

**Complesso Stoccaggio Alta attività  
Relazione generale impianti di ventilazione**

---

Codice DN DI 00020 Fase del progetto Preliminare Data 25/02/2016 Pag. 1

---



<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## INDICE

1	ACRONIMI.....	3
2	PREMESSA.....	4
3	SCOPO.....	4
4	FUNZIONI DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO (HVAC).....	6
4.1	SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA.....	6
4.2	SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA.....	6
5	CLASSIFICAZIONE DELLE AREE.....	7
6	CRITERI GENERALI DI PROGETTO.....	10
6.1	NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO APPLICABILI.....	12
6.2	ALIMENTAZIONE ELETTRICA.....	12
6.3	SISTEMA DI AUTOMAZIONE E CONTROLLO.....	13
7	SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA.....	13
7.1	DESCRIZIONE GENERALE.....	13
7.2	SOTTOSISTEMI DI ESTRAZIONE.....	14
7.3	SOTTOSISTEMI DI IMMISSIONE M1– M2.....	16
8	SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA.....	18
9	DATI DI PROGETTO.....	19
9.1	CONDIZIONI AMBIENTALI ESTERNE.....	19
9.2	CONDIZIONI AMBIENTALI INTERNE E RICAMBI D'ARIA NEI LOCALI.....	19
9.3	CARICHI TERMICI INTERNI.....	21
9.4	LIVELLI DI PRESSIONE NEI LOCALI.....	21
10	DESCRIZIONE FUNZIONALE DEI SISTEMI.....	23
10.1	ZONA CONTROLLATA.....	23
10.2	ZONA NON CONTROLLATA.....	26
11	VENTILAZIONE EDIFICIO TIPO CON NAVATA CASK.....	30
11.1	VENTILAZIONE FORZATA NAVATE STOCCAGGIO MANUFATTI E AREE DI SERVIZIO.....	30
11.2	NAVATA STOCCAGGIO CASK – C012.....	31
12	DOCUMENTI E NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	32

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 1 ACRONIMI

- **CSA**            Complesso Stoccaggio Alta attività
- **DNPT**        Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- **HVAC**        Heating, Ventilating and Air Conditioning
- **SAS**         Sistema di Accesso Sicuro

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 2 PREMESSA

Sogin S.p.A. è stata designata, attraverso il D.lgs. n.31 del 15 febbraio 2010 e successive modifiche e integrazioni, quale soggetto responsabile della localizzazione, realizzazione e dell'esercizio del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico (DNPT) per lo 'smaltimento a titolo definitivo' dei rifiuti radioattivi di bassa e media attività (ex II categoria secondo [Rif. 1] – attività molto bassa e a bassa attività [Rif. 2] - VLLW e LLW secondo [Rif. 3]) e all'immagazzinamento, a 'titolo provvisorio di lunga durata', dei rifiuti radioattivi ad alta attività e del combustibile irraggiato provenienti dalla pregressa gestione di impianti nucleari (ex III Categoria secondo [Rif. 1] – media attività e alta attività [Rif. 2] - ILW e HLW secondo [Rif. 3])

Nell'ambito dell'incarico ricevuto, la Sogin dovrà:

- gestire le attività finalizzate alla localizzazione del sito per il Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- curare le attività connesse alla progettazione ed al procedimento autorizzativo relativo alla realizzazione ed esercizio del DNPT
- provvedere alla realizzazione e all'esercizio del DNPT

Il Deposito sarà composto da una serie di strutture di superficie, progettate sulla base delle migliori esperienze internazionali che, oltre alla sistemazione definitiva dei rifiuti di bassa e media attività, consentirà lo stoccaggio temporaneo nel Complesso Stoccaggio Alta attività (CSA) dei rifiuti di media ed alta attività, compreso il combustibile irraggiato.

## 3 SCOPO

La presente relazione contiene la descrizione generale del sistema di ventilazione degli Edifici del CSA nell'ambito del progetto preliminare del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico finalizzato alla pubblicazione e presentazione al Seminario Nazionale.

Le attività previste nel CSA comportano principalmente la movimentazione di di manufatti. Sono inoltre previste operazioni di ispezione e di manutenzione sui contenitori. Non è previsto di svolgere alcun trattamento sui rifiuti.

Nell'impianto sono svolte principalmente le seguenti operazioni:

### a) ricezione dei contenitori di trasporto

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



- b) scarico dei contenitori e trasferimento in cella
- c) apertura remotizzata del contenitore ed estrazione dei manufatti
- d) trasferimento dei manufatti nelle navate di stoccaggio secondo il piano di caricamento

Nel caso che il manufatto sia già schermato e pertanto sia manipolabile “a contatto” il trasferimento nelle navate di stoccaggio avviene direttamente nella fase b).

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



#### 4 FUNZIONI DEL SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO (HVAC)

In ciascuno degli edifici del complesso CSA (tre edifici Tipo e un edificio Tipo con navata cask) sono previsti sistemi di ventilazione differenziati per zona controllata e zona non controllata le cui funzioni sono descritte nel seguito. Lo schema dei sistemi ventilazione, sia di zona controllata che di zona non controllata, è rappresentato nell'elaborato [Rif. 5] per l'Edificio Tipo e [Rif. 6] per l'Edificio Tipo con navata cask.

##### 4.1 SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA

Le funzioni principali del sistema di ventilazione/condizionamento della zona controllata, nel suo complesso, sono essenzialmente le seguenti:

- supporto alle barriere di contenimento statico (contenitori ed edificio) mantenendo i vari locali dell'edificio a valori di depressione differenziata rispetto all'ambiente esterno, in funzione del rischio radiologico associato
- favorire l'abbattimento dell'eventuale contaminazione accidentalmente rilasciata nelle aree di deposito tramite immissione dall'alto e ripresa dal basso
- mantenere le condizioni termoigrometriche idonee alle attività lavorative ed ai macchinari nei diversi ambienti dell'impianto
- ridurre l'ingresso di contaminanti tramite la filtrazione dell'aria immessa
- assicurare la protezione delle popolazioni e dell'ambiente a fronte di rischi associati a situazioni incidentali filtrando l'aria estratta dalle aree potenzialmente contaminate (zona controllata) prima di inviarla al punto di scarico all'atmosfera

##### 4.2 SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA

Il sistema di ventilazione e condizionamento della zona non controllata assicura le condizioni termoigrometriche previste per una zona convenzionale. In particolare:

- assicura le condizioni termoigrometriche e di ricambio dell'aria, in accordo con i normali standard di benessere e salubrità
- assicura le condizioni di temperatura per un corretto funzionamento delle apparecchiature installate

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 5 CLASSIFICAZIONE DELLE AREE

Le aree in cui si svolgeranno operazioni sui manufatti di rifiuti radioattivi condizionati, sono classificate secondo il livello di rischio radioattivo ad esse associato. Di seguito sono riportate le diverse classificazioni come da tabella estratta dalla normativa (ISO 17873).

