

Impianto Produzione Moduli- Relazione Descrittiva Generale

Codice DN DN 00100 Fase del progetto Preliminare Data 26/02/2018 Pag. 1



Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



INDICE

1	ACRONIMI	4
2	PREMESSA	5
3	SCOPO	6
4	L'IMPIANTO NEL CONTESTO GENERALE DI SITO	7
5	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO E DEI COMPONENTI PRINCIPALI	8
5.1	MODULO	8
5.2	DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	9
5.3	PLANIMETRIA GENERALE DI IMPIANTO	11
5.4	SISTEMA DI CASSERATURA	15
5.5	PINZA DI RIBALTAMENTO	16
5.6	CAMPANA A VAPORE DI MATURAZIONE	17
6	ALTRI SISTEMI NELL' AREA DI IMPIANTO	18
6.1	STAZIONE DI BETONAGGIO	18
6.2	STAZIONE DI PRODUZIONE DEL VAPORE	20
7	PROCESSI DI IMPIANTO	22
7.1	PRODUZIONE DEL CORPO DEL MODULO	22
7.2	PRODUZIONE DEL COPERCHIO DEL MODULO	23
7.3	MATURAZIONE E USCITA DEL MODULO DALL'IMPIANTO	23
7.4	TEMPI DI PROCESSO E NUMERO DI OPERATORI	24
8	SISTEMI AUSILIARI	26
8.1	SISTEMA DI CONTROLLO E AUTOMAZIONE	26
8.2	SISTEMA ELETTRICO	28
8.3	SISTEMA DI PROTEZIONE INCENDIO	30
8.4	SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO	31
8.5	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE FLUIDI	32
8.6	SISTEMA DI RACCOLTA REFLUI	33
8.7	SISTEMA DI CONTROLLO ACCESSI	34
9	NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	35

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale</p>	<p>ELABORATO DN DN 00100</p> <p>REVISIONE 02</p>
---	--



1 ACRONIMI

- **CdD** Celle di Deposito
- **ICM** Impianto Confezionamento Moduli
- **IPM** Impianto Produzione Moduli
- **DNPT** Deposito Nazionale e Parco Tecnologico
- **SC** Sistema di Controllo ed automazione
- **SAS** Sistema di Accesso Sicuro
- **UPS** Uninterruptible Power Supply (alimentazione elettrica non interrompibile)
- **USM** Unità Smaltimento Moduli

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



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. 3] – attività molto bassa e a bassa attività [Rif. 25] - VLLW e LLW secondo [Rif. 2]) 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. 3] – media attività e alta attività [Rif. 25] - ILW e HLW secondo [Rif. 2]).

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 Nazionale sarà composto da strutture di superficie per la sistemazione dei rifiuti, progettate sulla base delle migliori esperienze internazionali e secondo i più recenti standard IAEA (International Atomic Energy Agency): un deposito per lo 'smaltimento a titolo definitivo' dei rifiuti di bassa e media attività e un deposito per l'immagazzinamento a 'titolo provvisorio di lunga durata' dei rifiuti ad alta attività (denominato Complesso Stoccaggio Alta attività - CSA). Il trasferimento dei rifiuti radioattivi in un unico sito garantirà una loro gestione sicura, efficiente e razionale, e permetterà di rispettare le direttive europee, allineando l'Italia ai Paesi che da tempo hanno in esercizio sul loro territorio depositi analoghi.

In particolare nell'Impianto di Produzione Moduli saranno fabbricati i Moduli, contenitori prismatici in calcestruzzo destinati ad accogliere i manufatti contenenti rifiuti radioattivi. Il Modulo costituisce l'unità elementare di stoccaggio del deposito (impianto USM). Esso sarà confezionato nell'ICM da cui, dopo essere stato cementato e sigillato, verrà trasportato all'USM dove sarà collocato definitivamente.

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



3 SCOPO

La presente relazione contiene la descrizione generale dell'Impianto Produzione Moduli (IPM) nell'ambito del progetto preliminare del Deposito Nazionale e Parco Tecnologico finalizzato alla pubblicazione e presentazione al Seminario Nazionale [Rif. 24].

Le descrizioni dei sistemi che compongono l'impianto hanno lo scopo di fornire una panoramica generale dei sistemi stessi e delle loro principali caratteristiche. Ciascuna parte dell'impianto infatti è descritta in dettaglio nella relativa documentazione di riferimento, a cui si rimanda nei capitoli successivi (vedi capitolo 9).

Si precisa che il progetto preliminare dell'IPM è stato sviluppato senza tener conto di vincoli imposti dalle caratteristiche del sito scelto per ospitarlo, in particolare con riferimento all'ingombro degli impianti. Il progetto definitivo sarà invece sviluppato tenendo conto delle caratteristiche e dello spazio disponibile nel sito destinato ad ospitare il DNPT e della definizione delle barriere secondo esito della 'Qualifica delle Barriere'¹, in particolare per la ricetta del calcestruzzo del modulo e della procedura di realizzazione.

L'IPM si configura come un impianto di tipo convenzionale in quanto non sono presenti sorgenti radioattive di nessuna tipologia.

¹ La qualifica delle barriere in calcestruzzo del DN ha l'obiettivo di definire le caratteristiche chimiche, fisiche, meccaniche nonché le procedure di realizzazione e qualificazione del Modulo+Grout (d'ora in avanti semplicemente 'Modulo'), al fine di *implementare la soluzione ingegneristica più idonea ad assicurare a lungo termine (350 anni) la sicurezza strutturale e la funzionalità di isolamento e confinamento dei radionuclidi.*

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



4 L'IMPIANTO NEL CONTESTO GENERALE DI SITO

Il sito del DNPT nel suo complesso è costituito da un'area destinata al Deposito Nazionale ed un'area dedicata al Parco Tecnologico. Nell'area Parco Tecnologico sono realizzati sia impianti/installazioni funzionalmente collegate all'area Deposito Nazionale, sia impianti/installazioni utili per integrare il DNPT con il tessuto socio-economico della regione dove verrà realizzato.

Nell'area Deposito Nazionale sono realizzate le installazioni dedicate alla sistemazione definitiva dei rifiuti radioattivi a bassa e media attività, quelle dedicate allo stoccaggio temporaneo dei rifiuti radioattivi ad alta attività, altre installazioni dedicate alla gestione rifiuti radioattivi e altre installazioni ausiliarie.

L'Impianto Produzione Moduli ha la funzione di produrre i moduli da utilizzarsi nell'impianto ICM per la sistemazione definitiva dei manufatti e che successivamente vengono posizionati all'interno delle USM.

La posizione di questo impianto, come quella di tutti gli altri sul sito del DNPT, è funzione delle caratteristiche morfologiche del sito stesso. Tuttavia in generale si troverà all'interno di una propria area recintata in prossimità dell'ICM e dell'area di stoccaggio materiali.

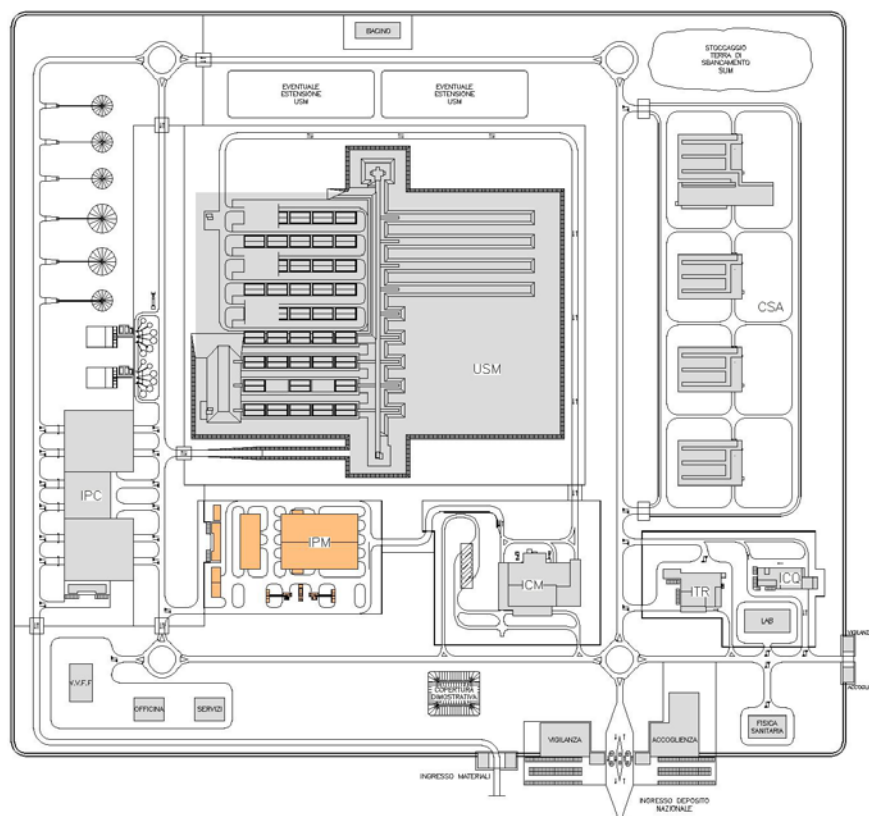


Figura 1. Ubicazione IPM nel complesso di sito

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale</p>	<p>ELABORATO DN DN 00100</p> <p>REVISIONE 02</p>
---	--



5 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO E DEI COMPONENTI PRINCIPALI

L'Impianto di Produzione Moduli ha la funzione di produrre i moduli da utilizzare nell'ICM per il caricamento dei manufatti radioattivi e da mettere a dimora definitivamente nelle celle. L'attività produttiva prevede la realizzazione in parallelo dei seguenti componenti:

- a) corpo del modulo
- b) coperchio del modulo

L'impianto è dimensionato per la produzione di 8 moduli giornalieri su due turni lavorativi col terzo turno lasciato alla maturazione del calcestruzzo mediante vapore.

