

Relazione tecnica dei processi produttivi

Progetto: REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI IDROGENO VERDE
MEDIANTE ELETTROLISI

Gestore: SardHy Green Hydrogen S.r.l.

Sito: Stabilimento di Sarroch (CA)

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**SOMMARIO**

C.1	INTRODUZIONE.....	5
C.2	CONTESTO PROGETTUALE	6
C.2.1	PREMESSA	6
C.2.2	DEFINIZIONE DELL'INTERVENTO.....	6
C.2.3	LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	7
C.3	CARATTERISTICHE TECNICO-FUNZIONALI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO..	10
C.3.1	DESCRIZIONE GENERALE DEL PROCESSO E LAY-OUT	10
C.3.2	DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL'IMPIANTO	15
C.3.2.1	<i>PK-01 – Purificazione del flusso di azoto</i>	<i>15</i>
C.3.2.2	<i>PK-02 – Trattamento acque.....</i>	<i>19</i>
C.3.2.3	<i>PK-03 – Moduli di elettrolisi</i>	<i>25</i>
C.3.2.4	<i>PK-04 – Purificazione del flusso di idrogeno</i>	<i>31</i>
C.3.2.5	<i>PK-05 – Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'idrogeno e di elettrolisi</i>	<i>35</i>
C.3.2.6	<i>PK-06 – Purificazione e compressione del flusso di ossigeno</i>	<i>37</i>
C.3.2.7	<i>PK-07 – Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'ossigeno</i>	<i>40</i>
C.3.2.8	<i>Alimentazione e distribuzione elettrica</i>	<i>41</i>
C.3.2.9	<i>Nuovi fabbricati</i>	<i>50</i>
C.3.2.10	<i>Rete fognaria</i>	<i>56</i>
C.3.3	OPERE CONNESSE	61
C.3.4	BILANCIO DI MASSA	61
C.3.5	BILANCIO DI ENERGIA ED EFFICIENZA.....	62
C.3.6	ANALISI DELLE MIGLIORI TECNICHE DISPONIBILI	63
C.4	FASE DI ESERCIZIO.....	65
C.4.1	VITA DELL'OPERA	65
C.4.2	CONSUMI.....	65
C.4.2.1	<i>Consumi di acqua</i>	<i>65</i>
C.4.2.2	<i>Consumi di energia</i>	<i>66</i>
C.4.3	EMISSIONI	66
C.4.3.1	<i>Atmosfera.....</i>	<i>66</i>
C.4.3.2	<i>Acqua.....</i>	<i>68</i>
C.4.3.3	<i>Rumore</i>	<i>69</i>
C.4.4	MANUTENZIONI PREVISTE	71
C.4.5	ANALISI DEI MALFUNZIONAMENTI ED EVENTI INCIDENTALI	73
C.5	FASE DI DISMISSIONE	75
C.5.1	PREMESSA	75
C.5.2	PIANO DI CARATTERIZZAZIONE BONIFICA-RIPRISTINO AREE	75
C.5.3	CONTROLLO VISIVO, ASPORTAZIONE, ANALISI DI VERIFICA E PIANO DI INDAGINE PRELIMINARE.....	75
C.5.4	CONCLUSIONE LAVORI E RESTITUIBILITÀ DEL SITO	76
	BIBLIOGRAFIA	77

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**ELENCO DIDASCALIE FIGURE**

Figura 1 – Schema a blocchi rappresentativo dell'impianto	7
Figura 2 – H2 Green - Ubicazione approssimativa	8
Figura 3 – Ortofoto con individuazione area d'intervento	8
Figura 4 – Planimetria area scavi MISE area ex serbatoio ST-1	9
Figura 5 – Layout dell'impianto	13
Figura 6 – Schema a blocchi dell'impianto	14
Figura 7 – Layout dell'impianto – particolare PK-01	15
Figura 8 – Schema a blocchi del package di purificazione dell'azoto PK-01	15
Figura 9 – Layout dell'impianto – particolare PK-02	19
Figura 10 – Schema a blocchi del package di trattamento acque PK-02	19
Figura 11: Schema del sistema EDI	20
Figura 12: Dettaglio del modulo EDI	21
Figura 13 – Layout dell'impianto – particolare PK-03	25
Figura 14 – Schema funzionamento PEM. Fonte: IRENA, Green hydrogen cost reduction, 2020	25
Figura 15 – Schema a blocchi del package di elettrolisi PK-03	26
Figura 16 – Dettaglio delle celle elettrochimiche PEM	28
Figura 17 – Layout dell'impianto – particolare PK-04	31
Figura 18 – Schema a blocchi del package di purificazione dell'idrogeno PK-04	32
Figura 19 – Layout dell'impianto – particolare PK-05	35
Figura 20: Schema del ciclo frigorifero	36
Figura 21 – Layout dell'impianto – particolare PK-06	37
Figura 22 – Schema a blocchi del package di purificazione dell'ossigeno PK-06	37
Figura 23 – Layout dell'impianto – particolare PK-07	40
Figura 24 – Layout dell'impianto – particolare alimentazione e distribuzione elettrica	41
Figura 25 - Stralcio cartografico con indicazione delle linee MT	43
Figura 26 – Zoom di dettaglio cabina AT3	44
Figura 27 – Zoom di dettaglio edificio B	44
Figura 28 – Caratteristiche passerelle di sostegno delle linee in MT	46
Figura 29 - Trasformatore MT-BT	47
Figura 30 - Trasformatore AT-MT	47
Figura 31 – Schema elettrico dell'impianto	48
Figura 32 – Dettaglio dello schema elettrico dei moduli elettrolizzatori	49
Figura 33 – Esempio di pannelli utilizzati per la copertura	51
Figura 34 – Esempio di pannelli utilizzati per le pareti	51
Figura 35: Vista 3D dell'edificio A: sala controllo, cabina LV-MV e baie trasformatori	52
Figura 36 - Vista 3D dell'edificio B/C: elettrolizzatore, raddrizzatore, purificazione dell'idrogeno, purificazione e compressione dell'ossigeno	52
Figura 45 - Planimetria stato futuro con indicazione delle sezioni	53
Figura 38 - Sezioni A, B e C dello stato futuro	54
Figura 39 - Sezioni E, F dello stato futuro	55

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Figura 40 - Pozzetto del sistema di drenaggio.....	56
Figura 41 - Planimetria degli scarichi idrici della raffineria Sarlux e degli impianti di trattamento (TAS prevede scarichi 1A e 1B, TAZ scarico 1C).....	58
Figura 42 - Legenda della planimetria della rete fognaria	59
Figura 43 - Rete fognaria.....	60
Figura 44 - Locazione delle sorgenti di impatto acustico.....	70

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.1 INTRODUZIONE

Il presente documento ha lo scopo di descrivere il progetto e le soluzioni adottate nel rispetto dei vincoli imposti dalla normativa tecnica, da quella ambientale e dalla pianificazione territoriale.

Verranno di seguito richiamate le motivazioni all'origine della decisione di procedere al proposto progetto di installazione di un impianto di produzione di idrogeno verde da 20 MW presso lo stabilimento Sarlux di Sarroch (CA) ad opera della NewCo *SardHy Green Hydrogen Srl* costituita da Saras S.p.A. ed Enel Green Power S.p.A.; e saranno illustrate le ragioni tecniche delle scelte progettuali operate. Particolare attenzione è stata rivolta, inoltre, alla descrizione delle misure tecniche ed accorgimenti gestionali adottati al fine di assicurare un appropriato contenimento degli effetti sull'ambiente che possono scaturire dalle diverse fasi di vita degli interventi in progetto.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.2 CONTESTO PROGETTUALE**C.2.1 Premessa**

Il progetto dell'impianto "H2 Green" rientra nel contesto della transizione energetica dell'industria petrolifera. Di conseguenza promuove lo sviluppo dell'idrogeno verde in Italia e nel mondo, accelerando la transizione verso un sistema produttivo *carbon neutral*.

Infatti, questo è uno dei progetti finalizzati a ridurre sensibilmente il "carbon footprint" della raffineria. In particolare, la produzione e utilizzo di idrogeno verde, è considerata oggi una delle strategie a maggior potenziale per la decarbonizzazione dei processi di raffinazione. Inoltre, il sito di Sarroch si presta, in modo particolare, per dimensioni, posizione e caratteristiche strutturali a sviluppare ed accogliere un progetto di produzione di idrogeno verde con evidenti potenzialità di sviluppo e di crescita.

Si ricorda inoltre che la Strategia Europea per l'idrogeno, rilasciata dalla Comunità Europea nel luglio del 2020, si pone ambiziosamente come uno dei cardini per la completa decarbonizzazione dell'economia e il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica al 2050 definiti all'interno del Green Deal Europeo a fine 2019. L'obiettivo della Strategia Europea, che si sviluppa in tre successive fasi temporali, è quello di generare la nascita, lo sviluppo e la diffusione del mercato dell'idrogeno e il conseguimento della totale produzione di idrogeno per gli utilizzi finali mediante idrogeno verde al 2050.

Oltre il contesto della sostenibilità ambientale, come illustrato nei paragrafi precedenti, è importante considerare che l'idrogeno è una materia prima fondamentale per la Raffineria, in quanto parte integrante, attraverso un network diffuso, dei processi di hydrocracking e hydrotreatment, e il suo approvvigionamento è oggi garantito da sistemi che utilizzano una fonte fossile per la sua produzione.

Inoltre, anche l'ossigeno, che insieme all'idrogeno è un flusso in uscita dal processo di elettrolisi, è una materia prima importante per i processi della raffineria in quanto viene utilizzato per arricchire l'aria utilizzata nelle unità di recupero dello zolfo, nelle unità di cracking catalitico (FCC).

C.2.2 Definizione dell'intervento

Per le motivazioni sopra descritte, *SardHy Green Hydrogen Srl* sta pianificando la realizzazione di un impianto di produzione di idrogeno verde, di seguito denominato "Green H2", destinato al fabbisogno energetico della raffineria Sarlux di Sarroch (CA).

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Il nuovo impianto sarà caratterizzato da una potenza di 20 MW “green”, operante per 7.500 ore equivalenti annue ed è in grado di produrre circa 4.000 Nm³/h di idrogeno e 2.000 Nm³/h di ossigeno da destinare alla raffineria stessa. L'energia elettrica “green” proviene da impianti di tipo eolico, idroelettrico e fotovoltaico ed è coperta da certificazione all'origine. La fornitura dell'energia elettrica sarà a cura di Enel Green Power S.p.A.

L'impianto sarà realizzato in una ex area della raffineria Sarlux ed è in corso di stipula un contratto tra Sardhy Green Hydrogen S.r.l. e Sarlux S.r.l. di costituzione del diritto di superficie con *Ius Aedificandi* (come previsto dal Patto parasociale del 27/01/2022 sottoscritto da Saras S.p.A. e Enel Green Power Italia S.r.l.).

L'attività di SardHy è del tutto autonoma dall'attività della raffineria Sarlux. Con quest'ultima ha unicamente le seguenti interconnessioni:

1. Fornitura di acqua di processo, azoto, aria e energia elettrica dalla raffineria;
2. Invio degli scarichi alla rete fognaria di raffineria;
3. Invio degli sfiati di emergenza alla rete dei blowdown di raffineria;
4. Cessione dell'idrogeno e dell'ossigeno prodotti alla raffineria.

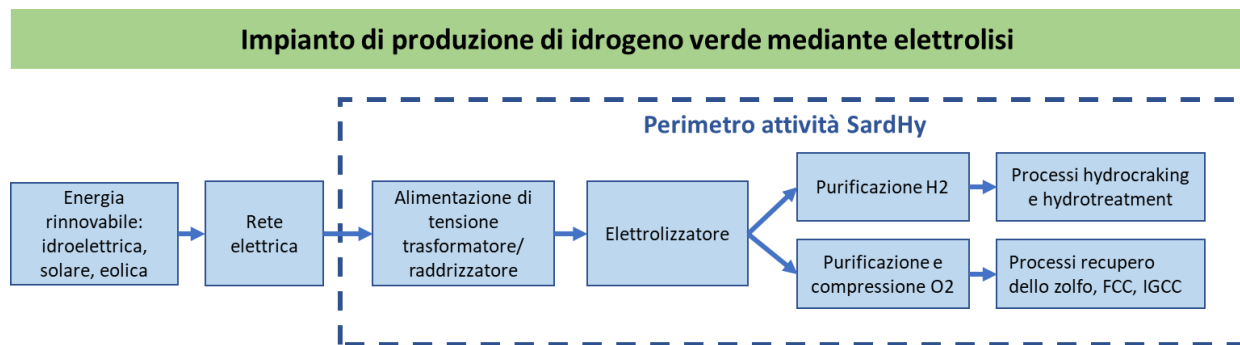


Figura 1 – Schema a blocchi rappresentativo dell'impianto

C.2.3 Localizzazione degli interventi

L'area identificata per la realizzazione dell'impianto è una ex area della raffineria Sarlux di estensione pari a 6.080 m², libera da impianti e manufatti e ubicata dove precedentemente era presente il Bacino di Contenimento del Serbatoio ST-1, ora smantellato completamente; tale area risulta confinante a Nord con il Pipe Rack prospiciente la strada denominata “E”, a Sud con la strada denominata “C”, a Ovest con la strada “IIE” fronte impianti UNITA 800 e TAME, e a Est con le Vasche API della Raffineria. I confini dell'area sono rappresentati in Figura 4.

L'area in oggetto è stata soggetta a bonifica tra il 2008 e il 2009 dopo l'approvazione, da parte del Ministero competente, dei progetti per la messa in sicurezza di emergenza (MISE). Sarlux

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

ha provveduto all'asportazione del terreno contaminato, secondo quanto previsto dal progetto condiviso e approvato dalle Autorità competenti, allo scopo di richiederne la sua restituzione per la realizzazione e svolgimento di nuove attività. Infine, Sarlux nel 2021 ha comunicato la chiusura delle attività di MISE relative all'Area ST-1. Maggiori dettagli riguardo alla procedura di bonifica sono riportati nel quadro di riferimento ambientale del presente Studio di Impatto Ambientale (Elaborato AM-RT10003 SIA - Quadro di riferimento ambientale).

L'area di intervento occupa un'area di circa 6.080 m² ed è rappresentata in Figura 3.