Class	Expected normal and/or occasional contamination
C1	Means a clean area free from normal radioactive contamination, whether surface or airborne. Only in exceptional situations, a low contamination level can be accepted.
C2	Means an area that is substantially clean during normal operation. Only in exceptional circumstances, resulting from an incident or accident situation, is a medium level of surface or airborne contamination acceptable, so appropriate provisions must be made for its control.
C3	Means an area in which some surface contamination could be present but it is normally free from airborne contamination. In some cases, resulting from an incident or accident situation, there will be a potential for surface or airborne contamination at a level higher than in C2 areas, so that suitable provisions must be made for its control.
C4	Means an area in which permanent, as well as occasional, contamination levels are so high that there is normally no access permitted for personnel, except with appropriate protective equipment.

**Figura 1: Classificazione delle aree in base al livello di contaminazione (ISO 17873).**

Inoltre, in base al rischio radiologico, è associato il livello di depressione e il numero di ricambi orari da attribuire all'area di interesse. Le tabelle seguenti riassumono tali caratteristiche (ISO 17873):

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



Nature of room or area	Depression value <sup>a</sup>	Containment class
Non-controlled rooms or areas free from contamination	Atmospheric pressure or small overpressure	Unclassified
Supervised areas with low levels of surface or airborne contamination	Less than 60 Pa	C1
C1 should be uncontaminated in normal operations		
Controlled areas with moderate levels of surface or airborne contamination	80 to 100 Pa	C2
Controlled areas with high levels of surface or airborne contamination	120 to 140 Pa	C3
Controlled areas with very high levels of surface or airborne contamination	220 to 300 Pa	C4
Areas which are not accessible except under specific circumstances		

**Figura 2: Livelli di depressione in base alla classificazione delle aree (ISO 17873)**

Compartment	Typical air changes per hour	Containment class
Changing rooms, air locks	4 to 5	C1, C2 or C3
Normally clean air corridor	1 to 2	C2
Normally non-active rooms	1 to 2	C2
Controlled areas of medium potential hazard	2	C2
Maintenance areas to primary containment of risk process plants	1 to 5	C3
Controlled area of high potential hazard	5 to 10	C3
Maintenance areas to primary containment of high-risk process plants	10	C3
Primary containment (glove box, containment enclosure or shielded cell)	1 to 30 (depending entirely on process, volume of the containment enclosure and on hazard)	C4

**Figura 3: Ricambi aria in base alla classificazione delle aree (ISO 17873)**

Il mantenimento dei livelli di depressione consente di avere flussi di aria dalle zone a minor livello di potenziale contaminazione verso quelle a maggior livello di potenziale contaminazione, evitando il fenomeno della retrodiffusione.

Le navate di stoccaggio, gli ambienti in cui si effettuano interventi di manutenzione sui manufatti e quelli dove si movimentano gli stessi (dove a seguito di incidente si potrebbe verificare un rilascio di contaminazione) sono serviti da un impianto denominato “*zona controllata*”. Gli altri ambienti sono serviti da un impianto separato dal precedente, denominato “*zona non controllata*”.



<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



Come si può constatare la zona a cui è stata associata la depressione più elevata è la cella di manutenzione schermata.

Nell'impianto *zona non controllata* alcuni locali (sala controllo ed uffici) si trovano a pressione leggermente positiva rispetto all'esterno (ca. +20 Pa). Nei locali che costituiscono l'accesso alla Zona Controllata l'estrazione avviene tramite l'impianto di zona controllata.

In Tabella 1 è riportata la suddivisione dei principali locali della zona controllata tra i diversi livelli di depressione e numero di ricambi orari:

<b>ZONA CONTROLLATA</b>				
<b>Denominazione Locale</b>	<b>Cod. Locale</b>	<b>Classificazione ISO 17873</b>	<b>Depressione <math>\Delta P</math> [Pa]</b>	<b>Ricambi [vol/h]</b>
Locale interrato galleria tecnica, locale serbatoio acque dubbie	S01-S02	C1	-40	0,5
Cella schermata di manutenzione	001	C3	-120	10
Area operatori cella	002	C2	-80	2
Locale stoccaggio temporaneo	003-004-005	C2	-80	0,5-1,5
Area di stoccaggio	006-007-008	C2	-80	0,5-1,5
Tunnel di trasferimento	010	C2	-80	--
Aree di scarico, trasferimento manufatti e stoccaggio pinze	012-013	C1	-40	1
Magazzino pinze 1 e 2	014-016	C1	-40	2
Spogliatoi caldi	106-107	C1	-40	2
Ingresso/uscita zona controllata, Vani scala ZC	020-101-109	C1	-40	2
Magazzino caldo 1 e 2	111-112	C1	-40	2
Area manutenzione carro ponte	201-202-203	C2	-80	0,5÷1,5
Locale Filtri	204	C1	-40	1,5
Cavedio tecnico ventilazione	302	C1	-40	0,5

**Tabella 1: Suddivisione dei locali in zona controllata ([Rif. 7])**

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 6 CRITERI GENERALI DI PROGETTO

I sistemi di ventilazione e condizionamento saranno progettati sulla base dei seguenti criteri generali:

- la ventilazione delle zone potenzialmente contaminate è effettuata con sistemi dedicati e separati dai sistemi preposti alla ventilazione e condizionamento delle zone non contaminabili
- l'aria estratta dalle zone potenzialmente contaminabili è complessivamente superiore a quella immessa per tenere conto degli ingressi incontrollati, in modo da mantenere l'intera area in depressione rispetto l'esterno
- le unità di trattamento e immissione dell'aria sono accessibili dall'esterno della zona controllata
- i sistemi di filtrazione dell'aria estratta sono ubicati in un locale dedicato della zona controllata; i filtri sono del tipo "bag-in/bag-out" con sostituzione sotto sacco barriera. Al fine di garantire il più possibile la continuità di servizio del sistema, gli stadi di filtrazione sono dotati di riserva in parallelo in modo da permettere la sostituzione degli elementi filtranti mantenendo la ventilazione in servizio
- il sistema di filtrazione è allineato solamente nel caso in cui i sensori posizionati negli ambienti asserviti dall'impianto di ventilazione rilevassero una concentrazione di particolato radioattivo in aria superiore ai livelli di intervento
- l'attraversamento di pareti che hanno funzione schermante ai fini delle radiazioni è dotato – laddove necessario - di adeguati sistemi schermanti. Le penetrazioni sono effettuate con sistemi che assicurano una buona aderenza e tenuta tra parete del canale e calcestruzzo
- il percorso delle condotte di immissione è separato dal percorso delle condotte di estrazione
- il dimensionamento delle condotte di estrazione è effettuato considerando un velocità dei condotti principali di 10 m/s e le velocità dei tratti secondari di 7 m/s; il dimensionamento dei condotti di mandata principali e secondari, è effettuata considerando la velocità di 7 m/s
- la tenuta delle condotte deve essere assicurata per saldatura delle connessioni longitudinali e non per aggraffatura; la perdite per fuga d'aria ammessa è  $0,28 \frac{l}{s \cdot m^2}$  (a una pressione di prova di 1000 Pa) [Rif. 26] le curve con rapporto raggio di curvatura e dimensioni della sagoma della curva compreso tra 0 e 1 devono essere dotate di deflettori [AS.A.P.I.A. Guida tecnica N. 1]
- l'intero sistema di ventilazione (immissione ed estrazione) della zona controllata e in particolare il sistema di filtrazione svolgono una funzione importante ai fini del recupero dell'impianto dalle conseguenze di un incidente con rilascio di

