesso in Sala SPARC è a tutti vietato nelle fasi "Alta Tensione" e "Elettroni accelerati". Nelle altre fasi di lavoro ("Macchina spenta" e "Tensione ai controlli") l'accesso in Sala SPARC è consentito alle persone cui è stata assegnata l'apposita scheda magnetica, seguendo di norma il percorso dell'accesso di servizio. L'altro accesso s'intende riservato alle operazioni di manutenzione.

5.2 Sala Macchine

L'accesso e la permanenza in Sala Macchine all'interno del recinto klystrons, nelle fasi "Alta tensione" ed "Elettroni accelerati", sono consentite solo alle persone autorizzate dal responsabile di SPARC e dall'Esperto Qualificato, purché munite di dosimetro individuale per X+gamma.

Eventuali interventi con i klystrons in funzione che richiedano la rimozione delle schermature di piombo devono essere autorizzati dall'Esperto Qualificato che indicherà tutte le precauzioni da osservare.

L'accesso e la permanenza in Sala Macchine nelle fasi "Macchina spenta" e "Tensione ai controlli" non sono sottoposti a limitazioni per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

5.3 Sala Controllo

L'accesso e la permanenza in Sala Controllo, in tutte le fasi di lavoro, non sono sottoposti a limitazioni per quanto riguarda la protezione dalle radiazioni ionizzanti.

6. SMONTAGGIO E ALLONTANAMENTO DI MATERIALI

Lo smontaggio di materiali dalle strutture dell'acceleratore per operazioni di manutenzione o allontanamento deve essere previamente concordato con il personale del Servizio FISMEL al fine dei dovuti controlli di attività residua.

7. SORVEGLIANZA FISICA INDIVIDUALE

7.1. I responsabili delle attività con rischio da radiazioni ionizzanti (dirigenti, capigruppo, preposti, etc.) devono preventivamente compilare la scheda di radioprotezione per tutto il personale che intendono adibire a tali attività. Sulla base delle informazioni contenute nella predetta scheda di radioprotezione, l'Esperto Qualificato provvede ad effettuare la classificazione di radioprotezione dei lavoratori e stabilisce gli eventuali dosimetri individuali da usare. I responsabili delle attività in parola devono provvedere ad aggiornare le schede di radioprotezione ogniqualvolta intervengano variazioni nelle notizie in esse riportate.

7.2. I lavoratori esposti, di cui all'art. 6 comma 1 lettera c) del D.Lgs. 230 del 17 marzo 95, non possono essere adibiti a mansioni con rischio da radiazioni ionizzanti fino a quando il Medico Autorizzato e/o Competente non avrà provveduto a formulare il giudizio di idoneità al lavoro specifico. Detto personale dovrà sottoporsi a sorveglianza medica, secondo le indicazioni fornite dal Medico Autorizzato e/o Competente stesso. In caso di inadempienza, la Direzione, su segnalazione del Medico Autorizzato e/o Competente, provvederà ad allontanare il lavoratore dalle attività con rischio da radiazioni ionizzanti.

7.3. Le lavoratrici devono notificare alla Direzione il proprio eventuale stato di gravidanza non appena accertato.

7.4. I dosimetri individuali devono essere richiesti all'Esperto Qualificato da parte dei responsabili delle attività, prima che i lavoratori esposti inizino mansioni con rischio da

radiazioni ionizzanti. E' compito del responsabile delle attività verificare che il personale sia dedito alle mansioni a rischio soltanto dopo aver ottenuto il relativo dosimetro individuale.

7.5. I dosimetri individuali devono essere indossati all'altezza del petto, salvo diversa indicazione dell'Esperto Qualificato. Si consiglia in linea di massima di attaccarli al bavero del camice o di altro indumento. Si ricordano inoltre le seguenti norme: i dosimetri, al termine del lavoro, devono essere riposti nelle apposite bacheche; non devono mai essere lasciati sui tavoli o altrove; non devono essere scambiati con quelli di altre persone o essere usati per scopi diversi da quelli per cui sono stati assegnati; il loro eventuale smarrimento deve essere immediatamente comunicato all'Esperto Qualificato.

8. NORME GENERALI

8.1 Il Responsabile di SPARC deve provvedere affinché l'esercizio dell'impianto si svolga nel rispetto delle presenti norme.

8.2 Il Responsabile di SPARC, degli esperimenti, o comunque tutti coloro per i quali sia configurabile la figura giuridica di "preposto", oltre a quanto indicato nel precedente punto **7.1.**, devono aver cura che le persone appartenenti al loro gruppo facciano uso dei prescritti dosimetri negli ambienti di lavoro dove questi sono obbligatori. Devono inoltre assicurarsi che dette persone siano edotte del rischio specifico da radiazioni ionizzanti cui sono esposte, conoscano le presenti norme, con particolare riferimento al significato delle segnalazioni (quadri e segnalazioni luminose) e siano in grado di usare correttamente i pulsanti di emergenza. Le persone che non si trovino in tali condizioni possono frequentare le zone controllate soltanto se accompagnate.