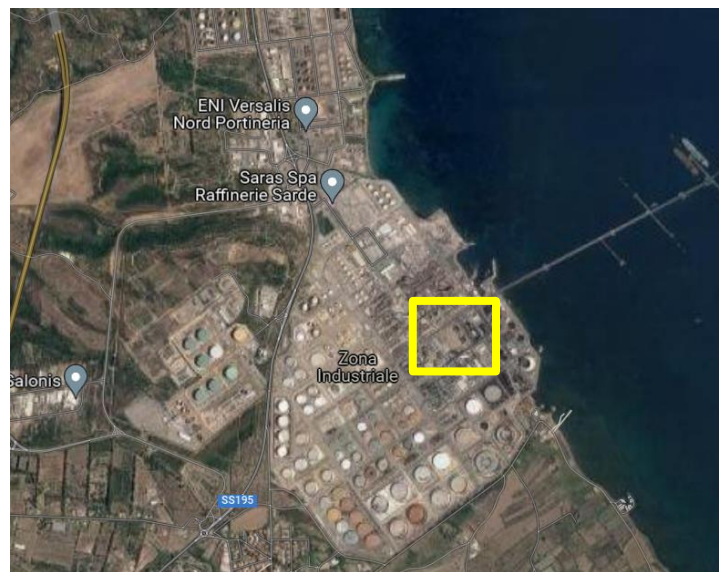


Figura 2 – H2 Green - Ubicazione approssimativa

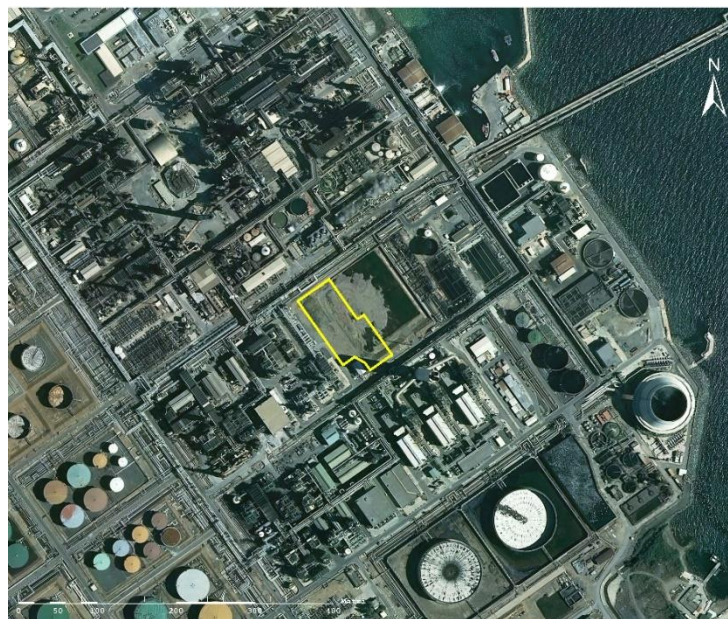


Figura 3 – Ortofoto con individuazione area d'intervento

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3 CARATTERISTICHE TECNICO-FUNZIONALI DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Saranno di seguito sinteticamente descritti gli interventi che formano oggetto del presente Studio di Impatto Ambientale.

C.3.1 Descrizione generale del processo e lay-out

L'impianto H2 Green è un impianto per la produzione di idrogeno verde da elettrolisi con potenza elettrica da 20 MW fornita da impianti di produzione di energia rinnovabile tramite un meccanismo di certificazione all'origine. L'installazione sarà costituita principalmente dalle seguenti aree funzionali dettagliatamente descritte nei capitoli successivi:

- Area trattamento acqua e azoto entranti nel processo;
- Area elettrolisi;
- Area trattamento idrogeno e ossigeno uscenti dal processo;
- Area sala di controllo, cabina LV-MV e baie trasformatori.

L'area elettrolisi, in particolare, vede la presenza di elettrolizzatori in grado di produrre idrogeno e ossigeno a partire da acqua demineralizzata. In particolare, l'impianto utilizzerà circa 4,5 m³/h di acqua demineralizzata per produrre circa 4.000 Nm³/h di idrogeno per immissione nella rete di Raffineria per l'utilizzo in processi di hydrocracking e hydrotreatment e 2.000 Nm³/h di ossigeno per l'utilizzo nei processi di recupero dello zolfo e nelle unità di cracking catalitico (FCC).

Potenza nominale	20	MW
Produzione nominale H ₂	4.000	Nm ³ /h
Produzione nominale O ₂	2.000	Nm ³ /h
Configurazione stack	PEM	-
Portata acqua in ingresso	4,5	m ³ /h

Tabella 1 – Dati principali dell'impianto

Le attività produttive svolte nell'impianto H2 Green rientrano tra quelle cosiddette IPPC e non risultano essere accessorie e tecnicamente connesse alla limitrofa attività IPPC della Raffineria. Infatti, le modalità di svolgimento delle attività condotte nell'impianto H2 Green non hanno alcuna implicazione con le modalità di svolgimento delle attività di raffinaria e, in particolare, un eventuale suo fuori servizio non determina direttamente o indirettamente alcun problema all'esercizio della Raffineria. L'impianto H2 Green risulta interconnesso alla Raffineria tramite

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

sole infrastrutture tecnologiche costituite da reti di distribuzione e di collettamento elencate a seguire:

- Fornitura di acqua di processo, azoto, aria e energia elettrica dalla raffineria;
- Invio degli scarichi alla rete fognaria di raffineria;
- Invio degli sfiati di emergenza alla rete dei blowdown di raffineria;
- Cessione dell'idrogeno e dell'ossigeno prodotti alla raffineria.

Oltre a produrre idrogeno verde sotto il profilo ambientale la peculiarità positiva dell'impianto, come sarà meglio circostanziato nei capitoli successivi, è quella di avere emissioni che non comportano inquinamento e che sono riconducibili a due tipologie: scarichi idrici e sfiati.

Gli scarichi idrici verranno inviati al sistema fognario della raffineria. In particolare, gli scarichi di processo (sostanzialmente acqua a basso o nullo contenuto salino proveniente dall'unità di trattamento acqua in ingresso e occasionalmente dall'elettrolizzatore) e lo scarico dei servizi igienici saranno inviati all'impianto TAS – Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffineria. Gli scarichi meteorici (senza alcuna possibilità di contaminazione) verranno convogliati all'impianto API-TAZ - Trattamento Acque Zavorra che fa sempre parte dello stabilimento di raffineria. Il sistema fognario e gli impianti di trattamento di destinazione sono illustrati nel capitolo C.4.2.10.

Gli sfiati sono di due tipi, sfiati atmosferici e sfiati in pressione:

- Gli sfiati atmosferici sono in totale sette e non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del d.lgs. n. 152/2006, in quanto saranno composti da gas non inquinanti, quali vapore acqueo, idrogeno o ossigeno.
- Gli sfiati in pressione risultano essere solo uno ed è dato dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato all'utilizzo finale di raffineria nel momento in cui si verificano le seguenti condizioni: (a) l'idrogeno non è a specifica, ad esempio per fuori servizio o malfunzionamento dell'impianto o avviamento oppure (b) in situazioni di emergenza e quindi quando si ha necessità di evacuare rapidamente le linee, ad esempio per una sovrappressione. Gli sfiati in pressione vengono inviati alla rete dei blowdown di raffineria e quindi convogliati alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux.

Si sottolinea che tale sfiato, essendo sostanzialmente costituito da idrogeno e contenuti minimi di vapore e ossigeno, non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera e, tantomeno, in torcia, in quanto in quest'ultima la combustione di idrogeno comporta la formazione di acqua ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$).

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Una descrizione dettagliata dei singoli sfiati è riportata nei capitoli successivi.

I componenti principali che costituiscono l'impianto sono stati suddivisi in "Package" (PK) e sono i seguenti:

- PK-01 – Purificazione del flusso di azoto;
- PK-02 – Trattamento acque;
- PK-03 – Moduli di elettrolisi;
- PK-04 – Purificazione del flusso di idrogeno;
- PK-05 – Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'idrogeno e del modulo di elettrolisi;
- PK-06 – Purificazione e compressione del flusso di ossigeno;
- PK-07 – Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'ossigeno.

Il funzionamento dell'impianto è stato rappresentato graficamente nello schema a blocchi in Figura 6.

Come rappresentato nel lay-out in Figura 5, la strumentazione sarà disposta nelle seguenti aree e edifici:

- Edificio A: sala di controllo, cabina LV-MV e baie trasformatori;
- Edificio B/C: elettrolizzatore, raddrizzatore, purificazione dell'idrogeno, purificazione e compressione dell'ossigeno;
- Area D: chiller montati su skid senza copertura;
- Area E: purificazione dell'azoto e dell'acqua demineralizzata montati su skid senza copertura.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

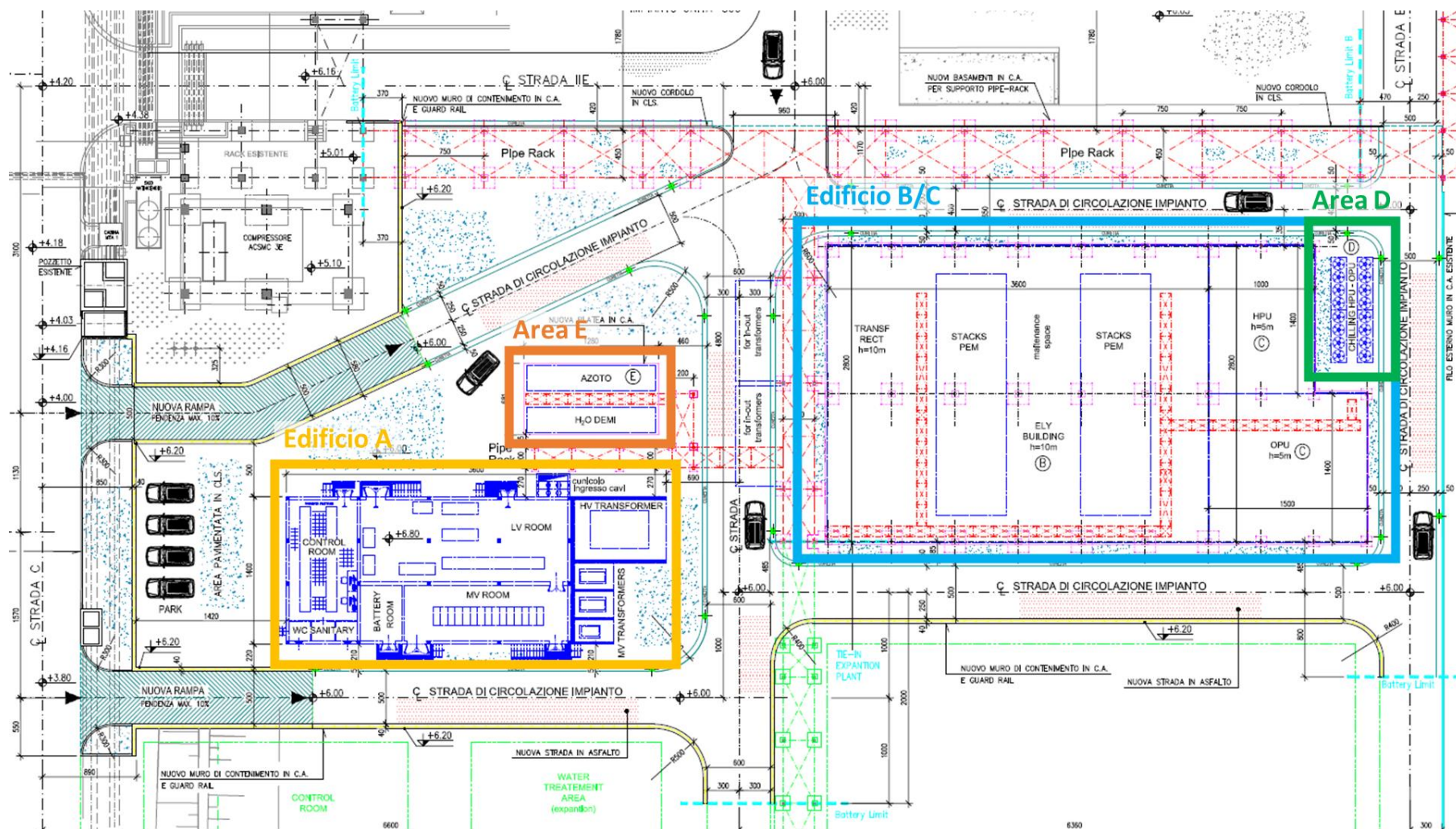


Figura 5 – Layout dell'impianto

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

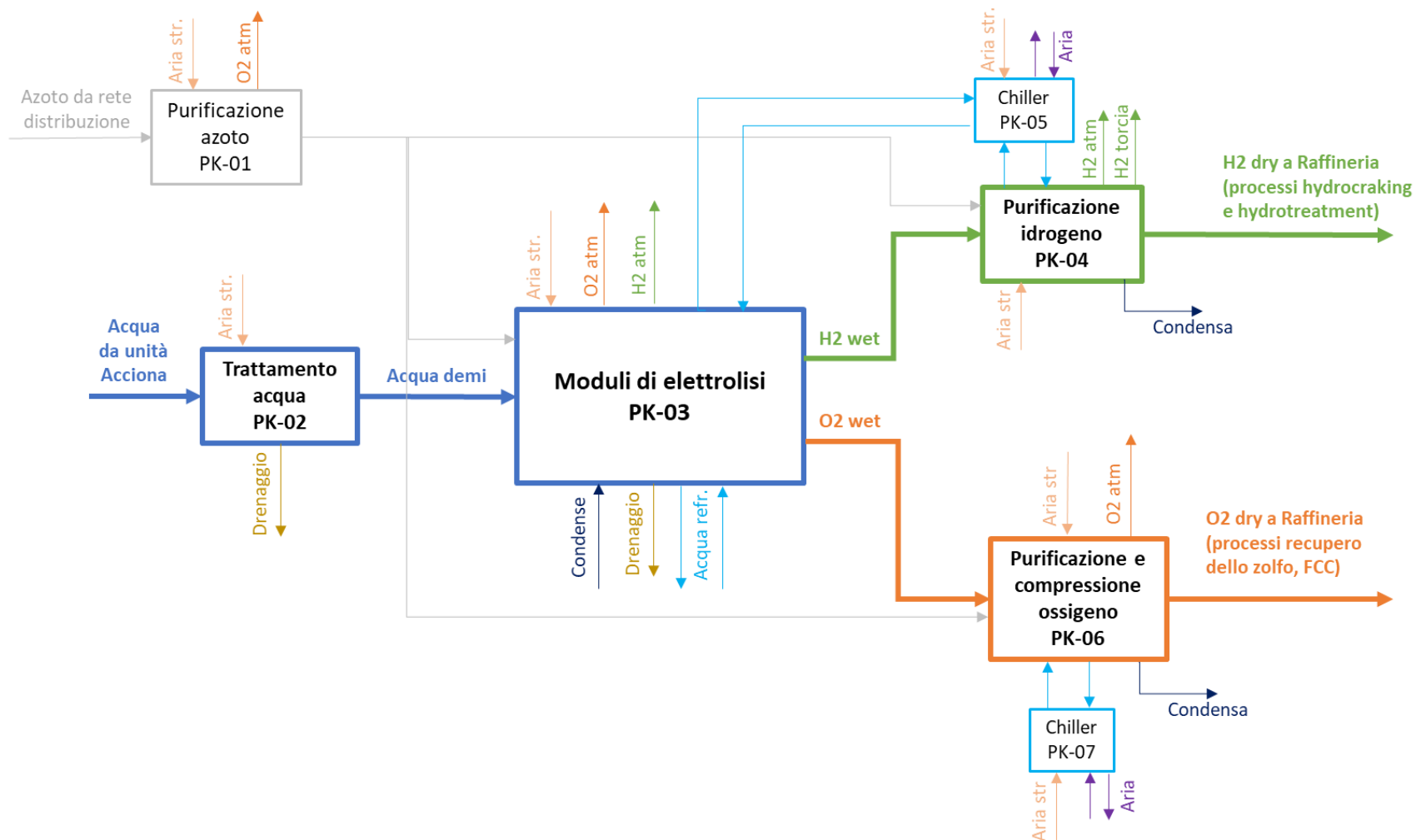


Figura 6 – Schema a blocchi dell'impianto

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2 Descrizione tecnica dei componenti dell'impianto

C.3.2.1 PK-01 – Purificazione del flusso di azoto

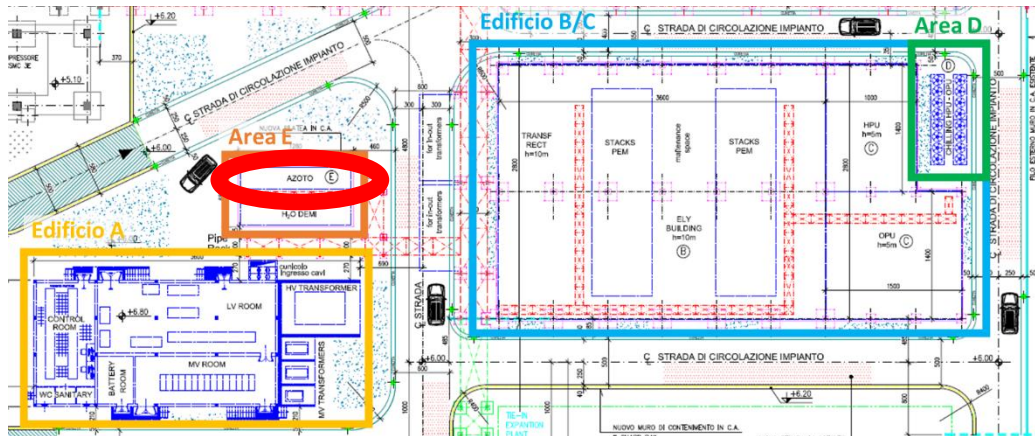


Figura 7 – Layout dell'impianto – particolare PK-01

Lo scopo del package di purificazione dell'azoto è quello di aumentare la purezza dell'azoto proveniente dalla rete di distribuzione di azoto già presente nella Raffineria, tramite una riduzione della quantità di impurità, prevalentemente in forma di ossigeno, presenti nel flusso.