L'impianto di processo è strutturato su otto linee di processo in parallelo per la lavorazione del corpo dei moduli e dei coperchi, ciascuna ospitata in una delle quattro navate principali in cui è suddiviso l'edificio [Rif. 4].

5.1 MODULO

Il Modulo costituisce la struttura di base per la messa a dimora dei rifiuti a deposito e, insieme alla malta cementizia qualificata di immobilizzazione (*grout*), rappresenta la seconda barriera ingegneristica di confinamento dei rifiuti radioattivi.

Il Modulo è costituito da un contenitore parallelepipedo in calcestruzzo armato (o in cemento fibro-rinforzato) di dimensioni esterne pari a 3050 mm x 2090 mm x 1700 mm (1790 mm con i sistemi d'aggancio) nel quale vengono sistemati i manufatti, fusti cilindrici o contenitori prismatici, successivamente immobilizzati mediante il *grout*.

Le operazioni di inserimento dei manufatti nel modulo, di immobilizzazione mediante *grout*, di chiusura e sigillatura del Modulo vengono effettuate in un impianto dedicato (Impianto di Confezionamento Moduli) dal quale il Modulo è poi trasferito mediante navetta alle Celle per la sistemazione definitiva.

Dopo la presa della malta, il Modulo e i manufatti costituiscono un unico "monolite", l'unità minima movimentabile contenente rifiuti. Il Modulo può essere facilmente movimentato mediante agganci superiori.



Figura 2. Corpo del Modulo

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---

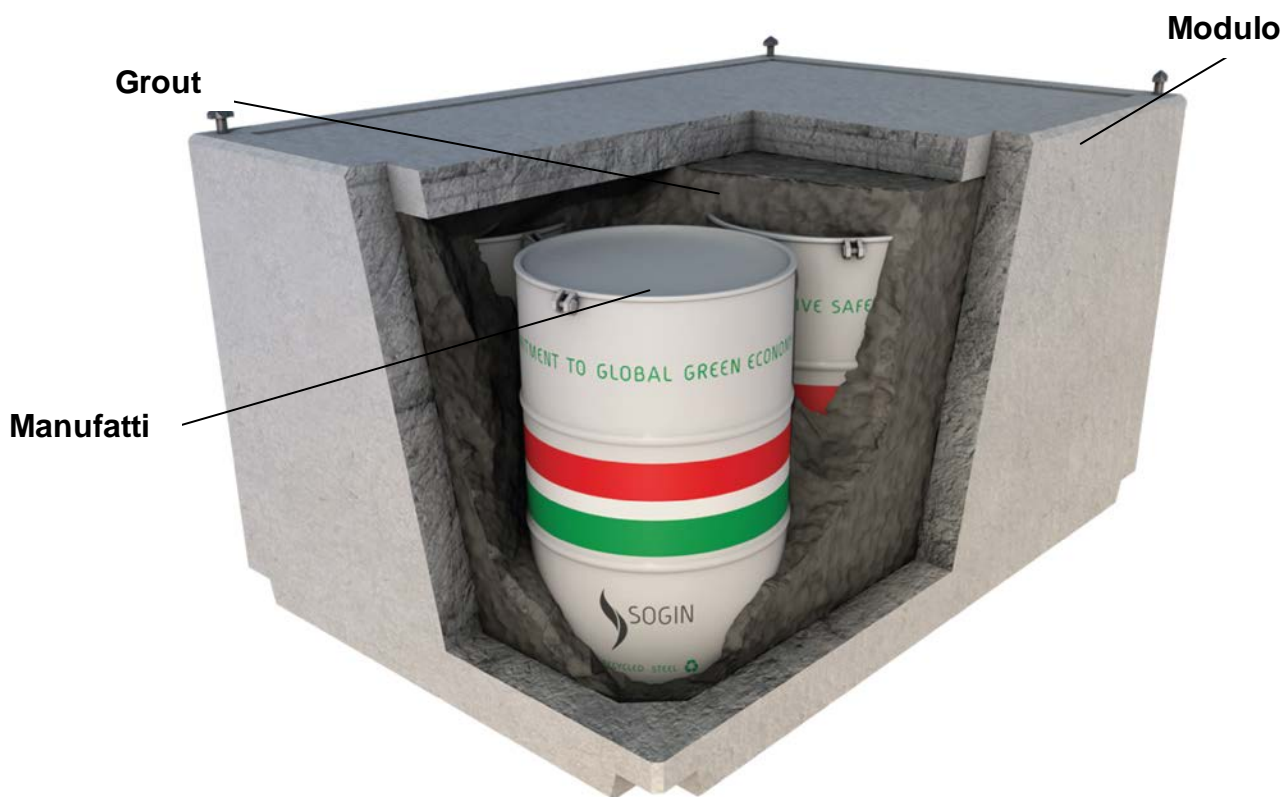


Figura 3. Spaccato del Modulo

5.2 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

Di seguito si riporta la descrizione di un predimensionamento delle strutture dell'impianto IPM definito, in questa fase, a partire dalla conoscenza Sogin di progetti analoghi, sia per esperienza diretta che attraverso esempi internazionali.

L'edificio dell'impianto l'IPM è una struttura in carpenteria metallica monopiano costituito da quattro navate delimitate da otto file di colonne che si sviluppano nella direzione longitudinale. Ogni navata è servita da due carroporti per la movimentazione delle masse. La superficie totale coperta ha una forma rettangolare, misura circa 7400 m² ed è caratterizzata da una dimensione trasversale dell'opera pari a circa 72,50 m: una luce così ampia ha imposto di prevedere cinque appoggi (colonne) per le capriate a doppia falda. La dimensione longitudinale è invece di circa 100 m ed è ottenuta ripetendo 20 volte il portale trasversale con interasse di 5,50 m. Un valore così importante della lunghezza longitudinale, consiglia di realizzare la struttura utilizzando un giunto strutturale: la lunghezza delle due parti che si ottengono è pari a 50 m circa. Di conseguenza l'area di lavoro è divisa in due aree rettangolari pari a circa 50 x 72 metri e ognuna delle aree è suddivisa a sua volta da quattro

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



navate delimitate dalle colonne che sostengono le capriate a copertura delle zone di lavorazione.

Gli elementi strutturali dell'edificio sono:

- manto di copertura
- arcarecci
- capriate
- vie di corsa dei carroponi
- colonne
- elementi di controventamento

La copertura, per strutture del genere, ha come unica funzione la protezione dalle precipitazioni e dagli agenti atmosferici, senza avere particolari funzioni portanti; si prevede quindi di utilizzare pannelli coibentati in lamiera grecata sostenuti dagli arcarecci e, per limitarne la deformabilità, si prevedono anche controventi di falda.

L'edificio è separato funzionalmente in due parti:

- processo
- maturazione moduli

che, a parte le dimensioni longitudinali, non differiscono sostanzialmente tra di loro.

Il portale trasversale in carpenteria metallica è rappresentato in Figura 4; per ragioni di simmetria si è riportato solo parte del portale. Esso è composto da 4 campate, ognuna delimitata da due colonne realizzate con profilo HEM 450; l'interasse tra le colonne è pari a circa 17metri. Tra due campate adiacenti, le colonne sono raddoppiate e collegate tra loro con profili UPN 300 doppi; l'interasse tra le colonne raddoppiate è pari a circa 1metri; all'interno dello spazio tra le due file di colonne è alloggiata la passerella per la manutenzione dei carriponte a quota 9 metri circa. A quota 7 metri sono alloggiate le mensole per il sostegno delle vie di corsa dei carriponte; a partire da tale quota, e si utilizza un profilo HEM 300. Le lunghezze dei profili variano a seconda delle colonne come si può vedere sia dalla figura che negli elaborati grafici [Rif. 4], [Rif. 5], [Rif. 6]. Negli stessi elaborati è rappresentata la capriata (reticolare) costituita da profili angolari accoppiati e poggiante in cinque punti. L'altezza di colmo è pari a circa 15,50 metri, mentre l'altezza minima all'estremità è 12,50 metri; l'altezza interna delle campate estremali è 11,50 metri, mentre le campate centrali hanno altezza interna di circa 13 metri.

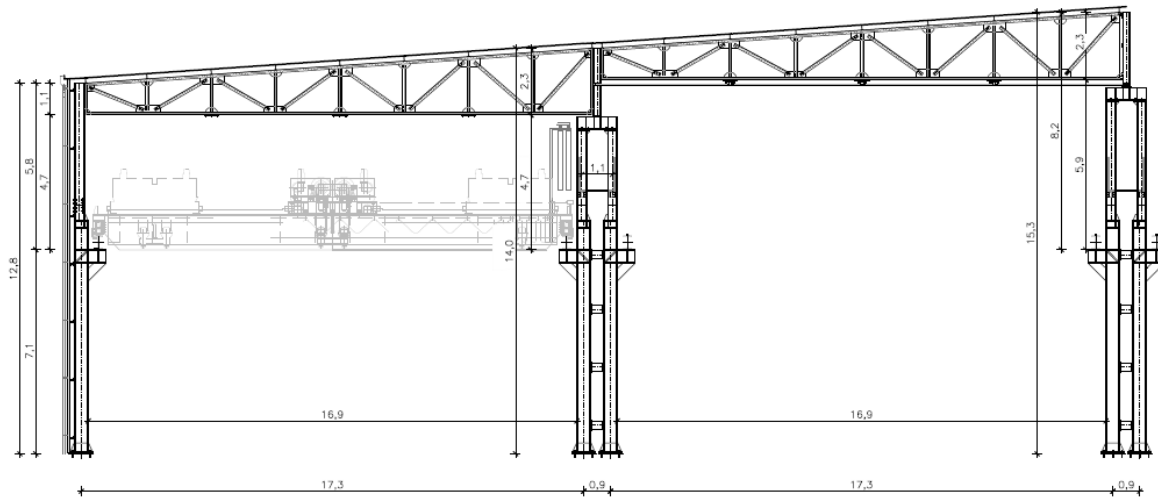


Figura 4. Portale trasversale in carpenteria metallica (altra metà simmetrica)

Sono previsti elementi di controvento sia di falda che di parete; per i primi si utilizza un angolare 70x70x6, per i secondi un profilo UPN 160. Il profilo utilizzato per le vie di corsa dei carriponte è un HEB 450.