8.3. Coloro per i quali sia configurabile la figura giuridica di "preposto", devono assicurare ai lavoratori autonomi e/o dipendenti da terzi, incaricati di compiti rientranti nel proprio campo di attività, tutto quanto previsto nel precedente punto **8.2.**

8.4. In caso di incidenti di qualsiasi tipo deve esserne dato immediatamente avviso all'Esperto Qualificato.

8.5. Eventuali superamenti dei limiti di dose saranno comunicati al Medico Autorizzato e/o Competente e al Direttore dei LNF, per i provvedimenti di competenza, nonché agli stessi interessati e alle Organizzazioni Sindacali.

8.6. Tutto il personale è tenuto ad osservare le presenti norme. La responsabilità per eventuali danni conseguenti ad inosservanza delle stesse ricade, a tutti gli effetti, sugli inadempienti. Il personale è tenuto altresì al corretto uso della scheda magnetica per l'accesso nel complesso SPARC e dei dosimetri personali assegnati.

8.7. Fatto salvo quanto già previsto in materia di compiti e responsabilità delle presenti norme, il personale FISMEL è autorizzato a vigilare circa la corretta applicazione delle norme stesse.

8.8. Questo documento sostituisce a tutti gli effetti precedenti documenti riguardanti le norme interne di radioprotezione per SPARC.

Frascati, Marzo 2014

LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI DELL'INFN
IL DIRETTORE
Dott. Umberto Dosselli

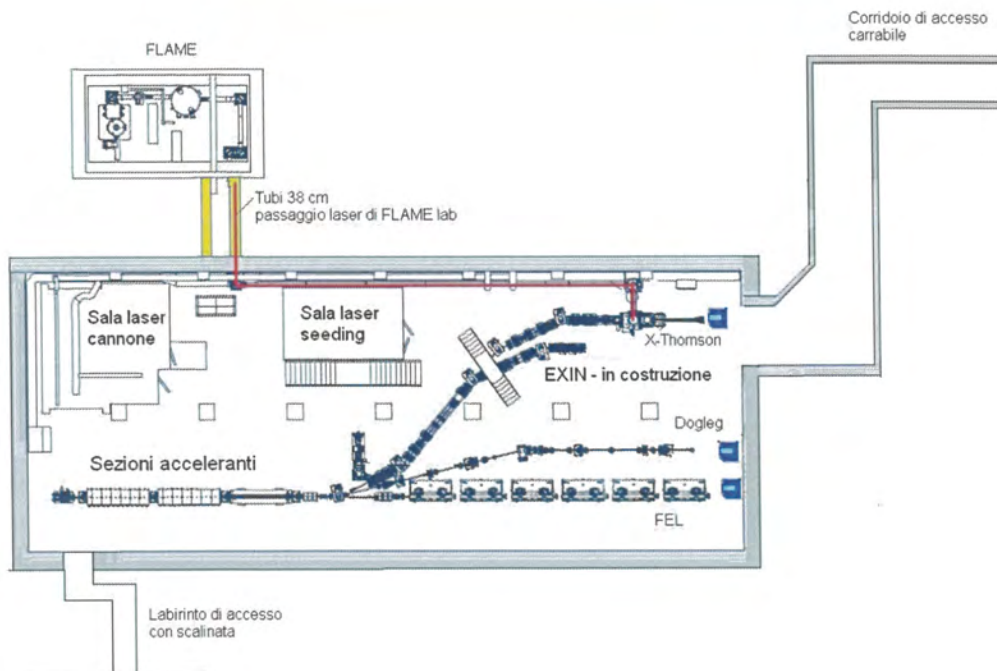
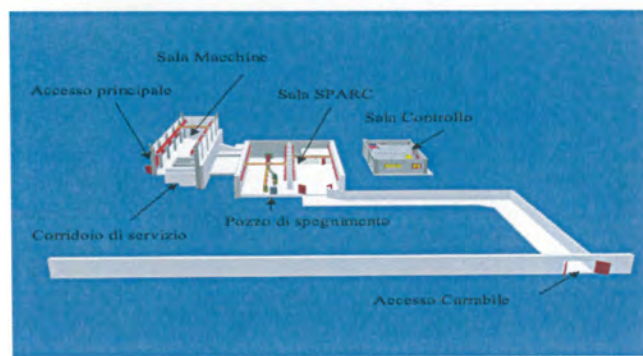
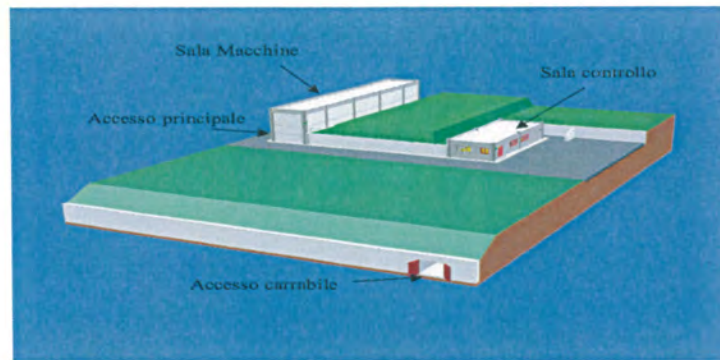



Figura 1. Schemi dell'area SPARC.