Il flusso di azoto sarà principalmente utilizzato a seguito di una fermata impianto, qualora risulti necessario eliminare l'idrogeno o l'ossigeno presente nelle tubazioni o nei moduli, al fine di permettere una fermata prolungata dell'impianto stesso per esigenze manutentive o operative. Una delle manutenzioni occasionali previste è l'eventuale sostituzione degli elementi filtranti esauriti (CMS - Carbon Molecular Sieve) utilizzati dal sistema di purificazione stesso. Il flusso di azoto in continuo è inoltre richiesto come flusso di gas inerte per il funzionamento degli analizzatori. Il flusso di azoto uscente dal sistema di purificazione sarà diretto ai principali moduli che costituiscono l'impianto: modulo di purificazione dell'idrogeno, modulo di purificazione dell'ossigeno e modulo di elettrolisi.



Figura 8 – Schema a blocchi del package di purificazione dell'azoto PK-01

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

La purificazione avviene tramite un sistema di adsorbimento PSA - Pressure Swing Adsorption. Nel processo di purificazione dell'azoto tramite PSA, vengono utilizzati setacci molecolari al carbonio (CMS - Carbon Molecular Sieve) altamente efficienti per generare un gas di azoto ad elevata purezza.

Il CMS consiste in un letto di piccoli elementi filtranti di carbonio. Quando una colonna di purificazione dell'azoto riempita con CMS viene pressurizzata con il flusso di azoto entrante, le impurità presenti nel flusso in forma di ossigeno e umidità vengono adsorbite dalle sfere di carbonio mentre l'azoto continua il suo percorso lungo la colonna di purificazione. Ciò si verifica a causa della diversa affinità delle molecole di azoto e ossigeno rispetto al setaccio molecolare: ad alte pressioni, il CMS adsorbe preferenzialmente le molecole di ossigeno sfruttando la diversa elettronegatività rispetto alle molecole di azoto, che quindi passano attraverso la colonna di purificazione senza essere catturate.

Il processo PSA consiste in un ciclo in due fasi:

1. La fase di adsorbimento, in cui le molecole di ossigeno vengono adsorbite nella struttura porosa del CMS mentre le molecole di azoto passano attraverso la colonna e in un recipiente di stoccaggio.
2. La fase di rigenerazione dei letti adsorbenti in cui la pressione si normalizza tramite una rapida depressurizzazione e le molecole adsorbite vengono scaricate nell'atmosfera.

La tabella seguente presenta un'analisi dei flussi entranti ed uscenti dal sistema con le relative grandezze chimico-fisiche.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Parametro	Unità	Azoto da rete distribuzione	Azoto purificato	Sfiato purificazione azoto (scarico O ₂)**
Portata	Nm ³ /h	10,4-50*	10,4-50*	0,0031
Portata	m ³ /h			0,00357-0,00374
Portata	kg/h	13-63 *	13-63 *	0,0045
Peso molecolare	kg/kmol	28	28	32
Pressione	barg	3-4	3-4	0
Temperatura	°C	35-50	35-50	35-50
Composizione				
H ₂	%vol/ppmv	-	-	-
N ₂	%vol/ppmv	99,97%	99,999%	-
O ₂	%vol/ppmv	300	10	100%
H ₂ O	%vol/ppmv	-	-	-
Inerts	%vol/ppmv	-	-	-
* Il flusso di azoto è costante e pari al valore minimo durante il normale funzionamento. Il valore massimo è richiesto durante operazioni di manutenzione/fermata dell'impianto per lo spurgo dei moduli.				
** Valori minimi e massimi dello sfiato si riferiscono al flusso continuo di azoto di 13 kg/h				

Tabella 2: Bilancio di massa PK-01

La portata minima di azoto entrante ed uscente dal sistema è di circa 10,4 Nm³/h e continua durante il normale funzionamento dell'impianto di elettrolisi; mentre la portata massima è di circa 50 Nm³ che corrisponde alla quantità totale necessaria ad eliminare l'idrogeno o l'ossigeno presente nelle tubazioni o nei moduli durante la manutenzione o l'arresto dell'impianto.

La pressione del flusso di azoto è compresa tra i 3 e i 4 barg; la temperatura dei flussi è compresa tra i 35°C e i 50°C.

Attraverso il modulo di purificazione dell'azoto si riesce ad ottenere una purezza del flusso di azoto del 99,999% per un flusso entrante di purezza 99,97%. Si stima, infatti, che il flusso entrante abbia un'impurità, prevalentemente in forma di ossigeno, pari a 300 ppmv di O₂ e che il flusso in uscita avrà un contenuto di ossigeno massimo pari 10 ppmv.

Durante il normale funzionamento dell'impianto si genera uno scarico continuo verso l'atmosfera, prevalentemente costituito da ossigeno, con una portata oraria di circa 0,0045 kg_{O₂}/h.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**ASPETTI AMBIENTALI PK-01**

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

1. consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine.
2. emissione in atmosfera di O₂ tramite uno sfiato di processo continuo di circa 0,0045 kgO₂/h. Tuttavia, tale sfiato è sostanzialmente costituito da ossigeno che non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera. Quindi non rappresenta un'emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del d.lgs. n. 152/2006.
3. produzione di rifiuti costituiti dagli elementi filtranti del PSA esausti ma solo durante manutenzioni periodiche occasionali. Non si generano rifiuti durante la normale attività dell'impianto.
4. emissioni acustiche non rilevanti e comunque limitate all'area dell'impianto.

Quindi non si evidenziano aspetti ambientali rilevanti.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.2 PK-02 – Trattamento acque

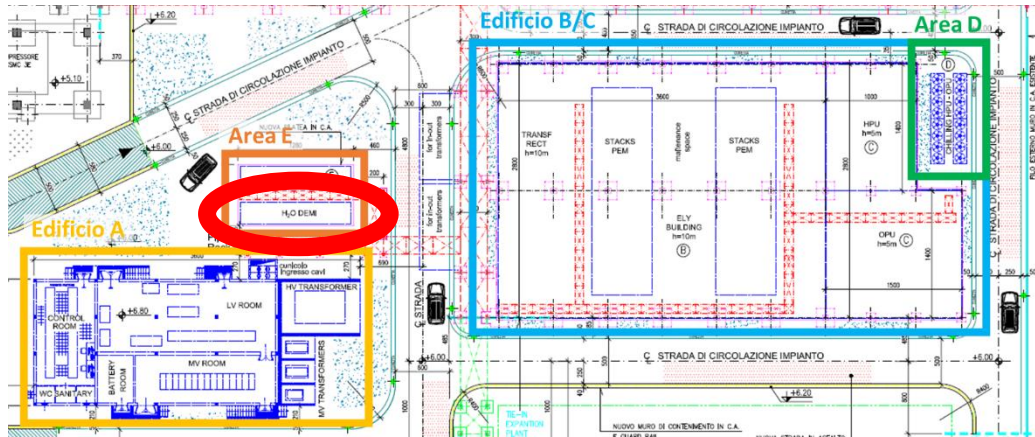


Figura 9 – Layout dell'impianto – particolare PK-02

Lo scopo di questo package è quello di aumentare la purezza del flusso di acqua proveniente dall'unità di produzione di acqua demineralizzata già presente nella Raffineria, in modo che il flusso sia idoneo all'invio ai moduli di elettrolisi. Questo avviene tramite la riduzione della quantità di ioni presenti nel flusso. In particolare, la purificazione avviene tramite un sistema a elettrodeionizzazione - EDI.

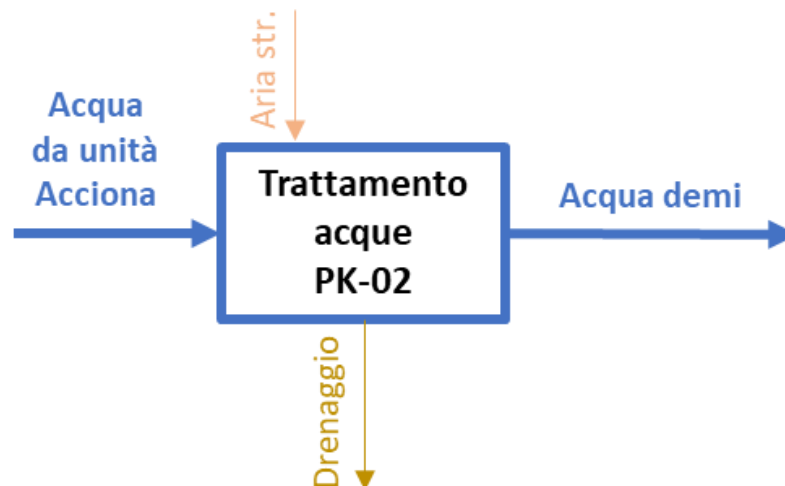


Figura 10 – Schema a blocchi del package di trattamento acque PK-02

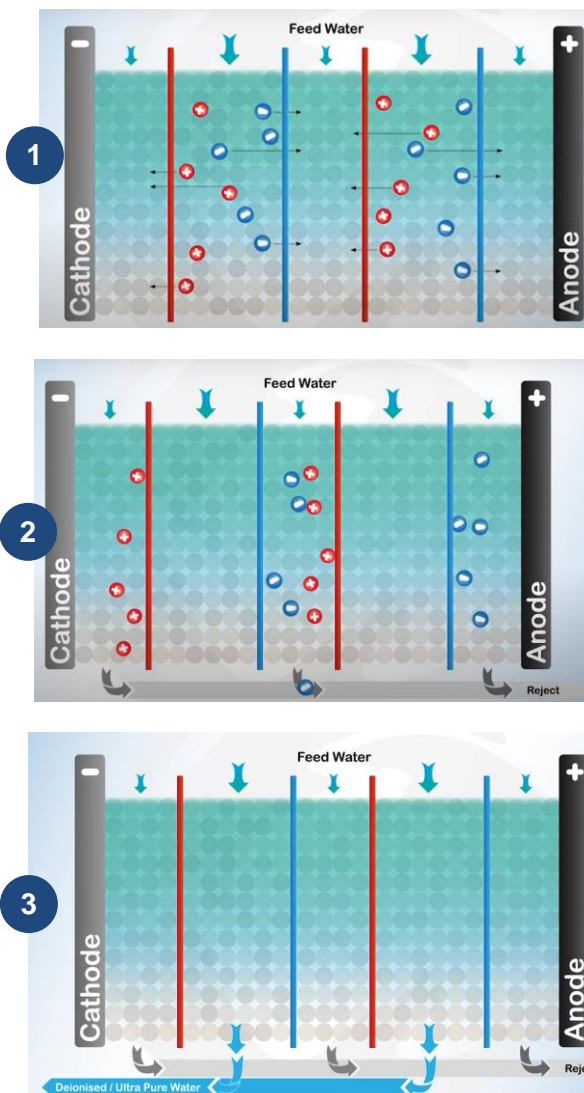
SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

L'EDI è un processo di separazione a membrane ione-selettive semipermeabili (piane e caricate rispettivamente con gruppi funzionali cationici ed anionici) per opera degli elettrodi alle estremità del deionizzatore che stabiliscono un campo elettrico.

Per ottenere un'elevata efficacia di demineralizzazione in tali colonne sono caricate resine a scambio ionico forti (cationiche ed anioniche) alternate tra loro, in modo da simulare il comportamento di un letto misto.

A differenza di altri sistemi di purificazione, il sistema EDI non utilizza sostanze chimiche per la rigenerazione dei letti.

Il principio di funzionamento dell'EDI viene illustrato di seguito:



L'acqua di alimento contiene cationi (+) e anioni (-) che sono attratti rispettivamente dal catodo e dall'anodo posizionati agli estremi.

Gli anioni possono solo passare attraverso le membrane selettive permeabili agli anioni (in blu nell'immagine).

I cationi possono solo passare attraverso le membrane selettive permeabili ai cationi (in rosso nell'immagine).

Si vengono quindi a creare delle camere di concentrazione dove si trova acqua ricca in ioni che viene scaricata dal sistema come drenaggio.

Mentre, nelle camere di acqua deionizzata, l'acqua purificata privata degli ioni è pronta per essere mandata al sistema di elettrolisi.

Figura 11: Schema del sistema EDI

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Le resine anioniche hanno bisogno di essere continuamente rigenerate da ioni ossidrile, viceversa quelle cationiche da ioni idrogeno. Detti ioni vengono prodotti dall'EDI stesso tramite idrolisi dell'acqua sulla superficie delle resine per effetto del forte campo elettrico applicato. Questo tipo di rigenerazione avviene durante il processo stesso e senza additivi chimici, utilizzando unicamente acqua, quindi è in linea con i principi di sostenibilità ambientale del progetto.

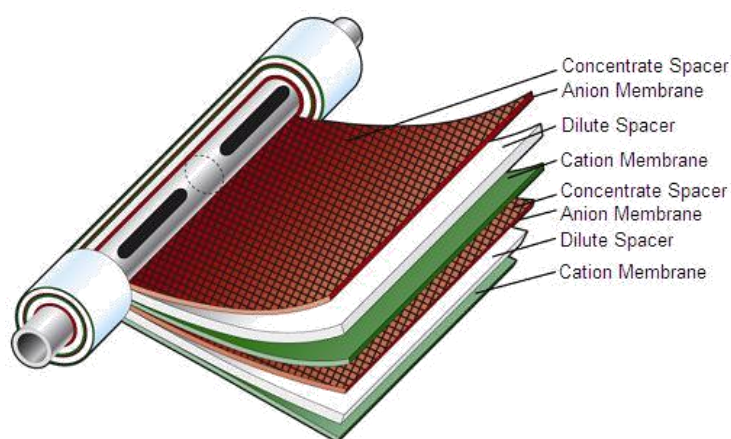


Figura 12: Dettaglio del modulo EDI

La tabella seguente presenta un'analisi dei flussi entranti ed uscenti dal sistema con le relative grandezze chimico-fisiche.