Infine, con riferimento alla fondazione dell'edificio, essa è realizzata con una platea in c.a. dello spessore di 50 cm.

5.3 PLANIMETRIA GENERALE DI IMPIANTO

Ciascuna delle quattro navate principali che costituiscono l'impianto è servita da due carroporti le cui vie di corsa sono estese all'intera navata. Per garantire una capacità produttiva totale di 8 moduli/giorno, ciascuna delle 4 navate è dimensionata per una capacità produttiva giornaliera di N°2 moduli ed è suddivisa in due sezioni principali: una prima dedicata al processo di lavorazione del corpo e del coperchio dei moduli, una seconda dedicata allo stoccaggio degli stessi per la fase di maturazione a 28 giorni.

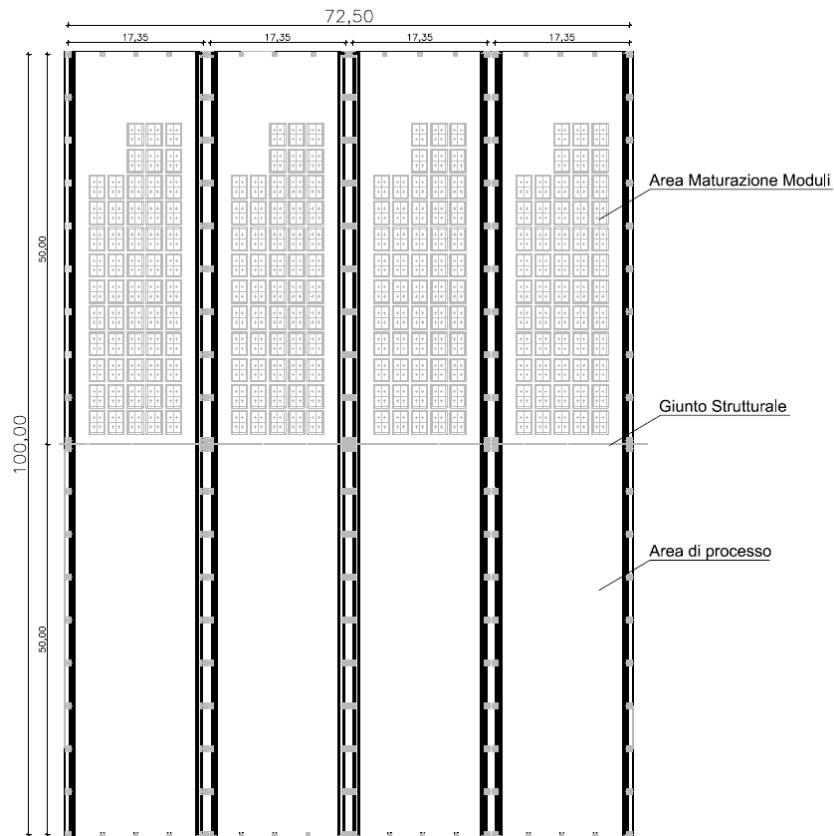


Figura 5. Disposizione funzionale edificio IPM

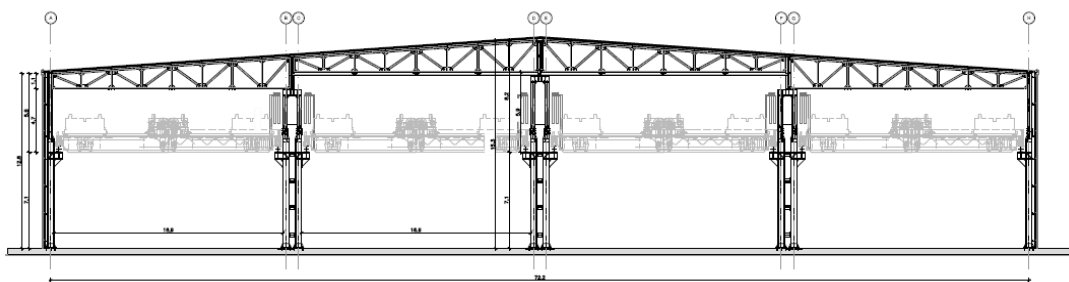


Figura 6. Sezione trasversale IPM

La movimentazione di materiali tra le navate avviene attraverso due vie di comunicazione poste trasversalmente alle linee di processo: la prima, posizionata in prossimità di una delle due estremità delle navate, è destinata alla movimentazione dei seguenti componenti:

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- gabbie d'armatura del corpo e del coperchio del modulo a mezzo di forklift; le gabbie vengono prelevate da un magazzino esterno all'impianto e movimentate al suo interno per le successive operazioni di movimentazione
- benna caricata con malta cementizia e movimentata mediante forklift; la benna viene movimentata dall'impianto di betonaggio all'esterno sino all'interno per le successive operazioni di movimentazione
- piastra di base da posizionare sul fondo del modulo; tale componente viene movimentato mediante forklift; le piastre vengono prelevate da un magazzino esterno all'impianto e trasportate al suo interno per le successive lavorazioni

Una seconda via, posizionata a metà della lunghezza delle navate, svolge funzioni legate alla:

- movimentazione verso l'esterno di casseri difettosi per operazioni di manutenzione/sostituzione
- movimentazione verso l'interno di attrezzature, non previste durante il normale esercizio, necessarie al corretto svolgimento di alcune fasi operative del ciclo di produzione

All'interno della sezione dove si realizza il ciclo di produzione dei moduli, il flusso del processo si svolge lungo due linee parallele, simmetriche rispetto all'asse di mezzeria della campata; ciascuna linea è organizzata con le seguenti postazioni principali:

- a) postazione A per le operazioni di:
 - cassetatura del corpo del modulo
 - getto del corpo con malta cementizia
 - maturazione del corpo in fase vapore
 - ribaltamento ed estrazione della cassaforma interna
 - scassetatura corpo

- b) postazione B per le operazioni di:
 - cassetatura del coperchio del modulo
 - getto del coperchio con malta cementizia
 - maturazione del coperchio in fase vapore
 - montaggio del telaio superiore (per il ribaltamento)
 - ribaltamento del coperchi
 - scassetatura coperchio

Ciascuna delle suddette postazioni è delimitata da un gradino perimetrale per l'appoggio della campana di maturazione; inoltre è servita da passerelle reclinabili per gli operatori. Ciascuna delle postazioni A e B è servita anche da una gru a bandiera per la movimentazione dei materiali (16 gru a bandiera in totale).

Lungo ogni linea si distinguono inoltre:

- a) un'area di stoccaggio per le campane a vapore del corpo e del coperchio: le campane sono stoccate in posizione annidata, ovvero l'una dentro l'altra

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- b) un'area di stoccaggio per il sistema di casseratura superiore del corpo del modulo
- c) un'area di stoccaggio per il pannello orizzontale di casseratura interna di fondo del modulo
- d) un'area di stoccaggio del telaio superiore del coperchio del modulo: tale componente viene montato sul telaio di casseratura dopo la maturazione in fase vapore e prima della fase di ribaltamento dello stesso
- e) un'area di stoccaggio di una rastrelliera movimentabile tramite carroponete dimensionata per alloggiare i pannelli di casseratura dei due componenti da produrre

Oltre alle linee di lavorazione parallele, l'area di processo è dimensionata per consentire lo stoccaggio delle pinze utilizzate dal carroponete della sezione per le diverse operazioni di movimentazione previste durante il ciclo di lavorazione.

E' inoltre prevista un'area dedicata esclusivamente alla rigenerazione dei casseri in uso all'interno dell'impianto.

La sezione della navata dedicata alla maturazione finale dei moduli è dimensionata per lo stoccaggio di N°56 manufatti (ipotizzando una maturazione finale della durata di 28 giorni), disposti su un unico livello ed opportunamente distanziati per consentire le operazioni elementari di discesa e aggancio del manufatto da parte del dispositivo di presa. L'area è servita da uno dei due carroponete a servizio della navata, equipaggiato con pinza idonea alla movimentazione dei moduli.

I principali sistemi ausiliari di impianto, esterni all'edificio di processo, sono:

- la stazione di betonaggio; questa è costituita da due impianti di produzione del calcestruzzo con stessa capacità produttiva e sistemi di stoccaggio dei materiali atti a garantire 10 giorni d'autonomia. Ognuno di due impianti è dimensionato per produrre, in un breve arco di tempo, il quantitativo di calcestruzzo necessario per realizzare due batch, definiti ognuno come la somma delle quantità di prodotto richieste per il getto di un corpo ed un coperchio del modulo. Questa operazione deve inoltre essere ripetuta due volte in sequenza nell'arco della stessa giornata. Con riferimento al singolo impianto, ciò si traduce nella produzione di calcestruzzo per i getti di 4 moduli e dei rispettivi coperchi
- N°4 gruppi di generazione di vapore in bassa pressione per la fase di stagionatura accelerata dei componenti corpo e coperchio ([Rif. 11], [Rif. 20]). Ciascun gruppo, posizionato esternamente l'edificio in posizione adiacente la navata laterale, è dimensionato per consentire la maturazione in fase vapore di due gruppi modulo-coperchio. I componenti costituenti il singolo impianto sono:
 - un generatore di vapore

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- un addolcitore
- una vasca del sale
- una vasca di raccolta dell'acqua depurata
- una cisterna del combustibile di alimentazione

Da ogni generatore il vapore viene convogliato, attraverso opportune linee di distribuzione, ai due gruppi modulo-coperchio delle navate servite. Ogni linea di distribuzione termina in un toro rialzato che circonda il modulo (o coperchio) iniettando vapore in più punti all'interno di una campana di confinamento.