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



contaminazione e per questo esse sono progettate per assicurare un'adeguata disponibilità. Per far fronte a questo criterio di progetto il sistema soddisfa i seguenti requisiti:

- l'unità di estrazione assicura l'espulsione dell'aria ed il controllo dei livelli di depressione anche in caso di guasto di un ventilatore, per questo un ventilatore è tenuto in stand-by
- ciascuna unità di immissione dell'aria sarà composta da due ventilatori, uno di riserva all'altro, in modo da non scompensare, in caso di guasto, la depressione creata dal sistema di estrazione
- le unità di immissione saranno dotate di pre-filtri in modo da limitare l'ingresso di polvere e inquinanti
- l'umidità dell'aria in ingresso può essere controllata in modo che nella navate di deposito non si abbiano per lunghi tempi livelli di umidità tali da accelerare la corrosione dei metalli
- l'aria captata negli ambienti in normali condizioni di normale funzionamento viene espulsa al camino tramite linea di by-pass filtri: i banchi filtranti (pre-filtro e filtro assoluto) verranno allineati solamente nel caso di rilascio di radioattività negli ambienti dell'edificio
- il valore della pressione dei plenum di mandata e di estrazione è regolato con serranda modulante (ventilatore a giri costanti)
- per l'immissione dell'aria di ventilazione e condizionamento della zona non controllata non è necessaria alcuna ridondanza sugli organi attivi in quanto la indisponibilità del sistema di trattamento provoca al più la perdita della sovrappressione di sala controllo e – nei locali non dotati di sistemi autonomi - del controllo delle condizioni termoigrometriche interne. Tuttavia, per aumentare la flessibilità e la disponibilità dell'impianto, sono previsti due ventilatori di immissione, ciascuno al 100%
- In caso di indisponibilità dell'acqua calda, la batteria elettrica di emergenza consente di proteggere dal gelo le batterie di riscaldamento/refrigerazione e, a seconda dei periodi, assicurare temperature accettabili anche nei locali
- le prese dell'aria esterna e le griglie di espulsione di aria non inviata al camino sono tra loro adeguatamente distanziate in modo da evitare ricircoli o mutue influenze; inoltre, sia le griglie di presa, sia quelle di espulsione sono progettate per evitare che la penetrazione dei missili generi danni ad apparecchiature e componenti che devono restare funzionali a seguito dell'evento
- per limitare la propagazione di un eventuale incendio e la diffusione dei fumi, le condotte, in corrispondenza degli attraversamenti di pareti che costituiscono compartimentazione antincendio, sono dotate di serrande tagliafuoco con classifica REI pari a quella della parete. Le serrande tagliafuoco sono dotate di

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



sistema di riarmo con azionatore elettrico nonché di riarmo manuale azionabile da zona accessibile o protetta

- non è prevista la continuità della disponibilità dell'acqua calda o refrigerata e dell'acqua potabile in quanto il controllo della temperatura minima e massima dei locali e quello dell'umidità relativa non è rilevante ai fini della sicurezza del personale e della popolazione. Per il riscaldamento dell'aria esterna, in caso di indisponibilità del sistema acqua calda, sono previste, sulle unità di trattamento aria, delle batterie elettriche di emergenza, con la funzione di proteggere dal gelo le batterie di riscaldamento/refrigerazione e consentire di ottenere - entro certi limiti ed a seconda delle condizioni ambientali esterne - il controllo della temperatura minima all'interno dei locali

## 6.1 NORMATIVA E STANDARD DI RIFERIMENTO APPLICABILI

Per quanto concerne la legislazione italiana è stata riportata quella di maggiore interesse per il progetto, sottintendendo il rispetto di tutta la normativa tecnica che può risultare applicabile.

Per le norme citate (vedi capitolo 12) verrà rispettato il principio informatore, ma nel progetto potranno essere adottate procedure alternative, interpretazioni o limitazioni sulla base di requisiti specifici del progettista e/o dell'Autorità di Sicurezza Italiana (ISPRA).

## 6.2 ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Il sistema di alimentazione elettrica del CSA prevede:

- un sistema di alimentazione in "NORMALE"
- un sistema di alimentazione in "EMERGENZA" (da gruppo elettrogeno)
- un sistema di alimentazione "ININTERROMPIBILE" (da UPS)

I motori elettrici dei ventilatori di mandata, di estrazione e delle serrande dell'impianto di zona controllata (navate di stoccaggio escluse) sono alimentati attraverso la sezione di emergenza.

Il sistema ininterrompibile alimenta i dispositivi di controllo (PLC) di tutta la ventilazione. Tutte le apparecchiature di piccola potenza (serrande, valvole di isolamento, strumentazione, etc.) saranno alimentate direttamente dal PLC che le controlla.

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



Il sistema normale alimenta la restante parte della utenze di ventilazione della zona controllata (Pompe di calore, U.T.A. ecc.), e l'intero sistema HVAC (Pompa di calore, Condizionatori, Ventilatori, etc.) della zona non controllata.

### 6.3 SISTEMA DI AUTOMAZIONE E CONTROLLO

L'impianto HVAC comunica con un sistema di supervisione e controllo, comprensivo di strumentazione ed elementi in campo per la regolazione e l'automazione dei componenti di impianto. Il sistema è progettato per consentire sia la gestione manuale, che per il funzionamento automatico attuato dal sistema di automazione e controllo principale con richiesta di consenso dell'operatore per le operazioni rilevanti.

Il sistema di controllo dell'impianto HVAC si dovrà interfacciare al sistema di supervisione principale HMI in sala controllo, attraverso una connessione ridondante (hot-backup a caldo). L'interfaccia sarà direttamente connessa alla rete dorsale locale LAN di impianto, mediante un protocollo standard Industrial Ethernet.

Attraverso l'acquisizione di segnali elaborati dai PLC di campo, il sistema di automazione e controllo sarà in grado di controllare in modo completamente automatico l'intero impianto HVAC in termini di controllo dei livelli di depressione negli ambienti, gestione della possibile contaminazione negli ambienti (deviazione del flusso di aria dal by-pass ai banchi filtranti), gestione dei carichi termici ecc., garantendo le funzioni di comando e regolazione, di protezione, di supervisione e di allarme, che sono realizzate in maniera integrata. Detto sistema è realizzato in modo da portare l'impianto in condizioni di sicurezza, per quanto riguarda sia le persone che le apparecchiature, in caso di qualsiasi disservizio.

La diagnostica del sistema garantirà che tutti i malfunzionamenti hardware e software siano segnalati tempestivamente all'operatore, per ridurre al minimo il tempo nel quale il sistema si trova ad operare in condizioni di guasto latente e per attivare opportune condizioni di sicurezza da parte dei programmi applicativi.

## 7 SISTEMA HVAC ZONA CONTROLLATA

### 7.1 DESCRIZIONE GENERALE

Lo schema del sistema è riportato nel [Rif. 5].