Parametro	Unità	Acqua IN	Acqua DEMI	Drenaggio trattamento acque
Portata	Nm3/h	-	-	-
Portata	m3/h	4,5	3,6	0,9
Portata	kg/h	4.500	3.600	900
Peso molecolare	kg/kmol	-	-	-
Pressione	barg	7	2-3	2-3
Temperatura	°C	10-30	10-30	10-30
Note: Il consumo di acqua demineralizzata si basa su un consumo specifico ipotizzato di 0,9 l acqua Demi / Nm3 H2. Il consumo di acqua di alimentazione si basa su un recupero stimato di acqua demineralizzata dell'80%.				

Tabella 3: Bilancio di massa PK-02

L'acqua di drenaggio dell'EDI sarà sostanzialmente acqua ricca in ioni. Non è possibile stabilire la composizione esatta dello scarico, che sarà stabilita a seguito dell'installazione dell'unità di

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

trattamento, ma in base alle analisi dell'acqua in ingresso (in Tabella 4) e alle specifiche dell'EDI è possibile ipotizzare che rispetterà i parametri presentati in Tabella 5.

Parameter	Analytical method	Units	Result
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	pH units	7,73
Color	APAT CNR IRSA 2020 A Man 29 2003		Colorless
Conductivity	APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	us/cm	0,79
Smell	APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003		Odorless
Total dissolved solids (TDS)	APAT CNR IRSA 2090 A Man 29 2003	mg/L	0,51
Total suspended solids (TSS)	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/L	0,1
Turbidity	APAT CNR IRSA 2110 Man 29 2003	NTU	0,29
Total alkalinity	APAT CNR IRSA 2010 A Man 29 2003	mg/L	5
Carbonates	APAT CNR IRSA 2010 A Man 29 2003	mg/L	5
Bicarbonates	APAT CNR IRSA 2010 A Man 29 2003	mg/L	5
Ammonium nitrogen (as NH ₄)	APAT CNR IRSA 4030 C Man 29 2003	mg/L	0,004
Total Nitrogen (as N)	APAT CNR IRSA 4060 Man 29 2003	mg/L	0,02
Hardness	APAT CNR IRSA 2040 A Man 29 2003	mg/L	10
Carbon Dioxide	APAT CNR IRSA 4010 Man 29 2003	mg/L (CaCO ₃)	25
Aluminum (Al)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	5
Antimony (Sb)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Arsenic (As)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Barium	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	10
Boron	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	347,6
Cadmium (Cd)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Total Chromium	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Chromium VI	APAT CNR IRSA 3150 C Man 29 2003	ug/L	3,0
Iron (Fe)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	20
Manganese	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Mercury	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Nickel (Ni)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Lead (Pb)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Copper (Cu)	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Selenium	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Tin	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Vanadium	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	0,5
Zinc	EPA 3005A 1992 + EPA 6020B 2014	ug/l	10
Silica (SiO ₂)	EPA 6010D 2018	ug/L	5
Calcium	EPA 3005A 1992 + EPA 6010D 2018	mg/L	0,001
Magnesium	EPA 3005A 1992 + EPA 6010D 2018	mg/L	0,001
Potassium	EPA 3005A 1992 + EPA 6010D 2018	mg/L	0,2
Sodium	EPA 3005A 1992 + EPA 6010D 2018	mg/L	0,708
Strontium (Sr)	EPA 6010D 2018	mg/L	0,0010
benzo(a)pirene	EPA 3511 2014 + EPA 8270E 2018	ug/l	0,0001
Polycyclic Aromatic Hydrocarbons	I-129 rev.2 29.04.2016	ug/L	0,0160
benzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,02
Free active Chlorine	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/L	0,01
Chlorides	EPA 300.1 1999	mg/L	0,31
Bromate	EPA 300.1 1999	ug/l	1
Cyanide	M.U. 2251:08	ug/l	10
Chlorite	EPA 300.1 1999	ug/l	50
Sulphates	EPA 300.1 1999	mg/L	0,54
Sulphites (as SO ₃)	APAT CNR IRSA 4150 A Man 29 2003	mg/L	0,4
Sulphides (as H ₂ S)	APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003	mg/L	0,02
Fluoride	EPA 300.1 1999	mg/L	0,05
Nitrate	EPA 300.1 1999	mg/L	0,23
Nitrite	EPA 300.1 1999	mg/L	0,14
tetrachloroethylene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,01
trichloroethylene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,02
Sum of tri and tetrachloroethylene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,03
Vinyl chloride	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,01
1,2-Dichloroethane	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,03
bromodichloromethane	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,0003
dibromochloromethane	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,0004
tribromomethane	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	0,008

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

trichloromethane	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	ug/L	‘0.01
BOD5	APAT CNR IRSA 5120 Man 29 2003	mg/L	‘18
TOC	UNI EN 1484:1999	mg/L	‘0.1
COD	APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003	mg/L	‘5
phenol	EPA 8270E 2018	ug/l	‘0.01
Methylphenol (orto, meta, para)	EPA 8270E 2018	ug/l	‘0.05
Hydrocarbons extractable fraction C10 - C40	IO 178 STC Rev.3 2020	ug/l	‘4
Hydrocarbons C6-C10	IO 179 STC Rev.2 2020	ug/l	‘0.3
2-chlorophenol	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	ug/L	‘0.04
2,4-dichlorophenol	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	ug/L	‘0.08
2,4,6-trichlorophenol	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	ug/L	‘0.05
pentachlorophenol	EPA 3535A 2007 + EPA 8270E 2018	ug/L	‘0.03
# Coliform bacteria at 37 °C	ISO 9308-1:2014	UFC/100 mL	0
# Clostridium Perfringens	UNI EN ISO 14189:2016	UFC/100 mL	0
# Counting of colonies at 22 ° C	UNI EN ISO 6222:2001	UFC/mL	0
# Counting of colonies at 36 °C	UNI EN ISO 6222:2001	UFC/mL	0
# Enterococci	UNI EN ISO 7899-2:2003	UFC/100 mL	0
# Escherichia coli	ISO 9308-1:2014	UFC/100 mL	0
# Pseudomonas aeruginosa	UNI EN ISO 16266:2008	UFC/250 mL	0

Tabella 4 - Analisi dell'acqua in alimento del 02/11/2021

Portata	0,9 m3/h
Pressione	2–3 bar
Temperatura	10-30 °C
Conducibilità equivalente (inclusa CO2)	40 µS/cm
Cloro totale (as CL2)	< 0,02 ppm
Iron (Fe)	< 0,01 ppm
Manganese (Mn)	< 0,01 ppm
Sulfide (S-)	< 0,01 ppm
pH	6-9
Durezza (come CaCO3)	< 1 mg/l
TOC	< 0,5 ppm
Silica, SiO2	< 1 ppm

Tabella 5 - Caratteristiche del drenaggio dell'unità di trattamento acque (stima)

La portata di acqua alimentata dal sistema è di circa 4,5 m³/h ad una pressione di circa 1,8 barg. La temperatura del flusso di acqua è compresa tra i 10 e i 30°C dipendentemente dalla stagione climatica. Il calcolo del consumo di acqua demineralizzata si basa sul consumo specifico dell'impianto stimato a 0,91 kg_{DEMI.WATER}/ Nm³_{H2}, prodotto.

Il flusso di acqua purificata è di circa 3,6 m³/h. Durante il normale funzionamento dell'impianto si genera uno scarico continuo, costituito dal drenaggio dell'unità contenente gli ioni eliminati, verso l'impianto TAS – Trattamento Acque Scarico dello stabilimento di raffinaria, che ha una portata di circa 900 kg/h ed è sostanzialmente costituito da acqua demineralizzata ricca di ioni e che avrà le caratteristiche presentate in Tabella 5.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**ASPETTI AMBIENTALI PK-02**

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

- consumo idrico di circa 4,5 m³/h proveniente dall'impianto Acciona di demineralizzazione dell'acqua di mare (impianto già esistente a servizio della Raffineria e pertanto non rientra nel perimetro dell'impianto in oggetto).
- consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine.
- Scarico idrico del drenaggio che è sostanzialmente un'acqua demineralizzata più ricca di ioni e che rispetta le caratteristiche presentate in Tabella 5.
- Non si generano rifiuti durante la normale attività dell'impianto. I moduli a membrana dell'EDI vengono sostituiti dopo diversi anni di funzionamento.
- Emissioni acustiche non rilevanti e comunque limitate all'area dell'impianto.

Quindi non si evidenziano aspetti ambientali rilevanti.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.3 PK-03 – Moduli di elettrolisi

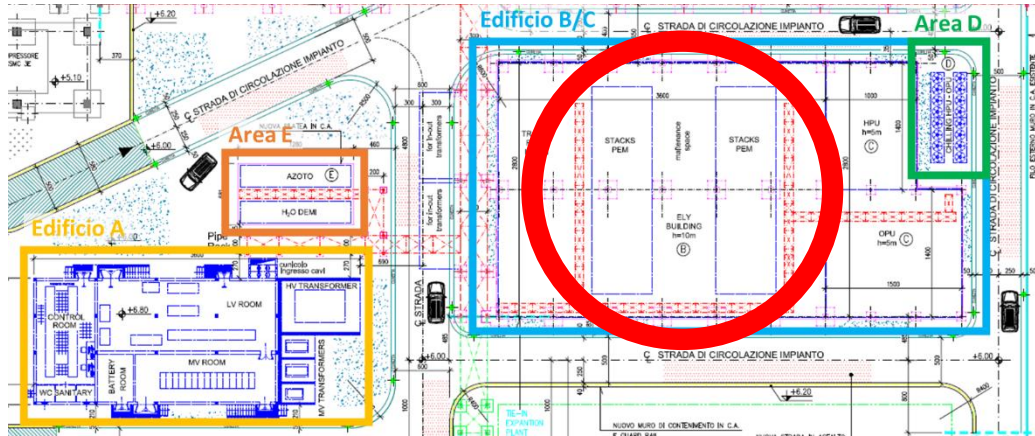


Figura 13 – Layout dell'impianto – particolare PK-03

Questo package è il componente principale dell'impianto: infatti, nei moduli di elettrolisi avviene il processo di elettrolisi dell'acqua, che ha come prodotto finale i flussi di idrogeno e ossigeno.

L'energia elettrica necessaria viene resa disponibile al processo attraverso gli elettrodi (catodo e anodo), ubicati nei moduli degli elettrolizzatori. Nel catodo avviene la reazione di formazioni di idrogeno, nell'anodo quella di formazione dell'ossigeno. La conduzione dei protoni verso il catodo è resa possibile da una membrana PEM (Polymer Electrolyte Membrane electrolysis). Tale membrana garantisce inoltre la separazione dei gas idrogeno e ossigeno.

Una descrizione più accurata del processo e della tecnologia di elettrolisi è presente nel capitolo **Error! Reference source not found..**

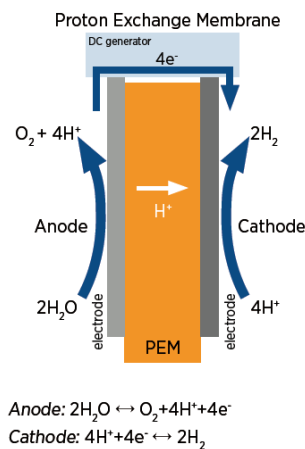


Figura 14 – Schema funzionamento PEM. Fonte: IRENA, Green hydrogen cost reduction, 2020

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

La tabella seguente presenta un'analisi dei flussi entranti ed uscenti dal sistema con le relative grandezze chimico-fisiche.

Parametro	Unità	Acqua DEMI	H2 wet*	O2 wet	Drenaggio elettrolizzatore	Acqua raffreddamento IN	Acqua raffreddamento OUT
Portata	Nm3/h		4246	2003	Solo per fermi impianto/ manutenzioni		
Portata	m3/h	3,6				600-700	600-700
Portata	kg/h	3600	379	2859		600.000-700.000	600.000-700.000
Peso molecolare	kg/kmol		2	32			
Pressione	barg	2-3			2-3	2	1,7
Temperatura	°C	10-30	40-50	40-50	35-50	24-34	33-43
Composizione							
H2	%vol/ppmv		99-99,5%	0,17%-1,6%			
N2	%vol/ppmv		1	1			
O2	%vol/ppmv		0,23-0,7%	98-99,5%			
H2O	%vol/ppmv		0,28%	0,32%			
Inerts	%vol/ppmv						

*La portata si riferisce alla produzione nominale dell'elettrolizzatore (massima)
Il consumo di acqua demineralizzata si basa su un consumo specifico ipotizzato di 0,9 l acqua Demi / Nm3 H2.

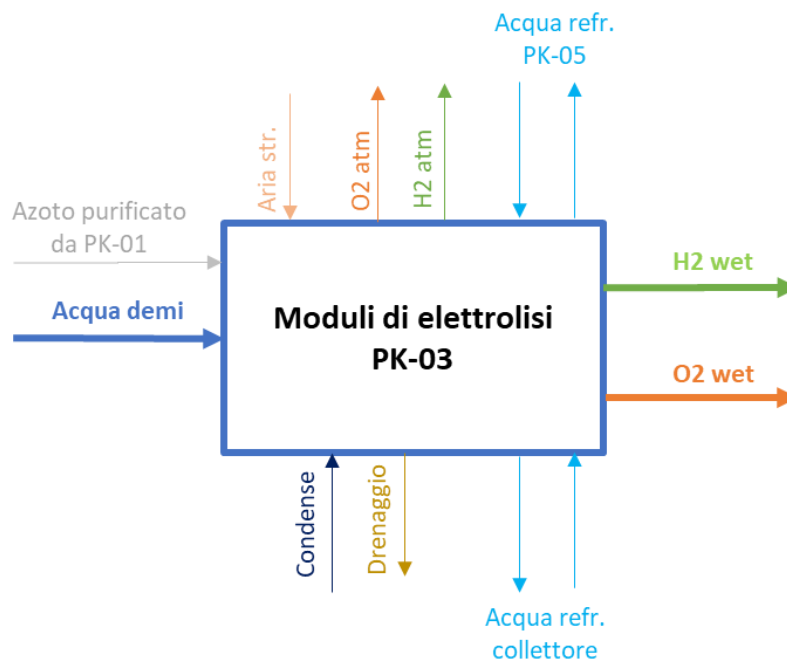


Figura 15 – Schema a blocchi del package di elettrolisi PK-03

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

L'acqua in ingresso ai moduli proviene principalmente dal sistema di trattamento dell'acqua PK-02 e, in parte, dalle condense recuperate dai moduli di purificazione dell'idrogeno e dell'ossigeno.

I flussi in uscita dai moduli consistono principalmente in un flusso di idrogeno puro al 99-99,5% e un flusso di ossigeno puro al 98-99,5% destinati rispettivamente al modulo di purificazione dell'idrogeno e dell'ossigeno. Le impurità presenti nei flussi di idrogeno e ossigeno sono ossigeno e idrogeno rispettivamente, azoto e vapore acqueo. Le percentuali di impurità sono riportate in tabella. Sono presenti due scarichi atmosferici di idrogeno e ossigeno discontinui provenienti dalla degassificazione degli stream di recupero delle condense.

È presente, inoltre, uno scarico di acqua (drenaggio) verso il sistema fognario che sarà utilizzato durante la fermata impianto e/o interventi manutentivi. Non è presente uno scarico continuo.

La temperatura ideale dei moduli (55-70 °C) è mantenuta grazie ai flussi di acqua refrigerante proveniente dal chiller PK-05 che è a servizio anche del modulo di purificazione dell'idrogeno e dalle torri di raffreddamento Marley già presenti nella raffineria (flusso denominato "collettore" nello schema a blocchi). Le torri di raffreddamento Marley fanno parte della Raffineria e non rientrano nel perimetro del progetto in oggetto.