La configurazione di impianto è riportata nel documento di cui al [Rif. 9].

5.4 SISTEMA DI CASSERATURA

Il processo tecnologico sviluppato per la realizzazione del modulo prevede un unico getto all'interno di una cassaforma a pannelli componibili producendo un corpo del modulo in posizione a "bicchiere rovescio", vale a dire in posizione ribaltata rispetto a quella propria di funzionamento.

La cassaforma sviluppata per tale processo tecnologico è costituita dai seguenti componenti principali:

- un basamento della casseratura dotato di supporti per il posizionamento e l'aggancio del sistema di ribaltamento
- una serie di pannelli rinforzati in lamiera, tra loro componibili a costituire le pareti verticali della casseratura esterna ed interna
- una piastra orizzontale di chiusura del cassero interno del modulo per la formatura del fondo interno del modulo, dotata di telaio di supporto
- una piastra orizzontale del cassero esterno per la formatura del fondo esterno del modulo
- una serie di pannelli angolari per la realizzazione delle superfici verticali di spigolo della cavità interna del modulo

A tali componenti si aggiungono morsetti di fissaggio a vite ad aggancio rapido di diverse tipologie costruttive per il corretto accoppiamento ed il serraggio dei pannelli.

La lavorazione progettata prevede il getto del coperchio del modulo in posizione ribaltata (cioè con i ferri di attesa orientati verso l'alto) rispetto a quella di funzionamento.

Il sistema di casseratura sviluppato per la produzione del coperchio del modulo è composta dai seguenti componenti:

- un basamento della casseratura dotato di mensole di aggancio al sistema di ribaltamento

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale</p>	<p>ELABORATO DN DN 00100</p> <p>REVISIONE 02</p>
---	--



- piastrine di centraggio delle asole del coperchio
- quattro profilati a “C” nervati costituenti le pareti laterali del cassero
- cavalletto superiore di appoggio del coperchio del modulo, avente la funzione di appoggio dell’assieme cassero-coperchio dopo il ribaltamento

Sono previsti inoltre morsetti di fissaggio a vite ad aggancio rapido per il corretto accoppiamento ed il serraggio dei suddetti componenti.

Dopo la maturazione in fase vapore e prima del ribaltamento del coperchio è necessario vincolare al cassero, mediante collegamento smontabile, un controtelaio per consentire alla pinza di ribaltamento di posizionare correttamente il coperchio e trasferire il telaio di cassetta presso l’area rigenerazione casseri.

Descrizione più approfondita dei sistemi di cassetta è riportata nel documento di cui al [Rif. 7]

5.5 PINZA DI RIBALTAMENTO

Ogni linea di processo dell’impianto è attrezzata con un dispositivo agganciabile tramite lo spreader del modulo in grado di assolvere le seguenti funzioni:

- ribaltamento del sistema di cassetta del corpo del modulo ed estrazione del basamento consentendo la scassetta del modulo
- ribaltamento e rimozione del sistema di cassetta del coperchio del modulo

Tale sistema di ribaltamento è costituito da:

- telaio
- sistema di rotazione
- gruppo di azionamento del sistema di rotazione

La pinza di ribaltamento del corpo del modulo e del coperchio, è costituita da un telaio realizzato con profilati elettrosaldati a formare un portale. La traversa principale consiste di due travi parallele rigidamente collegate in corrispondenza delle estremità ed in mezziera mediante profili disposti in direzione perpendicolare a quella delle traverse principali.

Sulla travi della traversa principale sono realizzati quattro punti di attacco costituiti da tiranti con specifiche caratteristiche di resistenza per il collegamento, mediante agganci di tipo ISO-lock, con lo *spreader* di sollevamento del modulo.

L’azione di ribaltamento della pinza è realizzata a mezzo di una coppia di ralle di rotazione a dentatura interna.

L’anello esterno di ciascuna ralla è vincolato, mediante collegamento bullonato ad alta resistenza, ad una piastra rettangolare solidale alla struttura di supporto del montante. L’anello

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



interno mobile è solidale al supporto di interfaccia per il collegamento ai sistemi di cassetatura del corpo del modulo e del coperchio. Entrambe le ralle sono motrici quindi partecipano entrambe in egual misura ad erogare la coppia di ribaltamento. Il sistema di ribaltamento è descritto con più dettaglio nel documento di cui al riferimento [Rif. 7].

5.6 CAMPANA A VAPORE DI MATURAZIONE

La maturazione in fase vapore del modulo di deposito rappresenta un processo di stagionatura accelerata che consiste nel sottoporre il calcestruzzo, dopo il getto, all'effetto combinato di calore e umidità mediante invio di vapore saturo a bassa pressione in un determinato ambiente di trattamento.

L'adozione di opportuni parametri operativi di processo consentono lo sviluppo, in tempi relativamente brevi, di resistenze meccaniche sufficienti alla movimentazione del corpo e del coperchio del modulo permettendo la prosecuzione del ciclo di lavorazione.

A tale scopo, in ciascuna navata dell'impianto, sono previste quattro campane di stagionatura, due per ogni linea di lavorazione (una per il corpo del modulo ed una per il coperchio). All'interno di ciascuna campana viene inviato il vapore in grado di fornire simultaneamente il desiderato aumento di temperatura ed il mantenimento delle condizioni di saturazione.

Il dettaglio della campana a vapore di maturazione del corpo e di quella del coperchio sono mostrati nel documento di cui al [Rif. 7].

Le campane sono definite e dimensionate per soddisfare i seguenti requisiti funzionali:

- a) funzionamento discontinuo: le campane sono mobili e possono essere movimentate e posizionate all'occorrenza sul componente da trattare termicamente
- b) le pareti delle campane sono caratterizzate da sufficiente isolamento termico
- c) la forma geometrica e le dimensioni sono tali da mantenere una distribuzione regolare ed uniforme del calore
- d) le pareti delle campane sono impermeabili al vapore e permettono l'areazione ed il raffreddamento nella fase finale della stagionatura accelerata
- e) le campane sono munite della strumentazione necessaria al controllo di parametri operativi di processo quali temperatura ed umidità

Ogni campana a vapore in uso all'interno dell'Impianto Produzione Moduli ha una forma prismatica e la sua struttura di base è costituita da montanti, traversi e diagonali realizzati con profili scatolari metallici. Il volume di confinamento del vapore è delimitato da una serie di pannelli, i quali, attraverso viti di fissaggio, sono ancorati alla struttura portante della campana.

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale</p>	<p>ELABORATO DN DN 00100</p> <p>REVISIONE 02</p>
---	--



6 ALTRI SISTEMI NELL' AREA DI IMPIANTO

I principali sistemi di impianto, esterni all'edificio di processo, sono:

- la stazione di betonaggio per la produzione del calcestruzzo necessario alla fase di getto dei componenti corpo del modulo e coperchio
- la stazione di produzione del vapore per la fase di stagionatura accelerata dei componenti corpo del modulo e coperchio

6.1 STAZIONE DI BETONAGGIO

La centrale di produzione del calcestruzzo è composta da due impianti dimensionati per la stessa capacità produttiva. Ognuno di essi è in grado di produrre in un breve arco di tempo il quantitativo di malta necessaria per due batch, definiti ognuno come la somma delle quantità di prodotto richieste per il getto del corpo di un modulo ed un coperchio. Questa operazione deve inoltre essere ripetuta due volte in sequenza nell'arco della stessa giornata. Con riferimento al singolo impianto di betonaggio, ciò si traduce nella disponibilità di calcestruzzo per i getti di 4 moduli e dei rispettivi coperchi.

La stazione di betonaggio consente:

- lo stoccaggio del cemento, degli inerti e degli additivi necessari alla preparazione della malta all'interno di appositi silos, tramogge e serbatoi
- il dosaggio ed il trasferimento all'interno del mescolatore del cemento, degli inerti, degli additivi chimici e dell'acqua in quantità prefissate
- il trasferimento del calcestruzzo all'interno di benne di trasporto

Le condizioni essenziali di funzionalità che soddisfano i due impianti sono dunque le seguenti:

- garantire l'impasto omogeneo di calcestruzzo secondo una ricetta specifica impostata sul sistema di controllo della stazione di produzione
- garantire la produzione delle quantità di calcestruzzo necessarie alla produzione di 8 moduli e 8 coperchi al giorno secondo le tempistiche imposte dal processo

Per la preparazione della malta di calcestruzzo in oggetto è stata presa a riferimento la ricetta messa a punto nei precedenti studi effettuati, che prevede l'utilizzo tra gli inerti anche di cenere volante, e fumo di silice, l'aggiunta di un additivo super fluidificante e di un additivo areante, acqua.

Ogni impianto è costituito da un'intelaiatura a traliccio a due livelli che sorregge al primo livello due mescolatori planetari in grado di garantire il desiderato grado di omogeneità dell'impasto in tempi compatibili alle richieste di calcestruzzo dell'IPM. Ogni mescolatore riceve il miscelato asciutto, ovvero l'insieme dei componenti in polvere nelle giuste percentuali, direttamente da

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



un unico miscelatore di polveri installato ad una quota superiore dell'intelaiatura di sostegno. Questo componente consente di svincolare le fasi di caricamento e miscelazione dei componenti secchi dal mescolatore planetario, rendendo più rapida la produzione del calcestruzzo. Conclusa l'operazione di miscelazione a secco, tutto il mix asciutto viene scaricato per gravità nel mescolatore di riferimento [Rif. 10].