I sistemi di ventilazione prevedono l'immissione di aria esterna trattata e l'estrazione tramite il sistema di estrazione principale, senza alcun ricircolo.

Funzionalmente si distinguono tre sottosistemi:

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



- sotto-sistema navate (vedi 10.1.1) a servizio principalmente delle navate di stoccaggio, con il proprio sottosistema di immissione M1 (7.3.1) e di estrazione E1
- sotto-sistema locali di servizio (vedi 10.1.2) per i restanti locali di zona controllata, compresa la cella schermata di manutenzione, con il proprio sottosistema di immissione M2 (7.3.2) e di estrazione E2
- sotto-sistema di estrazione della cella schermata di manutenzione

Ad eccezione delle navate e della cella schermata di manutenzione tutti i locali fanno capo al sistema di estrazione E2 (7.2) con batterie filtranti, normalmente by-passate, a monte dei ventilatori di espulsione al camino.

Le navate e la cella di manutenzione hanno sistemi di estrazione dedicati. Quello della cella schermata di manutenzione (7.2) ha batterie filtranti sempre inserite. Solo il camino di scarico è in comune con l'altro sistema.

I bilanci dell'aria immessa ed estratta in ogni locale tengono conto delle infiltrazioni dell'aria attraverso le porte e le pareti di separazione dei vari locali stimate tramite la seguente relazione:

$$V_{inf} = 3600 \cdot C_F \cdot S \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot g \cdot \Delta P}{\rho}} \quad 1.1$$

dove:

- **C<sub>F</sub>** = coefficiente di flusso assunto pari a 0,675
- **S** = superficie delle fessure per metro lineare di perimetro di porta [assunta pari a 0,002 mq/m] (oppure, superficie delle microfessure per mq di parete [assunta pari a 0,00001 mq/mq])
- **g** = accelerazione di gravità [9,81 m/s]
- **ΔP** = pressione differenziale [mm c.a.]
- **ρ** = densità dell'aria [assunta pari a 1,2 kg/m<sup>3</sup>]

In generale, il controllo del livello di depressione dei locali è realizzato tramite regolatori di pressione differenziale installati nei locali stessi e serrande di regolazione modulanti installate sui canali di ripresa, in modo da ottenere la pressione differenziale richiesta nei locali.

## 7.2 SOTTOSISTEMI DI ESTRAZIONE

Esistono tre sottosistemi di estrazione che scaricano in un unico camino:

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



- il sottosistema E1 al servizio delle aree di stoccaggio (navate A, B, C)
- il sottosistema E2 al servizio dei locali di servizio della zona controllata dell'edificio con esclusione della cella schermata di manutenzione
- il sottosistema E3 al servizio della sola cella schermata di manutenzione

Il sottosistema E1 estrae aria dalle 3 navate di stoccaggio tramite due ventilatori (DW0024 A/B) da 81000 m<sup>3</sup>/h (ciascuno), uno in funzione ed uno in stand-by, che scaricano al camino. A monte dei ventilatori sono installati 3 banchi filtranti DW021 A/B/C (pre-filtro + HEPA) normalmente by-passati. Nel caso che i sensori posizionati nelle navate o in prossimità delle condotte avvertano la presenza di radioattività in aria il sistema comanda le serrande per deviare il flusso attraverso filtri.

Il sottosistema E2 è composto da due ventilatori centrifughi da circa 16500 m<sup>3</sup>/h (ciascuno), dei quali uno solo in normale funzionamento ed uno in stand-by.

Il banco filtrante è normalmente by-passato poiché l'aria presente negli ambienti è radiologicamente "pulita". Qualora i sensori posizionati in vari punti dei locali dell'edificio, dovessero avvertire la presenza di radioattività in aria il sistema comanda le serrande per deviare il flusso attraverso filtri.

Il sottosistema di estrazione E2 mantiene in leggera depressione anche i locali di ingresso/uscita Zona Controllata (locali 106-107-108) aspirando una portata d'aria reintegrata dal sistema di zona non controllata. I locali in questione sono comunque separati dal resto della zona controllata dai SAS di ingresso e uscita.

Il sottosistema di estrazione E3 dedicato alla cella schermata di manutenzione comprende cassette di aspirazione interne alle celle con filtri assoluti sostituibili tramite manipolatori, serrande motorizzate di isolamento e di regolazione della depressione, filtro intermedio all'uscita cella, 2 unità filtranti DW023 A/B (pre-filtro + HEPA) al 100% e due ventilatori DW025 A/B da 6000 m<sup>3</sup>/h, uno in servizio ed uno in stand-by. Il ricambio d'aria della cella avviene per mezzo dell'aria che rientra dal tunnel di trasferimento (locale 010) per effetto della differenza di pressione attraverso una bocchetta dotata di serranda di intercettazione e regolazione.

I ventilatori sono collocati nel Locale Ventilatori (206) a quota +10.75. I banchi filtranti sono collocati nel Locale Filtri (204) a quota +10.75 e collegati in parallelo tra di loro tramite due collettori (a monte e a valle di essi). Dal collettore parte un canale principale (dorsale principale di estrazione) che funge da collettore generale per i canali a servizio degli ambienti. In pratica il canale parte dal locale filtri a quota +10.75, scende a quota -3.20 m nel sotterraneo e da qui si staccano i canali secondari che attraversano il solaio giungono alle bocchette di estrazione nei rispettivi locali. Ogni bocca di estrazione è dotata di griglia di ripresa e serranda di taratura manuale.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



Inoltre, su ogni canale secondario, è installata una serranda motorizzata di regolazione della depressione nel locale.

Per tutti i sottosistemi la depressione sulla dorsale principale di estrazione è mantenuta costante dal sistema di regolazione che fa variare, tramite inverter, la velocità dei ventilatori.

In fase di progettazione esecutiva sarà valutata la necessità di inserire una serranda tagliafuoco in corrispondenza di ogni attraversamento ovvero l'inserimento di un'unica serranda tagliafuoco sul canale da cui gli stacchi sono derivati.

La posizione bassa delle griglie di ripresa, insieme alla posizione alta dei diffusori di mandata, favorisce l'abbattimento e la captazione della eventuale contaminazione rilasciata in aria.

Nel dimensionamento dei canali di estrazione principale si considera una velocità dell'aria di 10 m/s, mentre per i canali secondari la velocità è 7 m/s.

### 7.3 SOTTOSISTEMI DI IMMIS SIONE M1– M2

#### 7.3.1 Sottosistema M1

Il sottosistema M1 da 81000 m<sup>3</sup>/h, a servizio delle navate di stoccaggio, immette aria esterna filtrata per abbattere le polveri e gli inquinanti e, se necessario, de-umidificata.

L'impianto è composto da serrande e filtri di aspirazione con resistenze antigelo, due unità di deumidificazione by-passabili (DW027 1-2) e due ventilatori (DW026 A/B) al 100% di capacità (uno in funzione ed uno in stand-by) collocati nel locale 206, all'esterno della zona controllata. Le canalizzazioni di mandata sono dimensionate per una velocità dell'aria di 7 m/s. La distribuzione aeraulica avviene attraverso un cavedio tecnico posto a piano copertura. Tale soluzione è stata scelta per occupare meno spazio e quindi intralciare il meno possibile le normali operazioni di movimentazione e poter effettuare interventi di manutenzione sui canali senza entrare in zona controllata.