Sono presenti, inoltre, flussi entranti di aria destinata alla strumentazione e il flusso di azoto utilizzato qualora risulti necessario eliminare l'idrogeno o l'ossigeno presente nei moduli, al fine di permettere una fermata prolungata dell'impianto stesso per esigenze manutentive o operative; inoltre, il flusso di azoto viene utilizzato come flusso di gas inerte per il funzionamento degli analizzatori.

Dal punto di vista dei rendimenti, il sistema garantirà una produzione annua di idrogeno di 2.676.00 kg/anno considerando 7.500 ore di funzionamento annue. L'energia specifica utilizzata dai moduli elettrolizzatori sarà quindi di circa 56,1 kWh per ogni chilogrammo di idrogeno prodotto. Confrontando questo valore con l'energia contenuta nell'idrogeno prodotto considerando il suo potere calorifico inferiore, si ottiene un'efficienza del 59%.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

ore funzionamento	7.500	h/anno
Potenza	20	MW
HHV H2	142	MJ/kg
HHV H2	39,4	kWh/kg
LHV H2	120	MJ/kg
LHV H2	33,3	kWh/kg
Produzione oraria idrogeno	4.000	Nm3/h
	356,8	kg/h
Produzione annua idrogeno	2.676.000	kg/anno
Energia annua	150.000	MWh/anno
Energia specifica	56,1	kWh/kgH2
Efficienza su base HHV	70%	
Efficienza su base LHV	59%	

Tabella 6- Calcolo dell'efficienza dell'elettrolizzatore

Si consideri che gli stack che compongono il modulo di elettrolisi sono soggetti a degradazione, soprattutto negli ultimi anni di esercizio, quindi quando si avvicinano alle 80.000 ore di funzionamento. Per questo motivo ogni 10 anni è prevista una manutenzione straordinaria per la sostituzione degli elettrodi delle membrane PEM.

Si stima quindi che negli ultimi anni di esercizio degli stack la potenza erogata al modulo di elettrolisi sarà di circa 23 MW. Considerando quindi 23 MW erogati e una produzione di idrogeno pari a quella presentata in tabella si otterrebbe negli ultimi anni un'efficienza del 61% su base HHV e 52% su base LHV.



Figura 16 – Dettaglio delle celle elettrochimiche PEM

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Parameter	M.U.	Guaranteed Value
Hydrogen production at nominal power rate (100%)	Nm ³ /h	4000
Hydrogen production at nominal power rate (5%)	Nm ³ /h	200
Plant Turndown	%	5-100
Produced H2 operating pressure @ BL:	barg	19,5
Produced H2 operating temperature @ BL:	°C	<30
Hydrogen composition@ BL		99,995% H2 <1 ppm N2 <5 ppm O2 <5 ppm H2O
Oxygen production at nominal power rate (100%)	Nm ³ /h	2000
Oxygen production at nominal power rate (5%)	Nm ³ /h	100
Produced O2 operating pressure @ BL:	barg	15
Produced O2 operating temperature @ BL:	°C	<30
Oxygen composition@ BL		99,995% O2 <1 ppm N2 <5 ppm H2 <5 ppm H2O
Stack/Electrodes lifetime	h	80000
Noise emissions at 1m from the equipment	dB(A)	80
Nitrogen consumption	Nm ³ /year	4000
ELY FEED WATER consumption	m ³ /h	4,5
Availability	%	99
Working range and dynamic:		
Plant technical minimum (%of nominal MW)	%	5
Plant maximum rate (%of nominal MW)	%	100

Tabella 7: Estratto della scheda tecnica dell'elettrolizzatore

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**ASPETTI AMBIENTALI PK-03**

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

- Consumo idrico di circa 3,6 m3/h proveniente dal package di trattamento acque PK-02.
- Consumo idrico per il raffreddamento del modulo elettrolitico: saranno necessari circa 700 m3/h di acqua proveniente dalle torri di raffreddamento Marley già esistenti nella Raffineria. In questo caso l'acqua rientra in un sistema "acqua da torri di raffreddamento" a ciclo chiuso di raffineria e, pertanto, il carico addizionale del nuovo impianto porterà ad un aumento del flusso di make-up (reintegro) del circuito esistente. Tuttavia, non ci sarà consumo idrico addizionale dato dal reintegro, in quanto la quota parte data dall'impianto in progetto sarà compensata da attività di efficientamento del sistema attuale presente nella raffineria.

Una parte del raffreddamento di questo package è ad opera del chiller denominato PK-05, tuttavia in questo caso trattasi di acqua e glicole a ciclo chiuso che non prevede un consumo idrico.

- Consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine.
- Scarichi idrici che è sostanzialmente acqua demineralizzata scaricata durante la fermata dell'impianto e/o interventi manutentivi. Non ci sono scarichi continui.
- Sono presenti due sfiati atmosferici discontinui. Tali sfiati sono sostanzialmente costituiti da idrogeno o ossigeno che non sono dannosi per l'ambiente una volta emessi in atmosfera e non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del d.lgs. n. 152/2006.
- Produzione di rifiuti dovuti alla sostituzione degli elettrodi delle membrane PEM che avverrà ogni 10 anni circa. Non si generano rifiuti durante la normale attività dell'impianto.
- Emissioni acustiche limitate all'ambiente interno del fabbricato nel quale sarà disposta la strumentazione che avrà, inoltre, una copertura di pannelli in materiale fonoassorbente.

Quindi non si evidenziano aspetti ambientali rilevanti.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.4 PK-04 – Purificazione del flusso di idrogeno

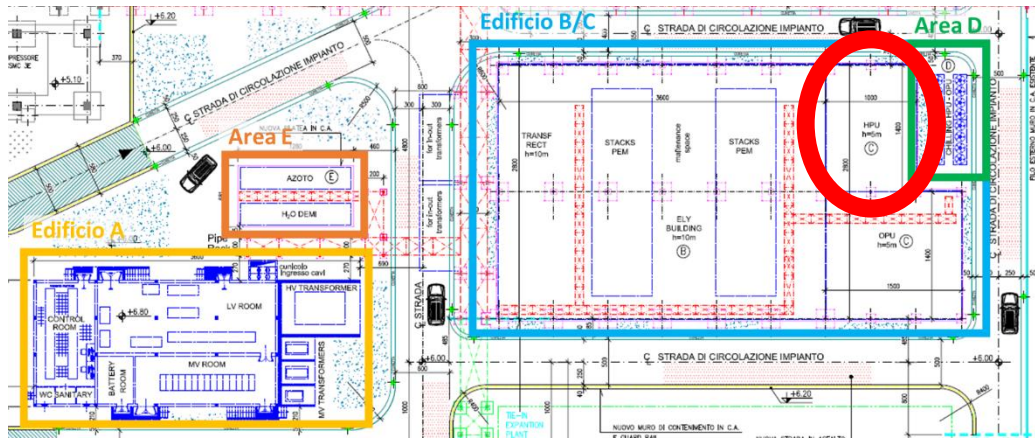


Figura 17 – Layout dell'impianto – particolare PK-04

Lo scopo di tale package è quello di aumentare la purezza dell'idrogeno proveniente dai moduli di elettrolisi, tramite la riduzione del quantitativo di ossigeno e acqua contenuti.

Il modulo di purificazione dell'idrogeno adotta il metodo di deossigenazione catalitica in combinazione ad una essiccazione ad adsorbimento del flusso di idrogeno. La riduzione del quantitativo di ossigeno viene effettuata in un reattore catalitico dove l'ossigeno presente reagisce con l'idrogeno per formare vapore acqueo ($2H_2 + O_2 = 2H_2O + \text{calore}$). Inoltre, il flusso di idrogeno viene raffreddato ed infine entra nel sistema di essiccazione per una profonda disidratazione. Dopo la filtrazione si ottiene idrogeno di elevata purezza con contenuto di acqua e ossigeno molto bassi. In particolare, il sistema può gestire fino al 3% di O_2 nel flusso di H_2 alimentato e ridurre il contenuto di O_2 a meno di 1 ppm.

Il sistema di assorbimento dell'umidità viene rigenerato periodicamente, tramite de-assorbimento dell'acqua. L'acqua di scarto viene raccolta dal sistema di condense dove viene ricircolata ai moduli elettrolizzatori.

Sono presenti due sfiati di idrogeno:

- Uno sfiato atmosferico discontinuo attivo nella fase di rigenerazione dei letti di assorbimento dell'umidità.
- Uno sfiato in pressione costituito dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato all'utilizzo finale di raffineria nel momento in cui si verificano le seguenti condizioni: (a) l'idrogeno non è a specifica, ad esempio per fuori servizio o malfunzionamento dell'impianto o avviamento oppure (b) in situazioni di emergenza e quindi quando si ha necessità di evacuare rapidamente le linee, ad esempio per una sovrappressione.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Questo sfiato viene inviato alla rete dei blowdown di raffineria e quindi convogliato alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux.

Durante le attività di manutenzione periodica è prevista la sostituzione del catalizzatore esausto.

La tabella seguente presenta un'analisi dei flussi entranti ed uscenti dal sistema con le relative grandezze chimico-fisiche.

Parametro	Unità	H2 wet	H2 dry OUT
Portata	Nm3/h	4246	4000
Portata	m3/h		
Portata	kg/h	379	356,8
Peso molecolare	kg/kmol	2	2
Pressione	barg		18
Temperatura	°C	40-50	30
Composizione			
H2	%vol/ppmv	99-99,5%	99,995%
N2	%vol/ppmv	1	<1
O2	%vol/ppmv	0,23-0,7%	<5
H2O	%vol/ppmv	0,28%	<5
Inerts	%vol/ppmv		
Nota: la portata si riferisce alla produzione nominale dell'elettrolizzatore (massima)			

Tabella 8: Bilancio di massa PK-04

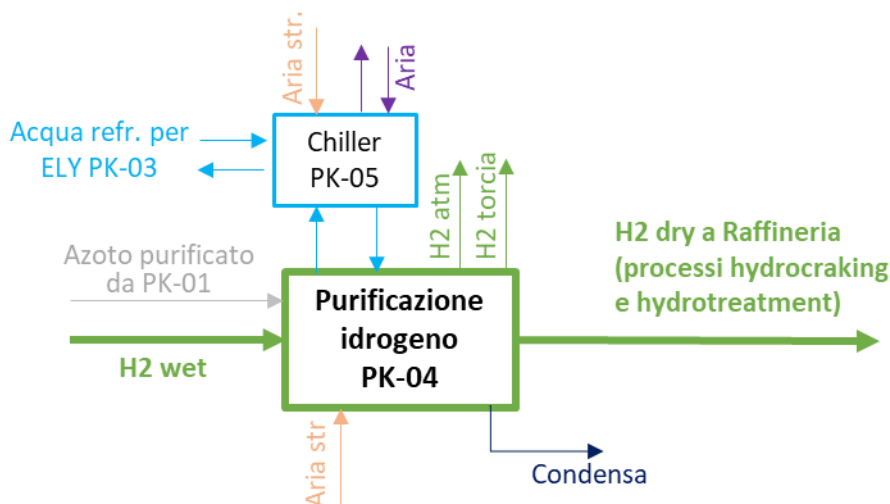


Figura 18 – Schema a blocchi del package di purificazione dell'idrogeno PK-04

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Il flusso di idrogeno alimentato al sistema di purificazione proveniente dai moduli di elettrolisi sarà di circa 379 kg/h e avrà una temperatura di circa 30-40°C. La purezza dell'idrogeno entrante dovrà essere di circa 99-99,5%. In queste condizioni il sistema garantisce un flusso in uscita con purezza del 99,995% e impurità inferiori ai 5 ppmv.

Il flusso di idrogeno in uscita sarà di circa 356,8 kg/h con una pressione tra i 19 e i 30 barg e sarà diretto ai moduli di compressione dell'idrogeno per essere poi utilizzato nei processi di raffinazione del petrolio della Raffineria.

L'acqua raccolta dal sistema di assorbimento dell'umidità e diretta alla raccolta delle condense sarà di circa 22,2 kg/h. Lo sfiato atmosferico di idrogeno durante la fase di rigenerazione dei letti di assorbimento sarà di circa 18 kg/h.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**ASPETTI AMBIENTALI PK-04**

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

- consumo idrico per il raffreddamento che consiste, tuttavia, in acqua e glicole a ciclo chiuso e non prevede quindi un consumo idrico.
- consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine.
- Le emissioni in atmosfera sono rappresentate da due sfiati di idrogeno: uno sfiato atmosferico discontinuo per la rigenerazione dei moduli di assorbimento dell'umidità di circa 18 kg/h e uno sfiato in pressione costituito dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato all'utilizzo finale in casi di malfunzionamento, fuori servizio avviamento o emergenza. Lo sfiato in pressione viene inviato alla rete dei blowdown di raffineria e quindi convogliato alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux. Tuttavia, tali sfiati sono sostanzialmente costituiti da idrogeno che non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera e, tantomeno, in torcia, in quanto in quest'ultima la combustione di idrogeno comporta la formazione di acqua ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$). In generale i due sfiati non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del d.lgs. n. 152/2006
- produzione di rifiuti costituiti dal catalizzatore esausto ma solo durante manutenzioni periodiche occasionali. Non si generano rifiuti durante la normale attività dell'impianto.
- emissioni acustiche non rilevanti e comunque limitate all'ambiente interno del fabbricato nel quale sarà disposta la strumentazione.

Non si evidenziano quindi aspetti ambientali rilevanti.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.5 PK-05 – Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'idrogeno e di elettrolisi

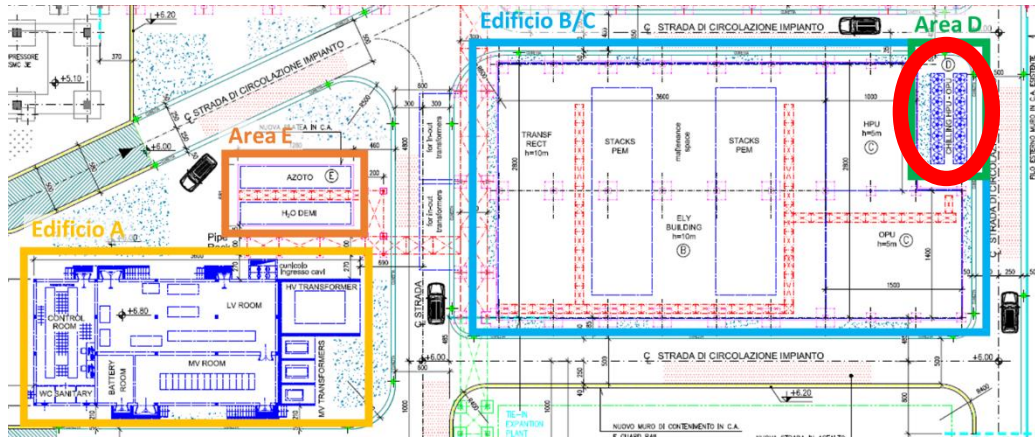


Figura 19 – Layout dell'impianto – particolare PK-05

L'unità chiller a servizio del modulo di purificazione dell'idrogeno e del modulo di elettrolisi sarà formata da 3 chiller di tipo air-cooled (raffreddati ad aria) da 200 kW.