Il miscelatore di polveri, prima di scaricare nel mescolatore planetario, riceve i prodotti solidi granulari secondo i dosaggi previsti dalla ricetta di qualifica del calcestruzzo. Il dosaggio del cemento e della cenere volante è garantito dall'utilizzo di tramogge pesate (o bilance) e coclee estrattrici che prelevano il materiale dai rispettivi silos di stoccaggio. Il materiale passa dal silo alla tramoggia mediante una valvola stellare rotativa a passaggio verticale installata sotto silo. Ogni tramoggia di caricamento e dosaggio è dotata di celle di carico elettroniche per la pesatura ed il conseguente dosaggio del materiale e di vibratore che garantisce lo scorrimento del prodotto. La bilancia è direttamente interfacciata con il sistema di controllo della stazione di produzione della malta: in base alla ricetta preventivamente impostata dall'operatore sul pannello di controllo ed al batch di produzione, il sistema trasferisce mediante coclee estrattrici quantità prefissate di cenere volante e di cemento nel miscelatore polveri.

Gli altri componenti secchi (ghiaino e sabbia) vengono stoccati in due gruppi di accumulo e dosaggio costituiti da più tramogge indipendenti, una per componente. In questo caso il dosaggio viene effettuato in sequenza attraverso due nastri estrattori pesatori, uno per ogni gruppo, su celle di carico. Effettuato il dosaggio, il materiale viene trasferito ad un unico nastro inclinato che a sua volta alimenta un elevatore a tazze il quale trasferisce gli inerti all'interno del miscelatore polveri. Questa configurazione permette infatti di minimizzare l'ingombro e l'estensione dell'intero impianto.

Oltre al dosaggio ed all'introduzione dei componenti solidi granulari nel mescolatore planetario, il sistema di controllo dell'impianto di betonaggio gestisce anche l'immissione degli additivi chimici in forma liquida e dell'acqua. Date le esigue quantità, gli additivi arrivano all'impianto in cisterne o fusti di diversa capacità da cui vengono inviati, mediante sistemi di pompaggio dedicati, alle rispettive bilance dosatrici su celle di carico montate sull'intelaiatura pre-cablata a ridosso dei mescolatori planetari. Il dosaggio degli additivi al mescolatore di riferimento viene effettuato attraverso una pompa dosatrice con membrana a scorrimento meccanico. L'acqua viene invece prelevata direttamente dalla rete di sito e raccolta in un contenitore di dosaggio posto anch'esso in comunicazione con una pompa dosatrice che manda al mescolatore di riferimento l'esatta quantità richiesta. Il dosaggio dell'acqua è determinante per la porosità tenuto conto dei vuoti che si creano nel calcestruzzo al momento dell'evaporazione dell'acqua.

All'aggiunta dei liquidi, segue una fase di impasto nel mescolatore planetario al fine di ottenere il calcestruzzo fresco pronto. In questa fase le particelle di cemento sono finemente disperse al fine di facilitarne il contatto con l'acqua, di avvolgere l'aggregato nella pasta di cemento e di mescolare tutti i componenti ottenendo un composto omogeneo. Ultimata la preparazione dell'impasto, il calcestruzzo viene scaricato per gravità direttamente all'interno della benna di

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



trasporto tramite l'apertura di una portella a comando idraulico posta sul fondo del mescolatore. La benna per il calcestruzzo è movimentata con un fork-lift dedicato [Rif. 8].

6.2 STAZIONE DI PRODUZIONE DEL VAPORE

Dato che l'impianto deve produrre moduli in serie con un ritmo pari ad 8 moduli/giorno (vedi [Rif. 23]) si è scelto di adottare un procedimento di maturazione del calcestruzzo denominato "stagionatura accelerata". Con questo termine ci si riferisce ad un trattamento termico del calcestruzzo all'interno di un ambiente dedicato, che consiste nel riscaldare artificialmente il calcestruzzo fresco al fine di accelerare l'idratazione del cemento. L'aumento forzato della temperatura velocizza le reazioni chimico-fisiche nel calcestruzzo consentendo di ottenere in tempi brevi le prestazioni desiderate. Infatti il calcestruzzo dopo il getto comincia ad indurire e a sviluppare lentamente nel tempo le sue resistenze; di conseguenza, affinché il modulo possa essere "sformato" e trasportato mediante carroponte all'area di successiva maturazione senza danni, deve essere passato un tempo tale che il calcestruzzo con cui è stato confezionato abbia raggiunto una resistenza minima di circa 150 kg/cm². Proprio questo tempo viene minimizzato attraverso la "stagionatura accelerata". In sintesi il trattamento in oggetto si rende necessario per raggiungere in tempi sufficientemente brevi la resistenza meccanica del modulo al fine di poterlo movimentare senza casseri, in sicurezza senza danneggiarlo, e garantire la produttività giornaliera prestabilita [Rif. 8].

Tuttavia il riscaldamento auspicato deve avvenire senza che il calcestruzzo perda parte della sua acqua di impasto con conseguenti rischi di fessurazione promossi dal ritiro igrometrico. A tal fine, per evitare il rischio della formazione di cricche interne, occorre realizzare il riscaldamento in un ambiente sempre saturo di vapore. In questo modo, a fronte di un incremento della temperatura, il calcestruzzo fresco non tenderà a cedere acqua all'ambiente poiché questo si trova in condizioni di saturazione di vapore.

Tutto il vapore necessario al processo di stagionatura accelerata dei moduli e dei coperchi prodotti nell'IPM, è fornito da due impianti collocati all'esterno in posizioni adiacenti l'edificio dell'IPM. Ogni impianto di generazione del vapore è asservito alla stagionatura di quattro gruppi modulo-coperchio, ovvero dei manufatti di due navate (metà IPM). Il vapore viene prodotto da quattro caldaie a bassa pressione (pressione di bollo di 1 atm) da 400 kg/h. In sintesi ciascun gruppo è composto dai seguenti componenti principali [Rif. 20]:

- un generatore di vapore
- un addolcitore
- una vasca del sale
- una vasca di raccolta dell'acqua depurata
- una cisterna del combustibile di alimentazione

Da ogni generatore il vapore viene convogliato, attraverso le linee di distribuzione, ai due gruppi modulo-coperchio delle navate servite. Ogni linea di distribuzione termina in un toro

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



rialzato che circonda il modulo (o coperchio) iniettando vapore in più punti all'interno di una camera di confinamento. Questa è costituita da una struttura mobile che definisce l'ambiente in cui effettuare la stagionatura rispettivamente per il singolo modulo ed il singolo coperchio. Questa struttura, assimilabile ad una cappa mobile, è formata da un telaio in tubolari a sezione quadrata e con pannelli coibentati che delimitano il volume dell'ambiente in cui il trattamento termico viene eseguito.

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



7 PROCESSI DI IMPIANTO

Nel Impianto Produzione Moduli, per la realizzazione in parallelo dei moduli richiesti (8 al giorno), si procede alla lavorazione dei seguenti 2 componenti principali:

- i. corpo del modulo (d'ora in poi brevemente "modulo")
- ii. coperchio del modulo

7.1 PRODUZIONE DEL CORPO DEL MODULO

Il processo di produzione del corpo del modulo (brevemente "modulo") è organizzato nelle seguenti fasi [Rif. 12]:

- composizione cassera interna tramite serraggio dei pannelli al basamento mediante morsetti; la realizzazione del corpo del modulo avviene in posizione capovolta a quella di utilizzo del modulo
- posizionamento armatura: l'armatura viene posizionata dopo il montaggio del cassero interno della cassaforma con l'ausilio di riferimenti di centraggio ed in modo tale che l'aggancio twistlock, saldato all'armatura, emerga correttamente dal getto. Il posizionamento della cassaforma e dell'armatura è tale da consentire di controllare gli spessori dei copriferri dell'armatura
- composizione cassera esterna costituita da pannelli laterali e da quello superiore tramite serraggio dei pannelli al basamento mediante morsetti;
- getto di calcestruzzo: il getto avviene dopo aver montato i casseri laterali ed il cassero superiore della cassaforma. La benna di trasporto del calcestruzzo fresco viene movimentata mediante fork-lift per raggiungere una pompa di rilancio adiacente alle postazioni di getto; si prevede di effettuare il riempimento in modo da evitare vuoti nel manufatto. Dopo il getto il cemento in eccesso viene rimosso manualmente
- stagionatura accelerata: la campana a vapore viene poggiata mediante carro ponte sopra il sistema cassero-modulo ed inizia il ciclo di introduzione del vapore. Dopo circa 8 ore di trattamento, la campana viene rimossa e il corpo del modulo è pronto per essere movimentato
- ribaltamento cassaforma ed estrazione del corpo del modulo: l'estrazione del corpo del modulo avviene in varie sub-fasi:
 - i. ribaltamento
 - ii. rimozione basamento
 - iii. rimozione cassero interno
 - iv. smontaggio casseri laterali

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



7.2 PRODUZIONE DEL COPERCHIO DEL MODULO

Il processo di produzione del coperchio del modulo è organizzato nelle seguenti fasi [Rif. 12]:

- composizione cassaforma del coperchio del modulo; la costruzione della cassaforma si realizza attraverso il montaggio manuale sul cassero del coperchio di due profilati UPN. I due profilati vengono uniti ad altri due profilati UPN solidali alla piastra metallica piana a formare un telaio piano rettangolare (casseratura esterna)
- posizionamento armatura del coperchio del modulo con l'ausilio di riferimenti di centraggio: l'armatura viene posizionata su una piastra metallica piana sostenuta da un'intelaiatura metallica, detta basamento.
- getto di calcestruzzo: la benna di trasporto del calcestruzzo fresco viene movimentata mediante fork-lift fino all'edificio di processo per raggiungere la pompa di rilancio adiacente alle postazioni di getto; si prevede di effettuare il riempimento in modo da evitare vuoti nel manufatto. Una opportuna base vibrante contribuisce alla costipazione del cemento
- stagionatura accelerata: la campana a vapore viene poggiata sopra il sistema di casseratura ed inizia il ciclo di introduzione del vapore. Dopo circa 8 ore di trattamento, la campana viene rimossa e il coperchio del modulo è pronto per essere movimentato
- montaggio di uno controtelaio superiore detto cavalletto sul telaio di casseratura del coperchio e ribaltamento dell'intero sistema
- estrazione mediante pinza di ribaltamento del cavalletto
- smontaggio manuale dei due profilati laterali UPN di casseratura esterna del coperchio
- movimentazione del coperchio e suo posizionamento sul corpo a formare il manufatto da trasferire verso l'area destinata alla maturazione a 28 giorni