I deumidificatori sono normalmente by-passati. Vengono inseriti (solo uno o entrambi) quando l'umidità relativa nelle navate supera un valore di soglia prefissato (indicativamente 60%). Ciascun deumidificatore ha una capacità di ca. 30000 m<sup>3</sup>/h, pertanto può essere trattato al massimo ca. il 74% della portata di immissione.

#### 7.3.2 Sottosistema M2

Il sottosistema M2 con capacità 21000 m<sup>3</sup>/h fornisce aria esterna filtrata e condizionata dalla unità di trattamento UTA 01 (DW029-1) ai locali di zona controllata



<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



dove il personale può essere presente con continuità. Lo stesso sistema fornisce aria trattata anche alla cella schermata di manutenzione (locale 001).

Come per il sottosistema M1 la distribuzione dell'aria avviene tramite la galleria tecnica superiore (locale 302).

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 8 SISTEMA HVAC ZONA NON CONTROLLATA

Il sistema HVAC della zona non controllata è realizzato secondo i normali criteri di progettazione per le zone convenzionali. L'impianto è del tipo ad aria primaria con ricircolo ed unità termoventilanti locali. Esso è costituito da una U.T.A. da 5200 m<sup>3</sup>/h a ricircolo (UTA 02 o DW029-2) per il trattamento dell'aria primaria, e da una serie di ventilconvettori a pavimento o a soffitto per controllare la temperatura ambiente.

Come si evince dallo schema [Rif. 5], parte dell'aria estratta è ricircolata, parte viene ripresa ed espulsa direttamente dagli estrattori dei locali WC, parte è ripresa ed estratta dal sistema di zona controllata attraverso i locali di ingresso/uscita zona controllata (locali 106-107-108).

Nel locale ventilatori (206), che ospita anche le UTA 01 e UTA 02, il ricambio d'aria è effettuato con ventilatore estrattore aspirando direttamente dall'esterno attraverso bocchette filtrate con serrande.

Altri locali tecnici di zona non controllata (015-017-019-0121) sono raffreddati/riscaldati tramite ventilconvettori con pompa di calore reversibile. In questi locali il ricambio d'aria è ottenuto tramite estrattori e griglie di transito sulle porte di accesso.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 9 DATI DI PROGETTO

### 9.1 CONDIZIONI AMBIENTALI ESTERNE

Poiché non si conosce ancora la collocazione geografica effettiva del deposito nazionale, le condizioni di temperatura e umidità relativa esterne assunte a base del progetto termico estivo dei sistemi HVAC, sono state ricavate estrapolando dalla tabella riportata sulla UNI 10339 valori medi in alcune località distribuite su tutto il territorio italiano:

	T [°C]	Φ [%]
<b>Valori medi</b>	<b>32</b>	<b>51</b>

Per quanto riguarda le condizioni esterne invernali si prendono in considerazione i dati forniti da:

- tabella temperature della norma UNI 5364
- tabella umidità relativa media annuale delle stazioni meteorologiche ufficiali del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare

I valori medi considerati sono:

(T° = temperatura, U.R. = umidità relativa):

- **estate:** T° massima = 32 °C ; U. R. = 51%
- **inverno:** T° minima = - 5 °C ; U.R. = 75%

### 9.2 CONDIZIONI AMBIENTALI INTERNE E RICAMBI D'ARIA NEI LOCALI

All'interno dei locali dovranno essere mantenute le seguenti condizioni:

- *zona controllata:*

Locali normalmente non accessibili al personale (eccetto cella schermata):

- temperatura minima: 10°C
- temperatura massima: N/A

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



- Umidità Relativa: U.R. <60%
- ricambi di aria: 0,5 ÷ 1 Vol/h

#### Cella schermata di manutenzione

- temperatura minima: 10°C
- temperatura massima: 40 °C
- Umidità Relativa: U.R. <60%
- ricambi di aria: 10 Vol/h

#### Locali con presenza frequente di personale:

- estate: temperatura: 26°C +/- 2°C; U.R.: 45 ÷ 55%
- inverno: temperatura: 20°C (+ 2°C ÷ 0°C); U.R.: 45 ÷ 55%
- ricambi di aria: 2 Vol/h

- *zona non controllata:*

#### Locali con presenza saltuaria di personale:

- temperatura minima: 10°C
- temperatura massima: 40°C
- U. R.: non controllata
- ricambi di aria: 2 Vol/h

#### Locali con presenza frequente di personale:

- estate: temperatura: 26°C +/- 2°C; U.R.: 45 ÷ 55%
- inverno: temperatura: 20°C (+ 2°C ÷ 0°C); U.R.: 45 ÷ 55%
- ricambi di aria: secondo UNI 10339

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



### 9.3 CARICHI TERMICI INTERNI

I carichi termici interni sono costituiti dalla presenza delle persone, dalla illuminazione dei locali e dalle dissipazioni termiche delle apparecchiature (motori, apparecchiature elettriche ed elettroniche, ecc.).

- carichi interni dovuti alle persone (ove presenti stabilmente):
  - carico sensibile: 65 W/pers
  - carico latente: 70 W/pers
- carichi interni dovuti all'illuminazione in ambienti poco frequentati: 5 – 10 W/ m<sup>2</sup>
- carichi interni dovuti all'illuminazione in ambienti assiduamente frequentati (es. uffici): 15 – 20 W/m<sup>2</sup>
- carichi interni dovuti alle apparecchiature: 70 W/m<sup>2</sup> (solo in presenza di apparecchiature)
- carico termico dovuto al decadimento radioattivo

#### Ipotesi di base:

- le tre navate di stoccaggio sono completamente riempite con manufatti

### 9.4 LIVELLI DI PRESSIONE NEI LOCALI

Il mantenimento dei livelli di depressione consente di avere flussi di aria dalle zone a minor livello di potenziale contaminazione verso quelle a maggior livello di potenziale contaminazione, evitando la retrodiffusione di contaminazione. Ai confini tra locali a diverso livello di pressione sono generalmente previste aree di transito con porte normalmente chiuse (SAS); le depressioni vengono realizzate, per i singoli locali o per le intere aree, mantenendo le portate di aria estratta superiori a quelle immesse (la differenza di portata viene colmata dalle infiltrazioni attraverso le pareti o dai trafiletti attraverso porte e muri di separazione).

In generale, il controllo del livello di depressione dei locali è realizzato tramite regolatori di pressione differenziale installati nei locali stessi e serrande di regolazione modulanti installate sia sui canali di immissione che su quelli di ripresa, in modo da ottenere la pressione differenziale richiesta.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



In condizioni di confinamento statico, il sistema di estrazione aria garantisce il raggiungimento dei valori di depressione richiesti all'interno dei locali, rispetto all'ambiente esterno come esposto sopra.