Il chiller è un sistema di raffreddamento necessario al mantenimento della temperatura ideale nei due moduli. In particolare, la temperatura viene mantenuta con acqua refrigerante che una volta utilizzata nei moduli di elettrolisi e di purificazione diventa calda e necessita di essere raffreddata tramite il chiller nel quale viene impiegato come fluido di lavoro una miscela acqua-glicole con circa il 10-15% di glicole, che viene raffreddato ad aria.

Il principio di funzionamento del chiller è il ciclo frigorifero. Il classico ciclo frigorifero è costituito da quattro elementi principali: un evaporatore, un condensatore, un organo di espansione e un compressore.

Il calore viene esportato dall'acqua nell'evaporatore dove il refrigerante liquido, assorbendo il calore dell'acqua di processo, evapora mentre percorre il tubo dell'evaporatore, creando un gas a bassa pressione. Successivamente, il refrigerante evaporato viaggia verso il compressore dove il gas a bassa pressione viene compresso in un gas ad alta pressione. Il gas, quindi, esce e va al condensatore raffreddato ad aria. Mentre si trova nel condensatore, il calore viene rimosso dal refrigerante attraverso delle ventole. Dopo che il refrigerante, in forma di gas, ha percorso il condensatore, si trasforma in un liquido ad alta pressione. Il liquido ad alta pressione viaggia verso l'evaporatore attraverso la valvola di espansione. Durante questo processo, il refrigerante cambia da liquido ad alta pressione a liquido a bassa pressione. Poiché il chiller

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

funziona a ciclo continuo, questo liquido a bassa pressione viene quindi ritrasferito all'evaporatore dove l'intero ciclo si ripeterà.



Figura 20: Schema del ciclo frigorifero

Poiché si tratta di un ciclo chiuso non è previsto il consumo continuo di acqua o di fluido refrigerante, a parte sporadici interventi di reintegro.

ASPETTI AMBIENTALI PK-05

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

- consumo idrico per il raffreddamento che consiste, tuttavia, in acqua e glicole a ciclo chiuso e non prevede quindi un consumo idrico.
- consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine.
- emissioni acustiche non rilevanti e comunque limitate all'area dell'impianto.

Quindi non si evidenziano aspetti ambientali rilevanti.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.6 PK-06 – Purificazione e compressione del flusso di ossigeno

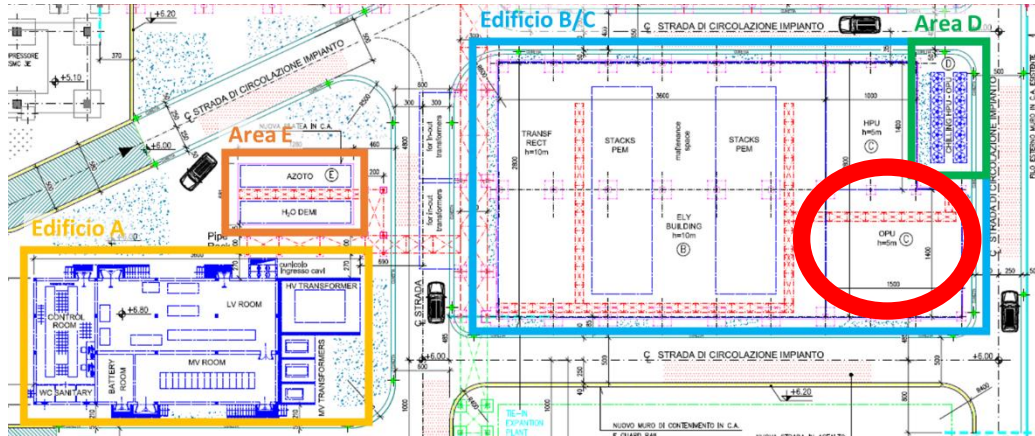


Figura 21 – Layout dell'impianto – particolare PK-06



Figura 22 – Schema a blocchi del package di purificazione dell'ossigeno PK-06

Lo scopo di questo package è quello di aumentare la purezza dell'ossigeno proveniente dai moduli di elettrolisi, tramite la riduzione del quantitativo di idrogeno e acqua contenuti. Inoltre, il flusso di ossigeno viene pressurizzato fino alla pressione necessaria all'invio nella rete della Raffineria (da circa 2-3 barg a 15 barg) attraverso un'unità di compressione da 330 kW.

La riduzione della quantità di idrogeno presente nel flusso di ossigeno viene effettuata in un reattore catalitico, dove l'idrogeno presente reagisce con l'ossigeno per formare acqua. L'acqua

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

presente nello stream viene eliminata con un sistema di assorbimento dell'umidità; tale sistema viene rigenerato periodicamente tramite de-assorbimento dell'acqua. Il processo catalitico è lo stesso applicato sul sistema di purificazione dell'idrogeno descritto nel paragrafo C.3.2.4.

Sono presenti tre sfiati atmosferici discontinui di ossigeno: uno attivo durante la fase di rigenerazione dei letti di assorbimento dell'umidità, e due per la depressurizzazione del compressore che opera in due fasi (uno sfiato per ogni fase). Lo scarico di ossigeno atmosferico per la rigenerazione verrà utilizzato anche in situazioni di fermata dell'impianto, di emergenza o scenari operativi di raffineria quando si ha la necessità di evacuare rapidamente le linee.

Durante le attività di manutenzione periodica è prevista la sostituzione del catalizzatore esausto.

La tabella seguente presenta un'analisi dei flussi entranti ed uscenti dal sistema con le relative grandezze chimico-fisiche.

Parametro	Unità	O2 wet	O2 dry OUT
Portata	Nm3/h	2003	2000
Portata	m3/h		
Portata	kg/h	2859	2855
Peso molecolare	kg/kmol	32	32
Pressione	barg		13
Temperatura	°C	40-50	30
Composizione			
H2	%vol/ppmv	0,17%-1,6%	<5
N2	%vol/ppmv	1	<1
O2	%vol/ppmv	98-99,5%	99,995%
H2O	%vol/ppmv	0,32%	<5
Inerts	%vol/ppmv		

Tabella 9: Bilancio di massa PK-06

Il flusso di ossigeno alimentato al sistema di purificazione proveniente dai moduli di elettrolisi sarà di circa 2.859 kg/h e avrà una temperatura di circa 40-50°C. La purezza dell'ossigeno entrante sarà di circa 99-99,5%. In queste condizioni il sistema garantisce un flusso in uscita con purezza del 99,995% e impurità inferiori ai 5 ppmv.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Il flusso di ossigeno in uscita sarà di circa 2.855 kg/h con una pressione di circa 15 barg e sarà diretto ai processi di raffinazione del petrolio della Raffineria (unità di recupero dello zolfo e unità di cracking catalitico - FCC).

ASPETTI AMBIENTALI PK-06

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

- consumo idrico per il raffreddamento che consiste, tuttavia, in acqua e glicole a ciclo chiuso che non prevede quindi un consumo idrico.
- consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine.
- Le emissioni in atmosfera sono rappresentate da tre sfiati atmosferici discontinui di ossigeno: uno per la rigenerazione dei moduli di assorbimento dell'umidità, e due per la depressurizzazione del compressore che opera in due fasi (uno sfiato per ogni fase). Lo scarico di ossigeno atmosferico per la rigenerazione verrà utilizzato anche in situazioni di fermata dell'impianto, di emergenza o scenari operativi di raffineria quando si ha la necessità di evacuare rapidamente le linee. I tre sfiati non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del d.lgs. n. 152/2006, in quanto sono composti da ossigeno che non è dannoso per l'ambiente.
- produzione di rifiuti costituiti dal catalizzatore esausto ma solo durante manutenzioni periodiche occasionali. Non si generano rifiuti durante la normale attività dell'impianto.
- emissioni acustiche non rilevanti e comunque limitate all'ambiente interno del fabbricato nel quale sarà disposta la strumentazione.

Quindi non si evidenziano aspetti ambientali rilevanti.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.7 PK-07 – Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'ossigeno

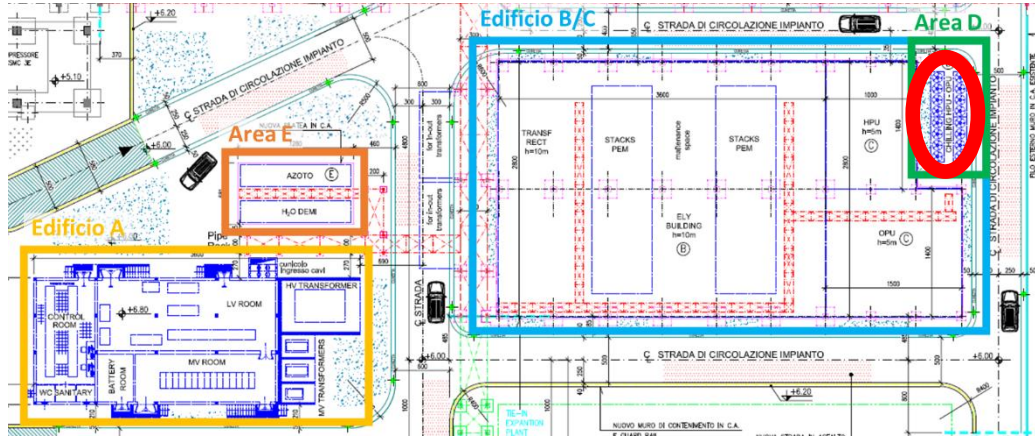


Figura 23 – Layout dell'impianto – particolare PK-07

L'unità chiller a servizio del modulo di purificazione dell'ossigeno sarà formata da 2 chiller di tipo air-cooled (raffreddati ad aria) da 200 kW, dello stesso modello e marchio di quelli impiegati nel package PK-05.

Il chiller è un sistema di raffreddamento necessario al mantenimento della temperatura ideale nel modulo di purificazione. In particolare, la temperatura viene mantenuta con acqua refrigerante che una volta utilizzata nel modulo di purificazione diventa calda e necessita di essere raffreddata tramite il chiller nel quale viene impiegato come fluido di lavoro una miscela acqua-glicole con circa il 10-15% di glicole, che viene raffreddato ad aria.

Il principio di funzionamento del chiller è il ciclo frigorifero che è già stato illustrato nel capitolo 0.

Poiché si tratta di un ciclo chiuso non è previsto il consumo continuo di acqua o di fluido refrigerante, fatta eccezione per sporadici interventi di reintegro.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

ASPETTI AMBIENTALI PK-07

Gli aspetti ambientali relativi a questo package sono elencati di seguito:

- consumo idrico per il raffreddamento che consiste, tuttavia, in acqua e glicole a ciclo chiuso e non prevede quindi un consumo idrico;
- consumo di elettricità durante il normale funzionamento, tuttavia l'elettricità è interamente proveniente da fonti rinnovabili (energia idroelettrica, fotovoltaica e/o eolica) con certificazione all'origine;
- emissioni acustiche non rilevanti e comunque limitate all'area dell'impianto.

Non si evidenziano quindi aspetti ambientali rilevanti.

C.3.2.8 Alimentazione e distribuzione elettrica

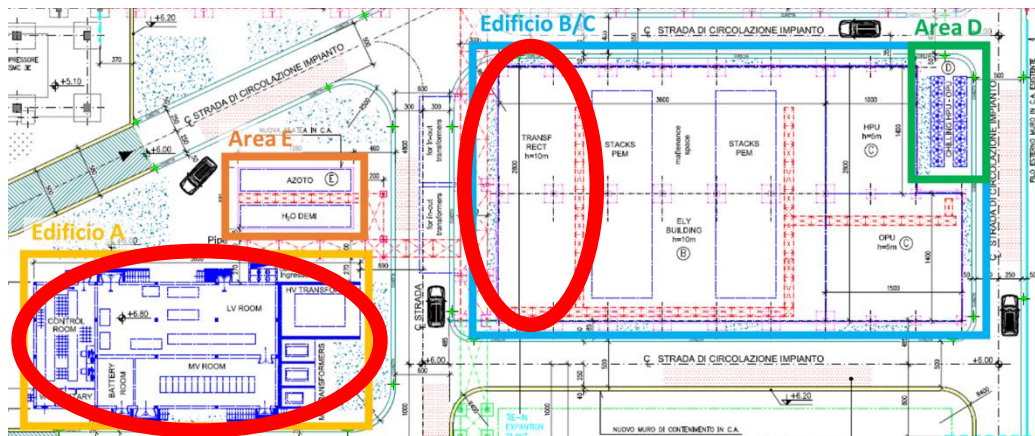


Figura 24 – Layout dell'impianto – particolare alimentazione e distribuzione elettrica

I componenti del sistema di distribuzione di energia elettrica saranno progettati e costruiti per le condizioni ambientali del luogo d'installazione in Aree Classificate secondo le Norme CEI EN 60079-10 per la possibile presenza di miscele esplosive con presenza di idrogeno laddove risultino in "Hazardous Area".

Il progetto viene eseguito in ottemperanza alle Leggi e Norme di riferimento vigenti, quali Legge 186/68; Legge 37/08 (ex 46/90), Standard SARLUX/EGP.

Per l'alimentazione del nuovo impianto, è previsto il collegamento con la cabina di alta tensione a 33kV della Raffineria denominata Q33-AT3 e sarà installato nell'edificio A un nuovo

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

trasformatore abbassatore 33kV/15kV che porterà l'elettricità dalla alta alla media tensione e trasformatori 15 kV/400V dalla media alla bassa tensione.

Oltre ai trasformatori, nell'edificio A saranno installati:

- i quadri di distribuzione in media tensione (15KV) per l'alimentazione dei moduli trasformatori/raddrizzatori per gli elettrolizzatori;
- il quadro di distribuzione per l'alimentazione del compressore ossigeno;
- i quadri di distribuzione delle utenze dei package in bassa tensione;
- sistema di alimentazione di emergenza UPS e relativo locale batterie;
- i sistemi a PLC per il controllo dei packages e relativa infrastruttura di rete.

Nell'edificio denominato B/C saranno poi installati e collegati i trasformatori, alimentati a 15kV, accoppiati ai convertitori AC/DC (tecnologia IGBT) atti ad alimentare i moduli elettrolizzatori.