7.3 MATURAZIONE E USCITA DEL MODULO DALL'IMPIANTO

A questo punto, finita la "maturazione accelerata" e rimosse le casserature, il corpo del modulo e coperchio sono pronti per essere movimentati alla sezione di maturazione conclusiva. Si elencano di seguito le principali operazioni da eseguire:

- movimentazione piastra di appoggio manufatti: il carroponete introduce all'interno del corpo del modulo la piastra di appoggio dei manufatti
- composizione del modulo completo: il carroponete aggancia e posiziona il coperchio sul corpo del modulo
- trasferimento alla sezione di maturazione: il modulo, corpo + coperchio viene agganciato sfruttando gli agganci twistlock ai quattro vertici superiori del modulo e trasferito nella sezione di maturazione

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- posizionamento del modulo in area di maturazione: i moduli vengono tenuti a maturazione per un periodo di 28 giorni prima di poter essere inviati all'ICM. Nel periodo di maturazione i moduli dovranno essere posizionati al suolo e non potranno essere impilati

Il trasferimento successivo dal IPM al ICM consiste nelle seguenti fasi:

- ingresso mezzo di trasporto: il mezzo di trasporto è costituito dalla stessa tipologia di navetta interna usata per trasferire i moduli dall'ICM al USM. La navetta che viaggia tra IPM e ICM non entra mai in zona controllata ed è dedicata solo a questi trasporti. La navetta entra nell'impianto IPM a marcia indietro posizionando il pianale di carico sotto l'area servita dal mezzo di movimentazione moduli (carroponte); l'operazione termina con l'apertura della copertura mobile del pianale di carico
- trasferimento modulo su mezzo di trasporto: il modulo è agganciato tramite carroponte e trasferito sul pianale di carico del mezzo di trasporto
- uscita mezzo di trasporto: il mezzo di trasporto prima di uscire dall'impianto chiude la copertura del pianale di carico in modo da proteggere il modulo dagli agenti atmosferici

7.4 TEMPI DI PROCESSO E NUMERO DI OPERATORI

Il processo di lavorazione dei moduli si sviluppa lungo le quattro navate dell'impianto e prevede la produzione di 8 moduli giornalieri su due turni lavorativi. La sequenza delle principali attività svolte all'interno dell'impianto può essere suddivisa in due gruppi di operazioni: le operazioni prima e quelle dopo la fase di maturazione a vapore del modulo.

Quest'ultima fase, dopo la maturazione a vapore, richiede infatti un tempo lungo (circa 8 ore) ma una ridotta presenza di personale. Di conseguenza, come analizzato più in dettaglio nei documenti [Rif. 7] e [Rif. 8], si ipotizza di svolgere tutte le fasi che precedono la stagionatura accelerata (circa 3 ore) nel turno pomeridiano e tutte le fasi che seguono (circa 6 ore e mezzo) nel turno mattutino. In sintesi, la maggior parte delle attività si concentra nei due turni lavorativi giornalieri, lasciando il solo controllo e monitoraggio della stagionatura accelerata dei moduli al turno notturno.

Con riferimento al personale presente sull'Impianto di Produzione Moduli, una stima preliminare sull'impiego delle maestranze prevede una consistenza di circa 45 persone. Le maestranze comprenderanno addetti alle seguenti macro attività:

- movimentazione mezzi di cantiere (forklift, carriponte)
- montaggio e smontaggio delle pinze dei carriponte
- montaggio, smontaggio e lavaggio dei casseri
- predisposizione e lavaggio delle piastre
- montaggio gabbie d'armatura
- assistenza al getto e stesura del calcestruzzo (con eventuale vibrazione)

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- esecuzione dei controlli di accettazione del calcestruzzo e confezionamento dei provini da testare in laboratorio
- gestione del magazzino
- supervisione tecnico-organizzativa delle varie attività previste sull'impianto

Il numero delle persone direttamente operative, ipotizzato pari a 20, deriva dalla seguente stima di massima:

- 12 all'interno dell'edificio principale: un operatore per ogni carro ponte e due operatori a servizio delle operazioni svolte in ogni navata (predisposizione cassetteria, armatura, benna di getto calcestruzzo, campana a vapore, pinze del carro ponte, ecc.)
- 4 sulle stazioni di betonaggio: due operatori per il supporto e la gestione di ogni impianto di produzione del calcestruzzo
- 2 per la guida dei forklift
- 2 per la gestione del magazzino e l'accettazione delle merci

Oltre agli operatori attivi in loco, si prevedono le seguenti voci e relative maestranze:

- palazzina direzione ed uffici (10):
 - direzione tecnica generale
 - responsabile della qualità
 - responsabile degli acquisti
 - responsabile del processo
 - ingegneria interdisciplinare (4)
 - servizi e segreteria (2)
- laboratori di controllo della qualità e test vari (3):
 - responsabile di laboratorio
 - analisti Test e processi
 - operativi alle macchine di prova
- sala controllo (2):
 - responsabile gestione e controllo

Concludono la stima gli operatori di supporto, relativi ai servizi elencati sotto:

- manutenzione (6)
- servizi di logistica e pulizie varie (4)

In conclusione, da una prima stima di riferimento emerge una presenza massima di personale nell'impianto (IPM) pari a circa 45 persone.

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



8 SISTEMI AUSILIARI

All'interno dell'Impianto di Produzione Moduli sono presenti i seguenti sistemi ausiliari:

- sistema di Controllo e Automazione
- sistema di Alimentazione Elettrica ed Illuminazione
- sistema di Rivelazione Incendio
- sistema di Ventilazione e Climatizzazione, in particolare per la sezione di maturazione moduli
- sistema di Alimentazione Fluidi (acqua, vapore e aria compressa)
- sistema di Raccolta Reflui
- sistema di Controllo Accessi

8.1 SISTEMA DI CONTROLLO E AUTOMAZIONE

Il sistema di supervisione e controllo (SC) è un sistema di controllo distribuito con funzioni di controllo (regolazione e comando) e supervisione dei diversi sottosistemi dell'impianto.

Il sistema di controllo SC includerà due funzioni principali:

- supervisione e controllo
- acquisizione dati

L'SC consente l'integrazione e quindi il controllo e la supervisione dei seguenti sistemi (definiti "package"):

- sistemi carroponete (n°2 per ogni navata)
- sistemi di betonaggio (n°2)
- stazioni di produzione Vapore (n°4)
- sistema TVCC per il controllo del processo

Normalmente le operazioni di supervisione e controllo sono effettuate da operatore in sala controllo tramite stazioni operatore dedicate. E' presente anche un pannello ausiliario (AUX) di tipo hardware, attraverso il quale potranno essere effettuati monitoraggi di variabili importanti ai fini del processo e interventi manuali per consentire la messa in sicurezza dell'impianto o di sezioni di impianto. Quest'ultimo acquisito da schede fail-safe.

La descrizione dettagliata del Sistema di Controllo e Automazione (SC) è riportata nel documento di cui al [Rif. 22] e la sua architettura generale è illustrata in dettaglio nello schema a blocchi generale di cui al documento di cui al [Rif. 15].

8.1.1 La filosofia del Sistema di Controllo

Il sistema di controllo integra i vari sistemi di controllo relativi ai diversi 'packages' al fine di realizzarne la completa integrazione operativa e per garantire la completa gestione dell'impianto. Il sistema SC è progettato per monitorare e controllare automaticamente, semi-

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



automaticamente e manualmente, le principali variabili di processo attraverso un sistema di Supervisione, Controllo e Acquisizione Dati (SCADA).

Tutte le funzioni di controllo e monitoraggio potranno essere effettuate sia da remoto attraverso delle stazioni di interfaccia uomo-macchina (HMI) installate in sala controllo (CR), sia in localmente se richiesto.

Le principali funzioni disponibili durante il normale funzionamento dalla sala di controllo sono le seguenti:

- monitoraggio dei loop di controllo in modalità manuale, automatica o in cascata (se prevista), la modifica del setpoint e l'accesso ai principali parametri dei loop per il controllo o tuning
- monitoraggio dei parametri principali (misurazione, stati, allarmi, ...) di impianto
- gestione degli allarmi e dei cambiamenti di stato
- apertura e chiusura valvole e partenze e arresti motori
- registrazione (storicizzazione) dei dati critici e delle variabili di processo per trend e reportistica

L'accesso a queste funzioni in Control Room è effettuata attraverso postazioni operatore dedicate con funzione di interfaccia uomo-macchina (HMI). L'interfaccia uomo-macchina si basa sulle specifiche del progetto. La sala controllo dell'IPM è indipendente e dialoga con la Control Room centrale del Deposito Nazionale.

L'accesso alle funzioni di controllo, monitoraggio, *tuning* e configurazione sono consentite solo alle persone autorizzate (ad esempio con privilegi di accesso di supervisore, capoturno, etc.).

8.1.2 Caratteristiche generali ed operabilità

Le attività previste all'interno dell'impianto sono prettamente locali, per cui il sistema di controllo assume il compito specifico di supervisione delle attività svolte localmente dagli operatori. Le apparecchiature installate nell'impianto prevedono la possibilità di operare in modalità automatica, semi-automatica o manuale a seconda della specifica necessità.