La sala controllo, il locale quadri elettrici e gli uffici sono mantenuti a un livello di pressione leggermente superiore a quella dell'ambiente esterno (tra 0 e +20 Pa).

In questo modo si limitano le infiltrazioni non controllate di aria esterna e si agevola ulteriormente il flusso d'aria da tali zone a quelle in depressione.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 10 DESCRIZIONE FUNZIONALE DEI SISTEMI

### 10.1 ZONA CONTROLLATA

#### 10.1.1 Navate

##### Locali 003÷008 e 202

L'immissione dell'aria nei locali avviene dall'alto mentre l'estrazione dal basso. L'aria immessa è filtrata ed all'occorrenza deumidificata e riscaldata. Le condotte principali di mandata viaggiano nella galleria tecnica posta a piano copertura. Le condotte di estrazione si sviluppano nel sottoterraneo. Il collegamento ai rispettivi locali HVAC e ventilatori avviene attraverso il vano tecnico che attraversa verticalmente l'edificio.

Sono impiegati condotti di tipo rettangolare in lamiera zincata di acciaio con rivestimento isolante e finitura in alluminio. All'estremità di ogni tratto di canale è previsto un diffusore. Tutti i tratti di canale sono completi di dispositivi di bilanciamento e regolazione delle portate, di serrande o valvole di intercettazione, serrande tagliafuoco e supporti.

L'estrazione dell'aria avviene dal basso mediante il sottosistema di estrazione come già anticipato. Due canali rettangolari corrono al di sotto del pavimento, nella zona interrata dell'edificio. Da essi si elevano una serie di stacchi dotati alle estremità di griglie di aspirazione, serrande di taratura manuale e serrande tagliafuoco.

La depressione nei locali è mantenuta da regolatori locali tramite serrande modulanti poste sui canali.

Il tasso di ricambio aria nominale per questi locali è 1,5/h.

#### 10.1.2 Locali di servizio

##### Cella di manutenzione schermata (001)

In questo locale è possibile aprire i contenitori ed accedere ai rifiuti in essi contenuti. Per questo il livello di depressione è il più basso (-120 Pa) ed il ricambio d'aria è più elevato (10 Vol/h, pari a 6000 m<sup>3</sup>/h). Per l'estrazione esiste un sistema dedicato con due ventilatori (uno in esercizio, uno di riserva) e da batterie filtranti (una in esercizio,

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



una di riserva) esterne in aggiunta al filtro interno alla cella ed a quello a valle dell'uscita cella. L'aria ricambio entra in cella dal locale tunnel 010, che a sua volta prende aria dal locale 012, ventilato dal sottosistema M2. Le condotte di immissione sono dotate di filtro assoluto e serrande motorizzata di isolamento. L'estrazione avviene tramite bocchette con filtro assoluto poste in prossimità del piano di lavoro della cella. Un secondo filtro assoluto sulla linea di estrazione è collocato all'uscita dalla cella. Tutti i condotti sono in acciaio inossidabile con giunzioni saldate.

### **Locali di ricezione e scarico 012 – 013 – 014 - 016**

Il locale di ricezione è servito dal sottosistema di immissione M2 e dal sistema di estrazione E2. Il livello di depressione associato è di -40 Pa con tassi di ricambio di  $1,5 \div 2 \text{ h}^{-1}$ .

All'apertura dei portoni verso l'esterno le serrande di mandata e di estrazione del locale vengono chiuse.

### **Locale Filtri 204**

Il locale filtri ospita tre banchi filtranti del sistema di estrazione principale E1 e due banchi filtranti del sistema di estrazione della cella calda (E2). Si tratta di filtri a banchi multipli costituiti da prefiltri ad alta efficienza e filtri assoluti (filtri HEPA). I filtri sono del tipo "bag-in/bag-out" sostituibili sotto sacco barriera.

Il locale è sottoposto ad una depressione di -40 Pa ottenute mediante derivazione (dotata di serranda modulante) dal canale di estrazione principale. L'aria in ingresso è ricavata dal sistema M2.

### **Cavedio Tecnico Ventilazione (302)**

Questo locale si sviluppa al piano copertura su tre rami collegati da un disimpegno di ingresso. Nella galleria transitano i condotti dell'aria di immissione alle navate (M1) ed agli altri locali sia di zona controllata (M2) che di zona non controllata (quelli alimentati da UTA 02). Nella galleria sono collocate le serrande di immissione ai locali e le penetrazioni di accesso alle lampade ed alla strumentazione di monitoraggio delle navate di stoccaggio.

La ventilazione ai rami del locale è ottenuta derivando aria condizionata dal sottosistema M2 ed estraendo aria tramite bocchette del sottosistema E2 nel disimpegno di raccordo all'ingresso dei rami. Il ricambio d'aria di base (0,5 volumi all'ora) può essere aumentato in caso di accesso del personale ad una dei rami (a scapito della portata sugli altri) agendo localmente su serrande di ingresso ai rami.



<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



### 10.1.3 Unità di Trattamento Aria UTA 01 (DW029-1)

Provvede al trattamento dell'aria destinata ai locali di zona controllata (navate di stoccaggio escluse) nelle varie condizioni di funzionamento stagionale garantendo un continuo controllo delle temperature e dell'umidità ambiente entro gli intervalli previsti.

Tale unità di trattamento aria ha una portata nominale di 21000 m<sup>3</sup>/h ed è costituita essenzialmente da:

- griglia di presa aria esterna con serranda di taratura
- prefiltri di tipo piano rigenerabile
- sezione filtri a tasche
- batteria di preriscaldamento alimentata con acqua calda (45 °C÷40 °C)
- batteria di raffreddamento e deumidificazione alimentata con acqua refrigerata (7°C÷12°C)
- sezione di umidificazione con umidificatore adiabatico ad elettrodi immersi
- separatore di gocce
- bacinella di raccolta condensa in acciaio inox
- batteria di post riscaldamento alimentata con acqua calda (45 °C÷40 °C);
- sezione ventilante con 2 ventilatori centrifughi a doppia aspirazione ed alto rendimento accoppiati a motore elettrico trifase con inverter per mezzo di cinghie regolabile e pulegge protette da carter; dei due ventilatori uno è in funzione mentre l'altro è in stand-by;
- serranda di regolazione mandata ventilatori
- supporti antivibranti e giunti antivibranti

La sezione ventilante è ridondata, mentre non lo è quella di trattamento. La perdita del condizionamento per periodi anche lunghi non pone problemi alla operabilità ed alla sicurezza dell'installazione. Una linea di bypass permette il funzionamento della ventilazione anche con unità di trattamento inoperabile ed isolata. La ridondanza dei ventilatori assicura la continuità dei ricambi d'aria e delle corrette depressioni nei locali.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



#### **10.1.4 Impianto di produzione acqua calda e refrigerata**

L'energia termofrigorifera necessaria per il condizionamento dell'aria è prodotta mediante unità esterne a pompa di calore con condensazione ad aria incorporato, realizzate con materiali resistenti agli agenti atmosferici che le rendono idonei per l'installazione all'esterno. Tale impianto prevede l'integrazione con una caldaia o con acqua calda distribuita da sistema di tele-riscaldamento di sito.