Il percorso dei cavi del nuovo impianto è riportato nello stralcio cartografico in Figura 25.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

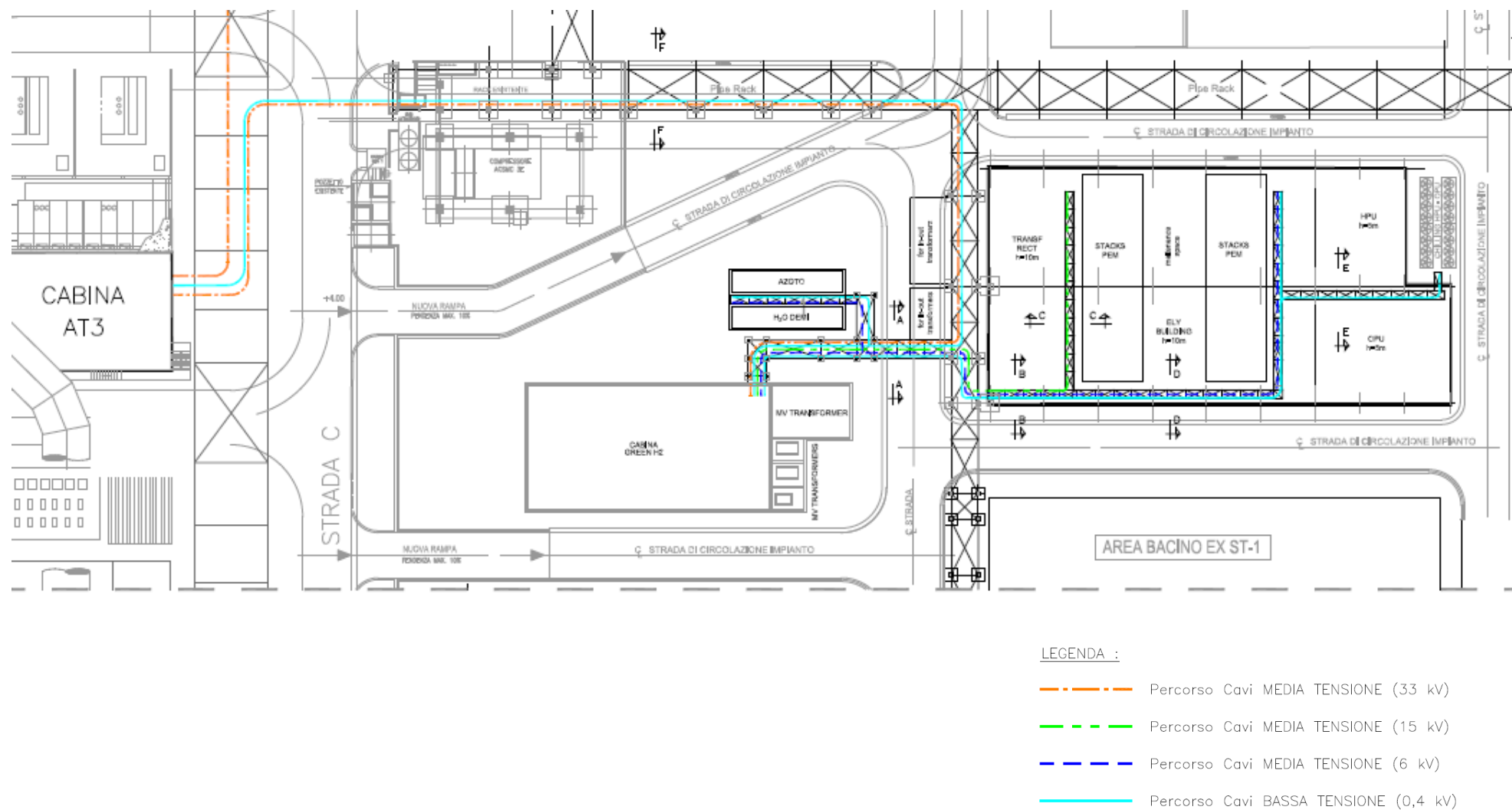


Figura 25 - Stralcio cartografico con indicazione delle linee MT

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

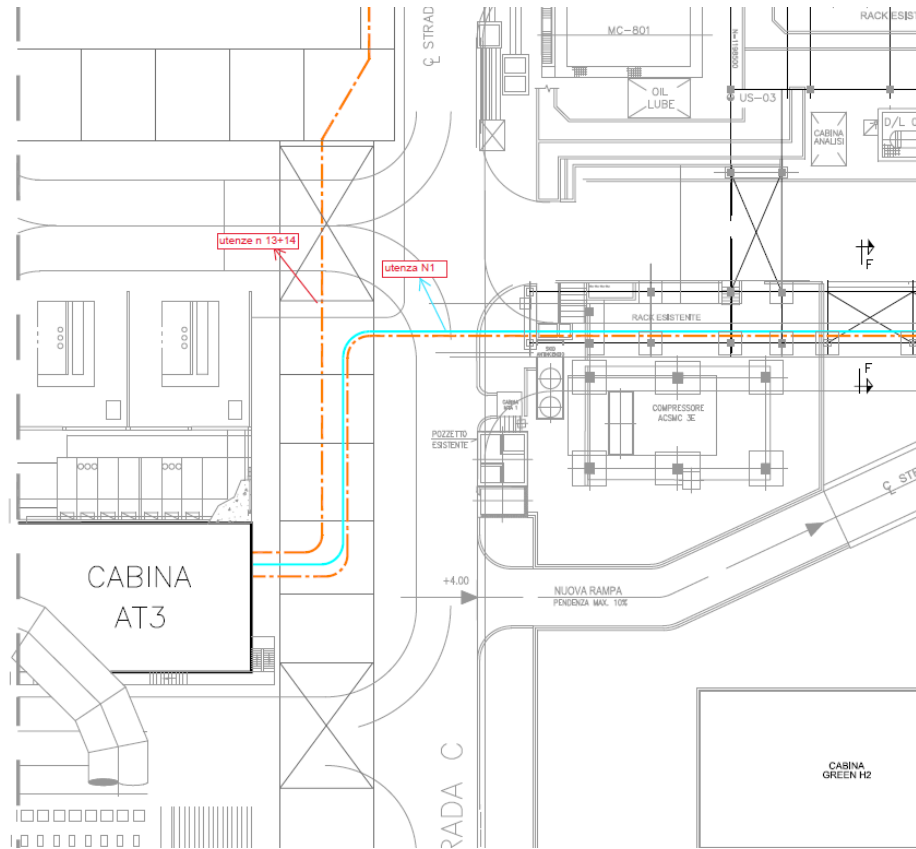


Figura 26 – Zoom di dettaglio cabina AT3

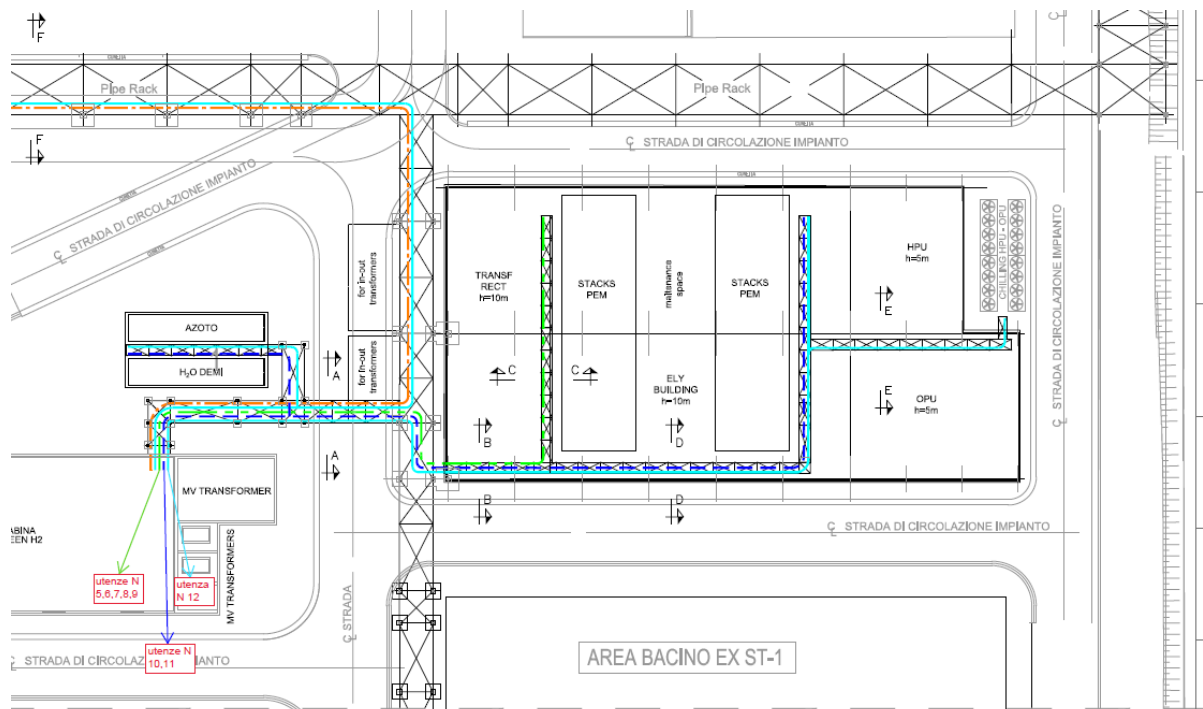


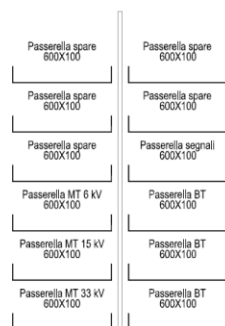
Figura 27 – Zoom di dettaglio edificio B

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

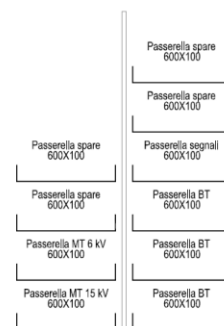
Utenza	Potenza stimata kW	Corrente	Livello di tensione	Lunghezza stimata	Sezione mm ²	Designazione	Percorso	DA	A	Diametro
Transformer Green H2 33 kV	24/ 28 MVA	490 A	33 kV	250	3(1x500)	RG16H1R12 26/45 kV	Posa passerella in	Q33-AT3- CELLA15	TR-H2-1	60
Transformer Green H2 15 kV	24/ 28 MVA	1078 A	15 kV	55	3(3x240)	RG16H1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	TR-H2-1	QMT-H2-1	84
Filtri per armoniche	HOLD	HOLD	15 kV	30	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV				75
Spare	-		15 kV	-	-					
Transformer/rectifier electrolyser - Impianto produzione commerciale	4500 kVA	173 A	15 kV	150	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Transformer/rectifier	75
Transformer/rectifier electrolyser - Impianto produzione commerciale	4500 kVA	173 A	15 kV	150	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Transformer/rectifier	75
Transformer/rectifier electrolyser - Impianto produzione commerciale	4500 kVA	173 A	15 kV	150	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Transformer/rectifier	75
Transformer/rectifier electrolyser - Impianto produzione commerciale	4500 kVA	173 A	15 kV	150	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Transformer/rectifier	75
Transformer/rectifier electrolyser - Impianto produzione commerciale	4500 kVA	173 A	15 kV	150	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Transformer/rectifier	75
Electrolyzers stacks auxiliaries	2000 kVA	77 A	15 kV	50	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Electrolyzers stacks auxiliaries	75
Electrolyzers stacks auxiliaries	2000 kVA	77 A	15 kV	50	3x150	RG16OH1OR12 12/20 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	Electrolyzers stacks auxiliaries	75
Compressore O2 6 kV	300 kW	37 A	6 kV	150	3x50	RG16H1OR12 6/10 kV	Posa passerella in	QMT-H2-1	HOLD	47
Potenziamento ponte AT1-C pannello 13 a Q33-AT3 pannello 5		680 A	33 kV	560	3(1x500)	RG16H1R12 26/45 kV	Posa passerella in	AT1-C pannello 13	Q33-AT3 pannello 5	60
Potenziamento ponte AT1-D pannello 12 a Q33-AT3 pannello 6		680 A	33 kV	560	3(1x500)	RG16H1R12 26/45 kV	Posa passerella in	AT1-D pannello 12	Q33-AT3 pannello 6	60

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

SEZIONE A-A
SCALA 1:20



SEZIONE B-B
SCALA 1:20



SEZIONE C-C
SCALA 1:20

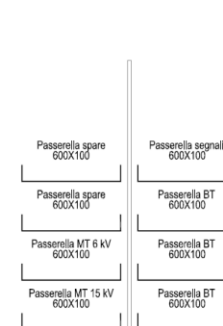
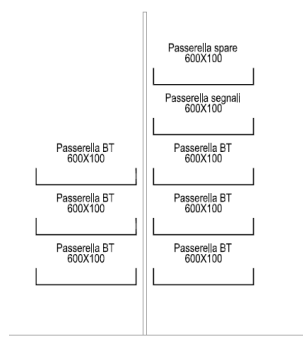
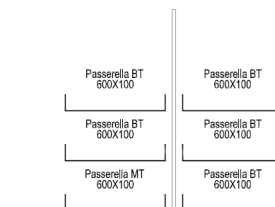