In ogni caso l'operatore può interrompere il processo in esecuzione. Per la riattivazione del processo sono previste specifiche procedure che prevedano o la possibilità di ripartire dal punto d'interruzione o la necessità di far ripartire il processo dall'inizio.

Eventuali pannelli ausiliari di tipo *hardwired* o sinottici HMI locali, possono essere installati per particolari casi di operatività in campo, per funzioni di operazione, manutenzione o di messa in sicurezza di parti dell'impianto.

L'alimentazione elettrica del sistema di controllo è ridondante e derivata da sorgenti non interrompibili e (UPS).

<p>Relazione Tecnica</p> <p>Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale</p>	<p>ELABORATO DN DN 00100</p> <p>REVISIONE 02</p>
---	--



8.2 SISTEMA ELETTRICO

Le funzioni affidate al sistema di alimentazione elettrica sono quelle di:

- fornire energia elettrica ad equipaggiamenti ed apparecchi utilizzatori, necessari al funzionamento degli impianti
- fornire energia al sistema di illuminazione interna all'edificio, tale da garantire i livelli di illuminamento richiesti e nei limiti normativi per ogni locale o zona operativa
- fornire alimentazione elettrica ai sistemi ausiliari di controllo, allarme, sicurezza (sistema di supervisione e strumentazione, sistema monitoraggio radiazioni, allarmi, ecc.)
- proteggere il personale e le apparecchiature da sovratensioni dovute a guasti o malfunzionamenti di apparecchiature elettriche mediante sistema di protezione dai contatti diretti ed indiretti secondo prescrizioni della vigente normativa in materia

8.2.1 Sistema di alimentazione elettrica

Sulla base dei valori della domanda massima di utenza sopra determinata (per le sezioni Normale ed Emergenza), si dispone, sul Quadro Generale della Cabina di Trasformazione Esterna all'edificio, di apparecchiature di protezione adeguate ai carichi sottesi, di seguito riportate:

- sezione Normale: 4P-2000 A
- sezione Emergenza: 4P-125 A

La configurazione base del sistema elettrico primario è riportata sullo schema a blocchi [Rif. 14]. Il sistema in bassa tensione è il punto neutro connesso direttamente all'impianto di terra generale (sistema tipo "TN-S").

All'interno delle strutture è realizzata una rete elettrica di distribuzione comprendente:

- *una rete di distribuzione Forza Motrice in c.a. a 400 V trifase con neutro destinata alle utenze di grossa potenza*
- *una rete di distribuzione in c.a. a 230 V monofase (16A/230V 2P+T) destinata alle utenze luce e piccole potenze*
- *un sistema di alimentazione elettrica di sicurezza in c.a. a 400/230 V (UPS – non interrompibile)*

Per l'alimentazione è previsto di installare all'interno dell'Edificio un Quadro Elettrico Generale di Distribuzione Bassa Tensione QG-IPM e dei quadri di zona secondari e/o tecnologici.

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



Il Quadro QG-IPM è dotato di due alimentazioni indipendenti per le sezioni Normale ed Emergenza. La sezione Emergenza, in condizione normale è alimentata da rete, dal quadro di commutazione previsto nella Cabina Elettrica di Sito (non descritta nel presente documento).

Per l'alimentazione delle utenze e dei quadri di zona secondari e/o tecnologici, i Quadri Generali delle sezioni Normale, Emergenza ed Ininterrompibile alimentano in linea generale le seguenti sezioni di impianto:

- *la sezione “normale”, è destinata a sottendere i carichi per i quali è accettata una temporanea interruzione dell'alimentazione*
- *la sezione “emergenza”, è destinata a sottendere l'UPS ed i carichi per i quali è accettata una temporanea interruzione dell'alimentazione solo per limitati transitori di commutazione dall'alimentazione normale da rete al generatore d'emergenza*
- *la sezione di “continuità”, destinata ad alimentare i carichi per i quali è necessario garantire la continuità di alimentazione, non interrompibile nemmeno per limitati transitori di commutazione*

La sezione di continuità sarà alimentata da un gruppo trifase da 30 kVA, con uscita 400/230 V, alimentato dalla sezione emergenza.

8.2.2 Sistema di illuminazione

Nella struttura è previsto siano realizzati i seguenti sistemi di illuminazione:

- normale, facente capo alla sezione “normale” del quadro di distribuzione di competenza
- di Emergenza, alimentate dalla sezione di “Emergenza” del quadro di distribuzione di competenza (per tale scopo sono previsti 1/3 circa dei corpi illuminanti adottati per l'illuminazione normale)
- di Sicurezza (vie di fuga e segnaletiche), alimentate dalla sezione “Ininterrompibile” del quadro di distribuzione di competenza

I circuiti di illuminazione di emergenza assicurano, in condizioni di mancanza dell'alimentazione di rete normale i livelli di illuminamento tali da consentire la manovra di dispositivi, la lettura di strumenti, ecc., per consentire la messa in sicurezza dell'impianto.

I circuiti d'illuminazione di sicurezza, in caso di completo black-out della rete elettrica, consentono l'individuazione delle vie di fuga per facilitare l'ordinata evacuazione delle aree.

La principale funzione del sistema di illuminazione elettrica è quella di garantire i livelli di illuminazione necessari alle seguenti attività:

- *svolgimento di tutte le operazioni previste all'interno della struttura (movimentazione Manufatti e componenti, lavorazioni, ecc.)*

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- *eventuale messa in sicurezza dei sistemi ed evacuazione del personale operativo dall'edificio, in caso di mancanza dell'alimentazione elettrica dalla sezione normale del quadro*

8.2.3 Impianto di terra e protezione

Date le caratteristiche del volume da proteggere è prevista la realizzazione di un sistema di protezione contro le sovratensioni di origine atmosferica, esteso a tutto l'edificio. Tale impianto, secondo Norma, è integrato con il sistema generale di messa a terra di Sito.

L'impianto di protezione contro i fulmini è costituito da:

- impianto base contro le fulminazioni dirette
- impianto integrativo contro le fulminazioni indirette

L'impianto di base è realizzato mediante *sistema di captazione a maglia*. Il sistema di dispersione di terra sarà costituito da un anello conduttore interrato integrato con collegamenti trasversali di equipotenzialità; il dispersore orizzontale è costituito da corda di rame nudo di opportuna sezione; in corrispondenza delle discese, il sistema di dispersione sarà integrato da dispersori verticali a picchetto.

8.3 SISTEMA DI PROTEZIONE INCENDIO

Le funzioni del sistema antincendio sono quelle di:

- prevenire gli incendi, ovvero stabilire l'insieme delle azioni organizzative (controlli amministrativi, procedure, ecc.) e strutturali (compartimentazione, fonti innesco, ecc.) che garantiscano una ragionevole certezza che l'incendio non inneschi e/o propaghi
- rilevare rapidamente, controllare ed estinguere, con interventi mirati, un eventuale incendio che possa coinvolgere apparecchiature elettriche concentrate, specie se svolgono funzioni rilevanti per la sicurezza
- minimizzare il rischio ai lavoratori e all'ambiente esterno
- assicurare una adeguata protezione delle vie di esodo dei lavoratori e del personale in transito nel caso del verificarsi di un incendio all'interno della struttura

E' prevista una centrale automatica di allarme a microprocessore, sensori del tipo indirizzabile ottici e termovelocimetrici, rivelatori lineari di fumo, pulsanti manuali di allarme incendio, targhe ottiche/acustiche di allarme incendio, interconnessi per mezzo di loop dedicati.

Il sistema di rilevazione e segnalazione incendi è costituito da:

- rivelatori automatici di fumo e/o di fiamma, disposti nei vari ambienti accessibili, in numero in accordo alle normative vigenti, per coprire correttamente l'intera superficie delle aree interessate

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- pulsanti di attivazione allarme posizionati nei punti strategici
- allarmi sonori e luminosi
- rete di collegamento di detti rivelatori, pulsanti e segnali luminosi ed acustici con la centralina di alimentazione e controllo (centralina antincendio), complete delle relative vie cavi
- centralina di alimentazione, controllo e comando dei rivelatori a microprocessore

8.4 SISTEMA DI VENTILAZIONE E CONDIZIONAMENTO

Il sistema di ventilazione e condizionamento dell'IPM contribuisce al raggiungimento in ambiente di condizioni soddisfacenti per la corretta maturazione dei componenti realizzati nel rispetto delle condizioni di benessere per il personale addetto alla produzione.

Il principale carico termico da smaltire durante l'esercizio dell'impianto è costituito dal calore di idratazione ceduto all'ambiente nella maturazione del calcestruzzo (49000 kcal/h) e dalle apparecchiature in funzione (75600 kcal/h). Questa quantità di calore viene asportata principalmente con l'immissione di aria esterna di rinnovo dalle finestre ubicate sui lati lunghi dell'edificio a circa 4 m dal suolo dotate di ante con comando motorizzato per l'apertura. L'aria viene poi estratta da 12 torrini a portata regolabile posti sul tetto in corrispondenza della zona di maturazione, dimensionati per una portata di estrazione complessiva variabile tra 0,3 vol/h e circa 0,7 vol/h (tra 30000 e 70000 m³/h ca.). L'estremo inferiore dei ricambi orari è coerente con quello minimo indicato dalla vigente normativa UNI/TS 11300-1 per la ventilazione di edifici industriali.

In condizioni estive l'aria può essere immessa direttamente nell'area operativa anche attraverso l'impianto di raffrescamento adiabatico costituito da 4 unità (una per linea di produzione), ciascuna avente potenzialità di circa 14.000 m³/h in modo da assicurare 10 ricambi orari complessivi del volume costituente la zona operativa (circa 5.600 m³).

In condizioni invernali il riscaldamento mantiene una temperatura notturna di almeno 10°C per la corretta maturazione del calcestruzzo in presenza delle minime temperature esterne (-5 °C) ed una temperatura diurna di 16°C per il benessere del personale (ipotizzando 0 °C esterni).