Per alimentare le batterie di post-riscaldamento, nel periodo estivo, quando la pompa di calore funziona in raffreddamento, si prevede l'installazione di unità dotate di recupero totale del calore, per la produzione simultanea di acqua calda e refrigerata.

Le unità sono dotate di quadro montato a bordo macchina, con una sezione relativa alle alimentazioni di potenza ed una di comando e controllo. Quest'ultima ha la gestione completa della macchina ed è dotata di interfaccia informatizzata, in grado di comunicare con il sistema di controllo principale, da quale sarà possibile, oltre che visualizzare lo stato dell'apparecchiatura e gli allarmi, impartire i comandi.

#### 10.2 ZONA NON CONTROLLATA

##### **Locali Sala Controllo– Locali Fisica Sanitaria- Uffici-Spogliatoi**

Il condizionamento delle aree con destinazione d'uso quali uffici, laboratori, sala controllo, spogliatoi e servizi igienici è del tipo ad aria primaria e fan-coils. L'unità di trattamento aria primaria (UTA 02) è dimensionata per assicurare un adeguato ricambio d'aria esterna. Lo smaltimento dei carichi sensibili e delle rientrate di calore per il mantenimento delle temperature di progetto all'interno dei singoli ambienti, è affidato a ventilconvettori a pavimento funzionanti a due tubi con termoregolazione locale e interfacciata al sistema di supervisione. L'acqua calda o fredda ai fan-coils è fornita dall'impianto centralizzato di sito per la produzione di acqua calda e refrigerata. In alternativa si potranno impiegare unità a pompa di calore reversibile ad espansione diretta

L'aria viziata, ripresa dagli ambienti in parte viene espulsa dagli estrattori dei locali wc ed in parte viene ricircolata.

Tutte le aree condizionate sono in leggera sovrappressione rispetto all'ambiente esterno. Le porte dei locali sono dotate di griglie di transito.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## Locale Ventilatori 206

Il locale ventilatori si trova a pressione atmosferica. In questo caso la portata di aria immessa è pari alla portata estratta. Il flusso di aria è attivato da un ventilatore di estrazione posto in prossimità della parete ed entra nel locale da una griglia con filtro di tipo G4.

## Locali Tecnici 017-019-021

In questi locali la temperatura è controllata tramite unità di scambio alimentate da una pompa di calore esterna. Il ricambio d'aria è ottenuto con ventilatore premente a parete e con filtro G4 e bocchette di uscita con serranda a gravità.

### 10.2.1 Unità di Trattamento Aria UTA 02 (DW029-2)

Provvede al trattamento aria nelle varie condizioni di funzionamento stagionale garantendo un continuo controllo delle temperature e dell'umidità ambiente per le aree trattate inviando aria a punto neutro (26 °C UR 50% in estate e 20 °C e UR 50% in inverno).

Tale unità di trattamento aria, con portata nominale da 5200 m<sup>3</sup>/h, è costituita essenzialmente da:

- griglia di presa aria esterna con serranda di taratura
- prefiltri di tipo piano rigenerabile
- sezione filtri a tasche
- batteria di preriscaldamento alimentata con acqua calda (45 °C÷40 °C)
- batteria di raffreddamento e deumidificazione alimentata con acqua refrigerata (7°C÷12°C)
- sezione di umidificazione con umidificatore adiabatico ad elettrodi immersi
- separatore di gocce
- bacinella di raccolta condensa in acciaio inox
- batteria di post riscaldamento alimentata con acqua calda (45 °C÷40 °C)

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



- sezione ventilante con ventilatore centrifugo a doppia aspirazione ed alto rendimento accoppiato a motore elettrico trifase con trasmissione a cinghie regolabile e pulegge protette da carter
- serranda di regolazione mandata ventilatori
- supporti antivibranti e giunti antivibranti

La mandata dell'aria primaria è distribuita attraverso una rete di canali in lamiera zincata, opportunamente coibentati. La diffusione dell'aria negli ambienti è effettuata per mezzo di diffusori a soffitto, del tipo ad alta induzione ad effetto elicoidale.

### **10.2.2 Impianto di produzione e distribuzione acqua calda e refrigerata alle utenze HVAC di Zona Non Controllata**

L'energia termofrigorifera necessaria al trattamento dell'aria esterna è prodotta mediante unità esterna a pompa di calore, con condensatore/evaporatore ad aria incorporato, realizzato con materiali resistenti agli agenti atmosferici che la rende idonea per l'installazione all'esterno. Tale impianto prevede l'integrazione con una caldaia di produzione acqua calda.

In alternativa può essere utilizzata la rete tele-riscaldamento di sito (se esistente).

La pompa di calore sarà dimensionata in base alla richiesta della batteria di refrigerazione e riscaldamento delle unità di trattamento aria. Per alimentare le batterie di post-riscaldamento, nel periodo estivo, quando le pompe di calore funzionano in raffreddamento, si prevede l'installazione dell'unità dotata di recupero totale del calore, per la produzione simultanea di acqua calda e refrigerata.

L'unità è dotata di quadro montato a bordo macchina, che ha una sezione relativa alle alimentazioni di potenza ed una di comando e controllo per la gestione completa della macchina dotata di interfaccia informatizzata, in grado di comunicare con il sistema di controllo principale, da quale sarà possibile, oltre che visualizzare lo stato dell'apparecchiatura e gli allarmi, impartire comandi.

Il circuito idraulico sarà costituito da un circuito primario ed un circuito secondario. Il primario è costituito dal, gruppo, con le relative pompe di alimentazione e serbatoi inerziali lato freddo e lato caldo. Il secondario è costituito dalle pompe a servizio delle utenze, e le unità terminali. Il circuito primario e il circuito secondario sono separati da un collettore di tipo aperto.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



La distribuzione del fluido avviene tramite circuiti principali, con commutazione estate/inverno sulle batterie di post-riscaldamento. Ogni circuito sarà dotato di elettropompe gemellari monoblocco, tutte ridondate, vaso d'espansione, serbatoio inerziale e organi di intercettazione e manovra.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di</b> <b>ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 11 VENTILAZIONE EDIFICIO TIPO CON NAVATA CASK

Questo edificio, vedi [Rif. 9], [Rif. 10], [Rif. 11], si differenzia dall'edificio Tipo per l'aggiunta dei locali dedicati alla ricezione, ispezione, manutenzione e stoccaggio di cask con combustibile irraggiato o con residui da riprocessamento ad alta attività (vetrificati e supercompattati). In particolare è presente una cella schermata di manutenzione dove è possibile aprire in maniera remotizzata anche il coperchio primario del cask.

In questo edificio esistono due sistemi di ventilazione di Zona Controllata:

- ventilazione forzata navate stoccaggio manufatti, aree di servizio e celle di manutenzione
- ventilazione naturale navata di stoccaggio cask

Inoltre è previsto un sistema di ventilazione forzata della Zona Non Controllata, del tutto simile a quello dell'Edificio Tipo, per sala controllo, locali tecnici, uffici, servizi igienici.