A tale scopo sono previsti 8 aerotermini ad acqua calda installati sulla parete interna dell'area operativa per una potenza termica complessiva di circa 65 kW. Inoltre in queste condizioni è previsto di ridurre la portata estratta dai torrini.

In aggiunta sono anche previsti 40 apparecchi destratificatori a soffitto ed un impianto di umidificazione.

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



8.5 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE FLUIDI

I Sistemi di Alimentazione Fluidi hanno lo scopo di assicurare l'alimentazione e la distribuzione dei fluidi necessari per l'operatività dell'impianto; nell' IPM è previsto l'utilizzo di:

- acqua industriale, per gli impianti di betonaggio, le stazioni di produzione del vapore, i sistemi di lavaggio e le utenze di servizio generali
- acqua potabile nei bagni e/o servizi degli spogliatoi di impianto
- aria servizi
- aria strumenti secca e priva di oli

Il numero delle utenze da alimentare, la loro precisa dislocazione, le portate e le pressioni dei fluidi di stabilimento saranno precisate nelle fasi successive del progetto. Le reti di distribuzione dell'acqua industriale e potabile saranno collegate alle reti esistenti sul sito.

8.5.1 Sistema di distribuzione acqua industriale

Il sistema di distribuzione dell'acqua industriale ha la funzione di distribuire l'acqua, proveniente dalla rete di distribuzione esistente nel sito, alle utenze del fabbricato in oggetto. Il sistema di distribuzione provvede a:

- fornire l'acqua di lavaggio delle aree di processo
- alimentare le manichette acqua industriale dislocate nell'impianto
- fornire l'acqua ai mescolatori planetari degli impianti di betonaggio
- fornire l'acqua di alimento alle caldaie di generazione del vapore
- fornire acqua ai serbatoi di accumulo dei reflui di lavaggio

La rete di distribuzione dell'acqua industriale, in particolare la sezione che alimenta le stazioni di betonaggio, è munita di misuratori di pressione collegati alla sala controllo. I misuratori forniranno anche una visualizzazione locale delle pressioni della linea.

8.5.2 Impianto di distribuzione acqua potabile

Il sistema acqua potabile è presente nella sezione impianti ausiliari e servizi e fornisce acqua al sistema idrico-sanitario; ha la funzione di alimentare le docce antinfortunistiche, i sanitari, i lavabi e le altre utenze presenti all'interno dei servizi igienici dislocati nel fabbricato (sezione servizi).

8.5.3 Impianto di produzione e distribuzione aria compressa

Il sistema aria compressa fornisce l'aria compressa essiccata e priva di oli alle utenze pneumatiche. A livello di stabilimento sono previste due macro-utenze:

- a) l'aria compressa di processo
- b) l'aria strumenti e utenze varie

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



In particolare ciascun impianto di betonaggio prevede le seguenti utenze:

- azionamenti pneumatici
- valvole pneumatiche
- dispositivi di fluidificazione
- sistemi rigenerazione filtri
- pulsori pneumatici in fase densa (eventuali)

Il consumo di aria compressa conseguente rende necessaria l'installazione di una stazione di produzione aria compressa a 7 bar con serbatoio di accumulo.

Per quanto concerne le altre utenze saranno presenti:

- derivazioni all'interno delle varie aree operative per alimentazione di attrezzature e per impiego generico
- derivazioni per l'utilizzo delle attrezzature nelle aree di manutenzione dei carriponte

Per queste utenze possono anche essere impiegate unità mobili di compressione poste all'interno dei locali nelle aree di manutenzione dei carriponte.

8.6 SISTEMA DI RACCOLTA REFLUI

All'interno dell'edificio principale dell'Impianto di Produzione Moduli si svolgono diverse attività che utilizzano acqua. In particolare si hanno da una parte le aree di lavorazione e stagionatura a vapore dei moduli e dei coperchi, e dall'altra le aree di lavaggio dei casseri. L'acqua ivi utilizzata deve essere raccolta e drenata esternamente per essere trattata.

In particolare ogni navata è sede di due aree per la lavorazione dei moduli, due aree per la lavorazione dei coperchi ed un'area di lavaggio casseri. Le aree di lavoro dei componenti producono acqua in due fasi distinte del ciclo di produzione: durante il lavaggio effettuato per pulire i residui di calcestruzzo caduti a terra durante le operazioni di lisciatura e di scasseratura, e durante la stagionatura accelerata per la condensazione del vapore. Una volta in posizione, ogni campana a vapore si trova all'interno di un cordolo in calcestruzzo impermeabilizzato di raccolta delle acque di condensazione che circonda il modulo (corpo o coperchio) in maturazione e la rispettiva campana, come in una piccola vasca. Il vapore saturo che condensa viene così raccolto e fatto defluire per gravità ad un punto di presa interno alla vasca delimitata dal cordolo. Nelle aree di lavaggio invece si svolge l'attività di pulizia dei casseri con idropulitrici mobili dotate di lancia flessibile ad alta pressione.

Le acque di condensa e quelle di lavaggio casseri defluiscono in appositi pozzetti (per lo schema vedi [Rif. 18.]) dai quali sono aspirate mediante una rete di tubazioni con una pompa da vuoto collegata ad un autoclave di raccolta. Le acque raccolte nell'autoclave vengono rilanciate tramite pompe a membrana idonee al pompaggio di fluidi con presenza di parti solide in sospensione ad una vasca di accumulo interrata provvista di agitatori. Da questa vasca l'acqua viene pompata ad una vasca di decantazione dove i fanghi raccolti sul fondo

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



sono trasferiti da una coclea alla disidratazione per essere poi smaltiti come rifiuti solidi convenzionali. L'acqua decantata ritorna alla vasca di raccolta e può essere riutilizzata per il lavaggio mixer e tramogge. Lo scarico della vasca avviene verso il sistema di raccolta e trattamento acque industriali di sito. Sulla linea di scarico a valle della vasca è previsto un circuito di campionamento.

8.7 SISTEMA DI CONTROLLO ACCESSI

Il sistema di controllo accessi ha la funzione di evitare l'accesso a locali/aree di impianto a personale non autorizzato ad accedere a tali locali.

La progettazione del sistema verrà eseguita nell'ambito della progettazione del sistema di protezione fisica dell'area complessiva del Deposito Nazionale.

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



9 NORMATIVA E DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [Rif. 1] Direttiva Macchine 2006/42/CE
- [Rif. 2] IAEA – General safety guide – GSG-1 – Classification of radioactive waste
- [Rif. 3] ENEA-DISP – Guida Tecnica N. 26. “Gestione dei rifiuti radioattivi”, settembre 1987
- [Rif. 4] DN DN 00101 – Impianto Produzione Moduli – Planimetria generale
- [Rif. 5] DN DN 00106 – Impianto Produzione Moduli – Sezioni trasversali
- [Rif. 6] DN DN 00107 – Impianto Produzione Moduli – Particolari costruttivi
- [Rif. 7] DN DN 00108 – Impianto Produzione Moduli – Relazione tecnica sistemi meccanici
- [Rif. 8] DN DN 00109 – Impianto Produzione Moduli – Relazione tecnica processo di produzione moduli
- [Rif. 9] DN DN 00111 – Impianto Produzione Moduli – Assieme generale pianta e sezioni
- [Rif. 10] DN DN 00113 – Impianto Produzione Moduli – Assieme stazioni di betonaggio
- [Rif. 11] DN DN 00115 – Impianto Produzione Moduli – Campana di maturazione, Assieme Cassero, Pinza di ribaltamento
- [Rif. 12] DN DN 00116 – Impianto Produzione Moduli – Sinottico funzionale
- [Rif. 13] DN DN 00117 – Impianto Produzione Moduli – Relazione tecnica elettrico strumentali e speciali
- [Rif. 14] DN DN 00118 – Impianto Produzione Moduli – Schema a blocchi impianto elettrico
- [Rif. 15] DN DN 00119 – Impianto Produzione Moduli – Schema a blocchi sistema di supervisione e controllo
- [Rif. 16] DN DN 00120 – Impianto Produzione Moduli – Analisi preliminare carichi elettrici
- [Rif. 17] DN DN 00144 – Impianto Produzione Moduli – Assieme generale modulo
- [Rif. 18] DN DN 00150 – Impianto Produzione Moduli – Assieme cassero
- [Rif. 19] DN DN 00151 – Impianto Produzione Moduli – Schema funzionale gestione acque
- [Rif. 20] DN DN 00152 – Impianto Produzione Moduli – Schema funzionale gestione vapore
- [Rif. 21] DN DN 00153 – Impianto Produzione Moduli – Schema funzionale impianti di betonaggio
- [Rif. 22] DN DN 00171 – Impianto Produzione Moduli – Relazione generale sistema di automazione e controllo
- [Rif. 23] DN DN 00041 – Impianto Confezionamento Moduli – Relazione Descrittiva Generale

Relazione Tecnica Impianto Produzione Moduli – Relazione Descrittiva Generale	ELABORATO DN DN 00100 REVISIONE 02
--	---



- [Rif. 24] Decreto Legislativo 15 febbraio 2010, n. 31 - "Disciplina della localizzazione, della realizzazione e dell'esercizio nel territorio nazionale di impianti di produzione di energia elettrica nucleare, di impianti di fabbricazione del combustibile nucleare, dei sistemi di stoccaggio del combustibile irraggiato e dei rifiuti radioattivi, nonché misure compensative e campagne informative al pubblico, a norma dell'articolo 25 della legge 23 luglio 2009, n. 99"
- [Rif. 25] Decreto Ministeriale 7 Agosto 2015 "Classificazione dei rifiuti radioattivi ai sensi dell'articolo 5 del decreto legislativo 4 Marzo 2014, n. 45"