### 11.1 VENTILAZIONE FORZATA NAVATE STOCCAGGIO MANUFATTI E AREE DI SERVIZIO

Il sistema di ventilazione forzata (per lo schema si veda [Rif. 6]) è analogo a quello dell'edificio Tipo già descritto e si differenzia da questo per l'aumentata potenzialità dovuta all'aggiunta dei seguenti locali ([Rif. 9], [Rif. 10], [Rif. 11]):

- C007 - movimentazione cask
- C003 - ispezione cask
- CS03 e CS04 – tunnel sotto cella
- C001 – cella schermata manutenzione cask
- C006 – area operatori cella schermata
- C005 – area di servizio cella schermata
- C202 – area sopra cella schermata
- ramo aggiunto al cavedio ventilazione (302)

Per tutti questi locali l'immissione d'aria trattata è derivata dal collettore di mandata del sottosistema M2 di edificio del tutto simile a quello descritto al par.7.3.2 ed al par.10.1.

<b>Relazione Tecnica</b>  <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



Per quanto riguarda l'estrazione i locali aggiunti, eccetto la cella C001, sono serviti dal sottosistema E2 di edificio simile a quello già descritto al par.7.2.

L'estrazione dalla cella schermata C001 avviene tramite il sistema E3, potenziato rispetto a quello dell'edificio Tipo.

In particolare, rispetto agli analoghi sottosistemi dell'edificio Tipo:

- a) il sottosistema di immissione M2 ha una capacità 44500 m<sup>3</sup>/h, comprensiva della mandata alla cella schermata di manutenzione cask (10000 m<sup>3</sup>/h)
- b) il sottosistema di estrazione E2 ha una capacità di 30100 m<sup>3</sup>/h anziché 21000 m<sup>3</sup>/h
- c) il sottosistema di estrazione E3 (celle di manutenzione) ha una capacità di 16000 m<sup>3</sup>/h anziché 6000 m<sup>3</sup>/h

L'area di ricezione e scarico cask (C009-C004) è ventilata dalla circolazione in convezione naturale della navata cask.

## 11.2 NAVATA STOCCAGGIO CASK – C012

La ventilazione della navata cask è di tipo passivo essendo ottenuta per convezione naturale attraverso aperture di ingresso sulle pareti laterali e camini di espulsione sopra la quota della copertura.

L'ingresso e l'espulsione dell'aria avvengono attraverso labirinti con funzione di schermo delle radiazioni e di protezione.

Le aperture di ingresso e uscita sono dotate di griglie, di serrande ad alette regolabili e di pannelli filtranti antipolvere.

In condizioni di massima temperatura di progetto dell'aria esterna, la portata d'aria consente di limitare la massima temperatura della guaina del combustibile irraggiato e dei residui vetrificati a valori inferiori a quelli di progetto. Conservativamente i cask si considerano carichi ciascuno con 28 canister da 2 kW (limite superiore potenza termica da specifica dei canister) o con combustibile irraggiato di pari potenza termica residua (56 kW per cask).

La circolazione della navata cask assicura anche la ventilazione dell'area di ricezione cask (locali C004 e C009) ad essa direttamente collegata: l'aria esterna entra nei locali tramite un'apertura in parete dotata di griglia, serranda e filtro antipolvere.

<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



## 12 DOCUMENTIE NORMATIVE DI RIFERIMENTO

- [Rif. 1] ENEA-DISP – Guida Tecnica N. 26. “Gestione dei rifiuti radioattivi”, 1987
- [Rif. 2] Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015 “Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell’articolo 5 del decreto legislativo 4 Marzo 2014, n. 45”
- [Rif. 3] IAEA Safety Standards - General Safety Guide No. GSG-1 “Classification of Radioactive Waste, 2009
- [Rif. 4] DN DI 00018 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Relazione Generale
- [Rif. 5] DN DI 00040 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Schema generale impianto di ventilazione - edificio tipo
- [Rif. 6] DN DI 00041 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Schema generale impianto di ventilazione - Edificio tipo con cask
- [Rif. 7] DN DI 00032 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Planimetrie edificio tipo
- [Rif. 8] DN DI 00033 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Sezioni edificio tipo
- [Rif. 9] DN DI 00035 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Planimetrie edificio tipo con cask- tavola 1
- [Rif. 10] DN DI 00036 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Planimetrie edificio tipo con cask – tavola 2
- [Rif. 11] DN DI 00037 – Complesso Stoccaggio Alta attività – Sezioni edificio tipo con cask
- [Rif. 12] ISO 17873:2004 Nuclear facilities – Criteria for the design and operation of ventilation systems for nuclear installation other than nuclear reactors
- [Rif. 13] DL 25.02.00 n.93 “Attuazione della Direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature in pressione”
- [Rif. 14] EN 1822-2 – “High efficiency air filters (HEPA and ULPA) - Part 2 – “Aerosol production, measuring equipment, particle”
- [Rif. 15] EN 1822-3 – “High efficiency air filters (HEPA and ULPA) - Part 3 – “Testing flatsheet filter media”
- [Rif. 16] EN 1822-4 – “High efficiency particulate air filters (HEPA and ULPA) - Part 4 –“Determining leakage of filter elements (Scan method)”
- [Rif. 17] EN 1822-5 – “High efficiency particulate air filters (HEPA and ULPA) - Part 5 –“Determining the efficiency of filter elements”
- [Rif. 18] UNI EN 1886:2008 Ventilazione degli edifici - Unità di trattamento dell'aria -Prestazione meccanica
- [Rif. 19] UNI EN 12238:2005 Ventilazione degli edifici - Bocchette - Prove aerodinamiche e classificazione per applicazioni a flusso miscelato
- [Rif. 20] UNI EN 12237:2004 Ventilazione degli edifici - Reti delle condotte – Resistenza e tenuta delle condotte circolari di lamiera metallica



<b>Relazione Tecnica</b> <b>Complesso Stoccaggio Alta attività</b> <b>Relazione generale impianti di ventilazione</b>	<b>ELABORATO</b> <b>DN DI 00020</b>  <b>REVISIONE</b> <b>00</b>
---	---



- [Rif. 21] UNI EN 1505:2000 Ventilazione negli edifici - Condotte metalliche e raccordi a sezione rettangolare - dimensioni
- [Rif. 22] UNI EN 1506:2008 Ventilazione degli edifici - Condotte di lamiera metallica e raccordi a sezione circolare - dimensioni
- [Rif. 23] UNI EN 1751:2003 Ventilazione degli edifici - Dispositivi per la distribuzione dell'aria – Prove aerodinamiche delle serrande e delle valvole
- [Rif. 24] UNI EN 10217-1:2005 Tubi saldati di acciaio per impieghi a pressione - Condizioni tecniche di fornitura - Parte 1: Tubi di acciaio non legato per impiego a temperatura ambiente
- [Rif. 25] UNI EN 12097:2007 Ventilazione degli edifici - Rete delle condotte – Requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte
- [Rif. 26] AS.A.P.I.A. Guida tecnica N. 1 - Per la scelta, l'ordinazione e la costruzione delle condotte in lamiera
- [Rif. 27] AMCA - Air Moving and Conditioning Association