Tabella 10 – Caratteristiche tecniche delle linee MT

SEZIONE D-D
SCALA 1:20



SEZIONE E-E
SCALA 1:20



SEZIONE F-F
SCALA 1:20

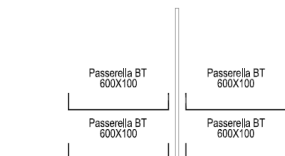


Figura 28 – Caratteristiche passerelle di sostegno delle linee in MT

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

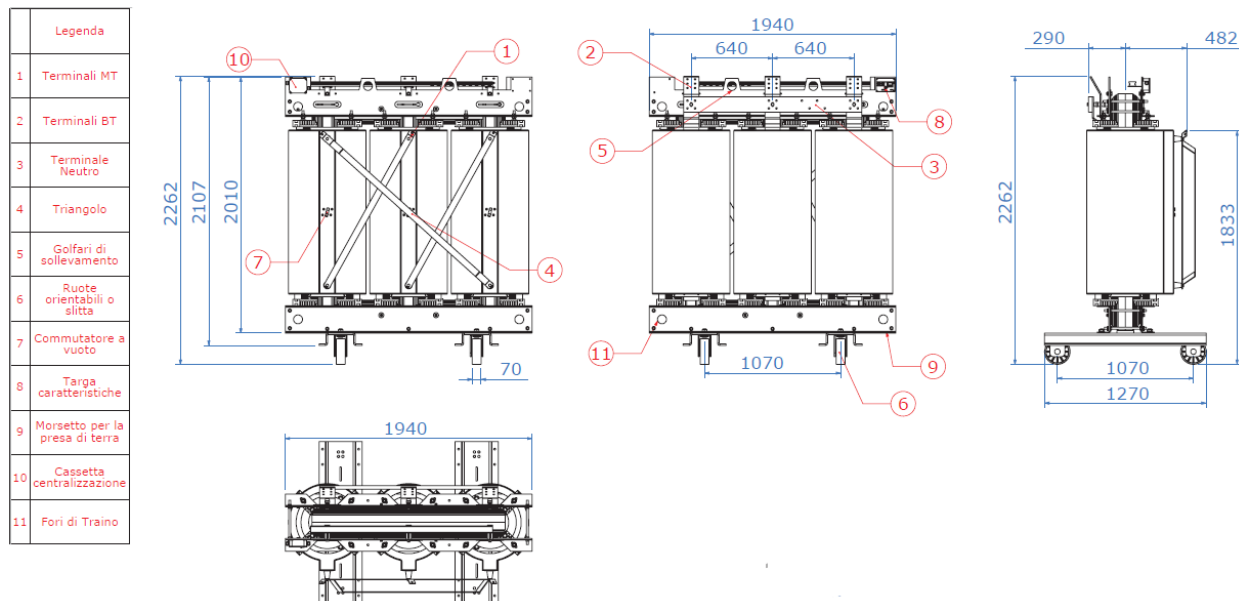


Figura 29 - Trasformatore MT-BT

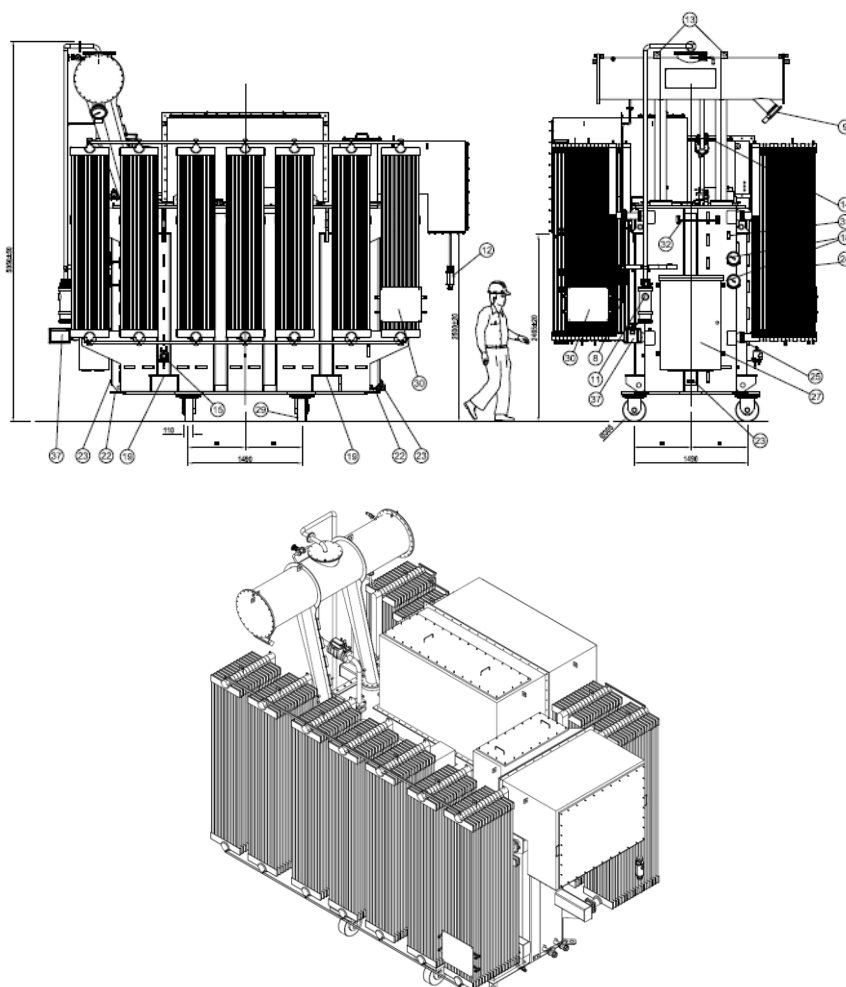


Figura 30 - Trasformatore AT-MT

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

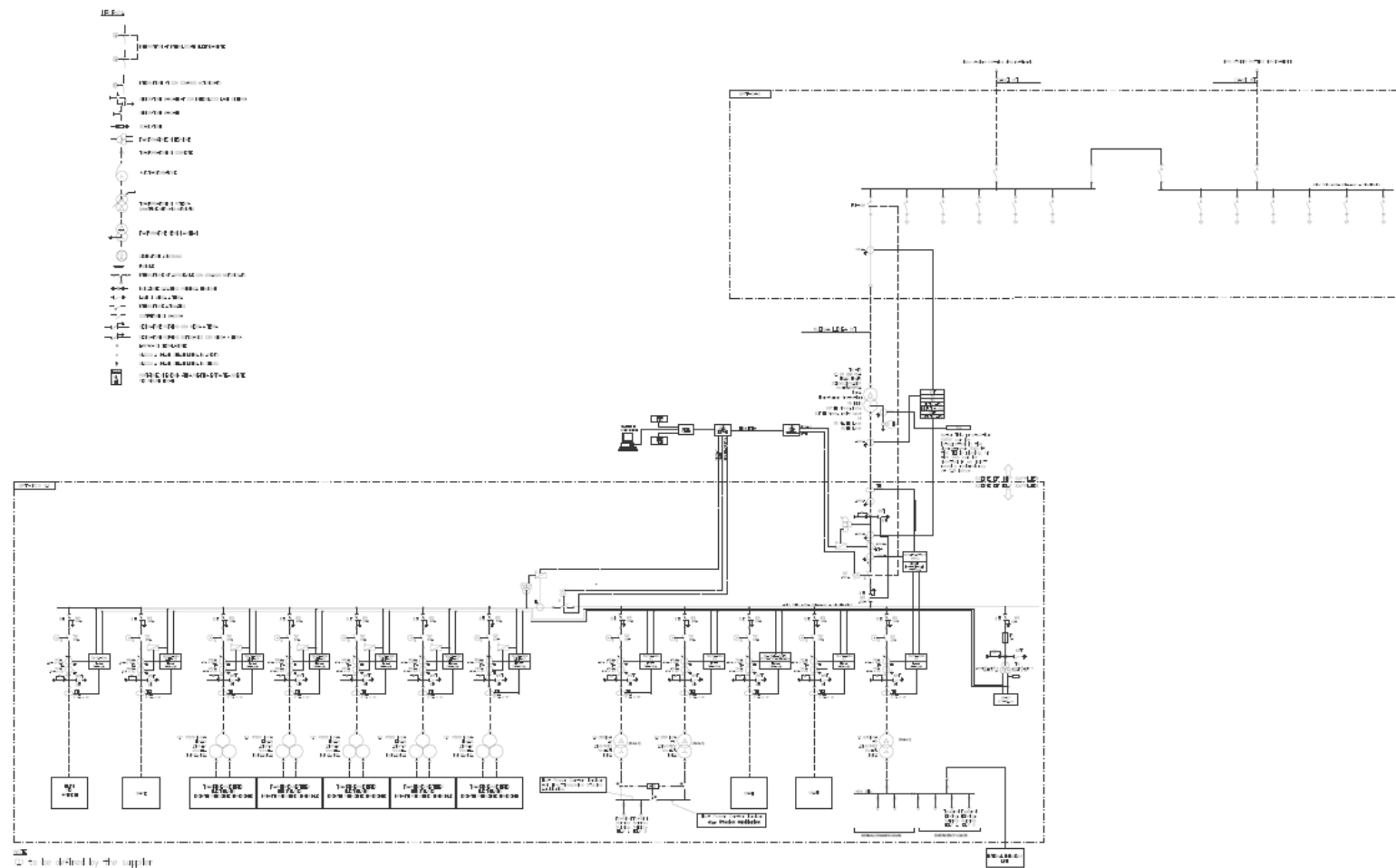


Figura 31 – Schema elettrico dell'impianto

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

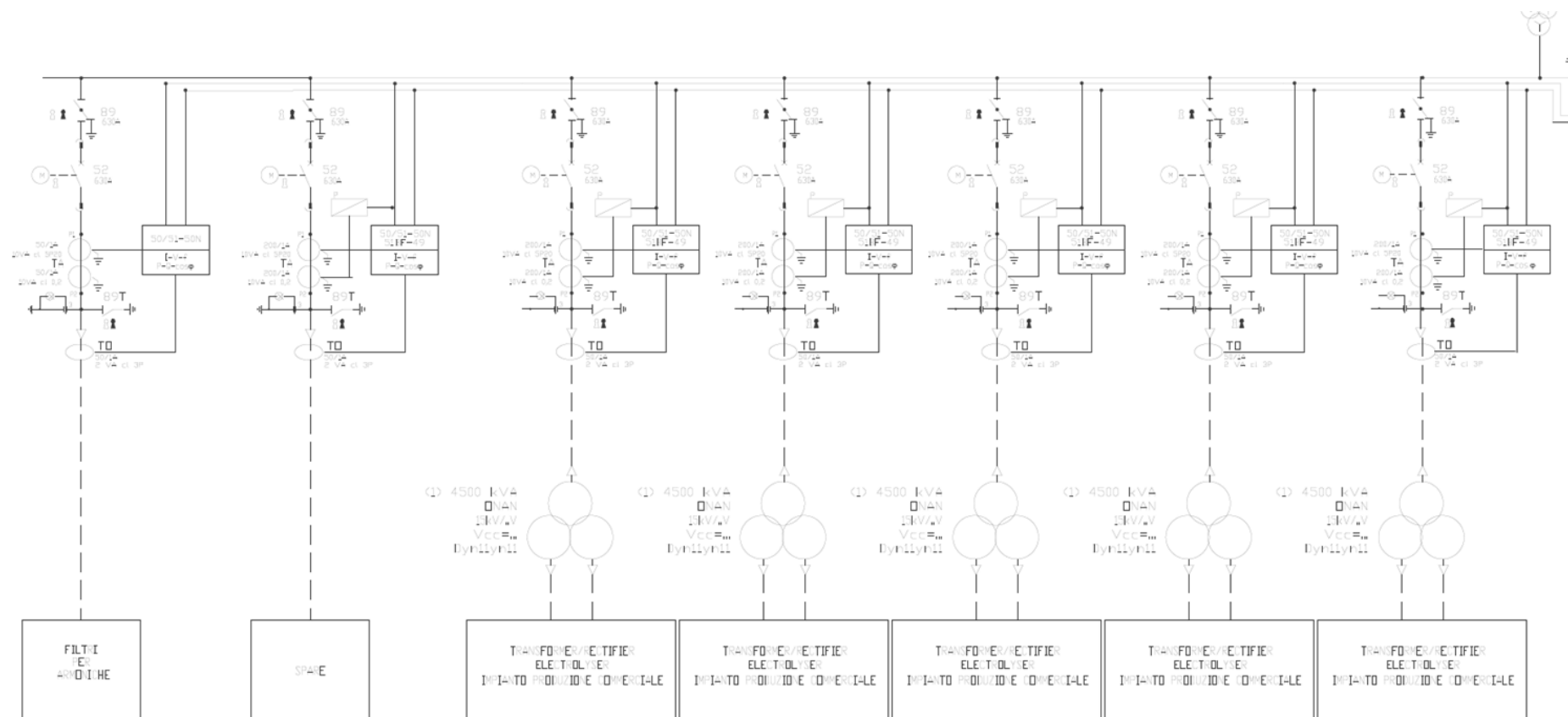


Figura 32 – Dettaglio dello schema elettrico dei moduli elettrolizzatori

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.9 Nuovi fabbricati

I componenti descritti nei paragrafi precedenti saranno per la maggior parte disposti all'interno di due fabbricati di nuova costruzione:

- L'edificio A conterrà la sala di controllo, i locali sanitari, la cabina LV-MV e le baie dei trasformatori.
- L'edificio B/C conterrà nella parte B l'elettrolizzatore e il raddrizzatore, nella parte C il sistema di purificazione dell'idrogeno e il sistema di purificazione e compressione dell'ossigeno. Nell'edificio è compresa l'installazione di un carroponete.

Inoltre, ognuno degli edifici del presente progetto sarà completo di tutte le opere di finitura necessarie quali:

- infissi;
- tinteggiature;
- impianti interni di illuminazione;
- sistema HVAC;
- sistema rilevazione gas ed antincendio.

L'edificio A sarà una classica costruzione in muratura dotata delle opere di finitura sopra descritte; mentre l'edificio B/C avrà la forma di un capannone che conterrà la strumentazione principale e, per evitare emissioni acustiche da parte delle apparecchiature, la copertura del tetto e delle pareti sarà fatta con pannelli fonoassorbenti come quelli raffigurati in Figura 33 e Figura 34.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

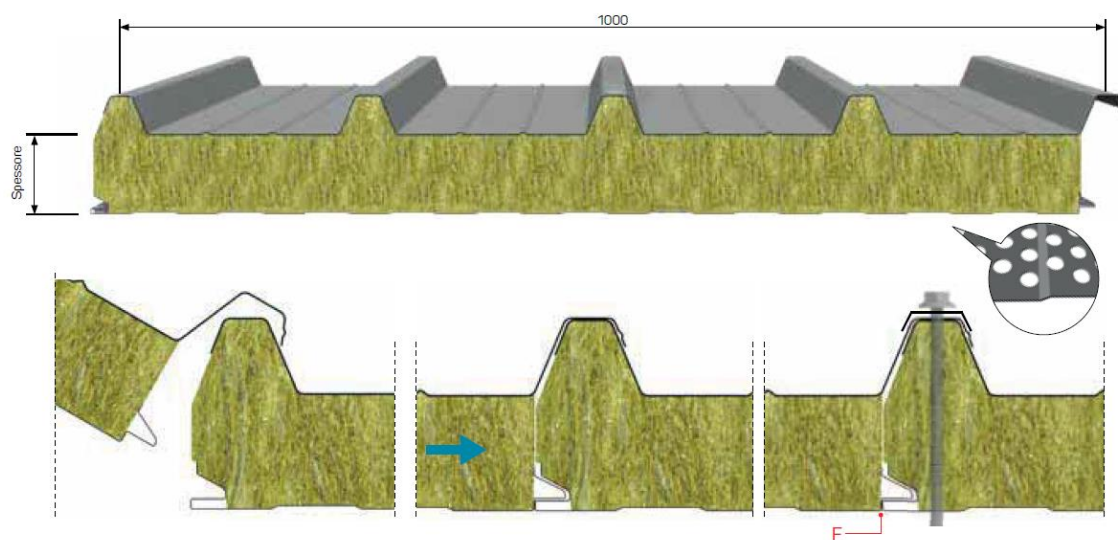


Figura 33 – Esempio di pannelli utilizzati per la copertura

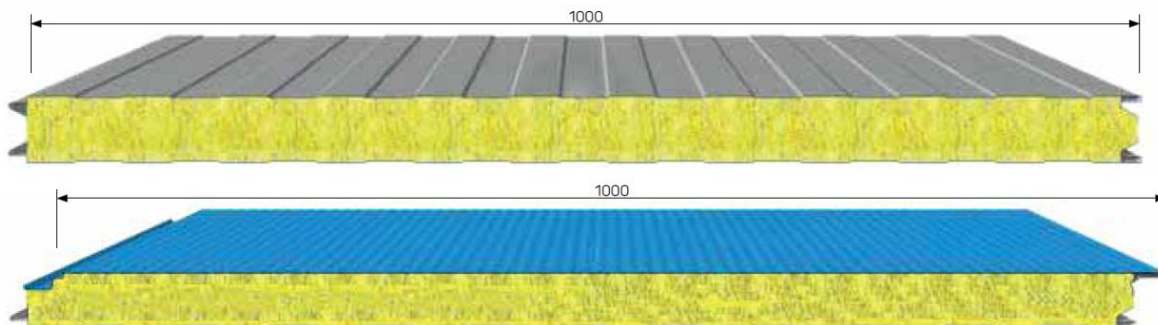


Figura 34 – Esempio di pannelli utilizzati per le pareti

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

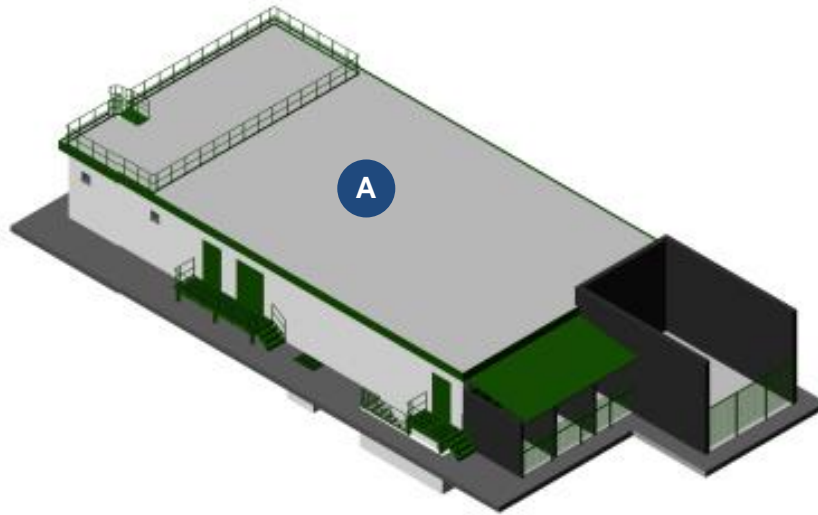


Figura 35: Vista 3D dell'edificio A: sala controllo, cabina LV-MV e baie trasformatori

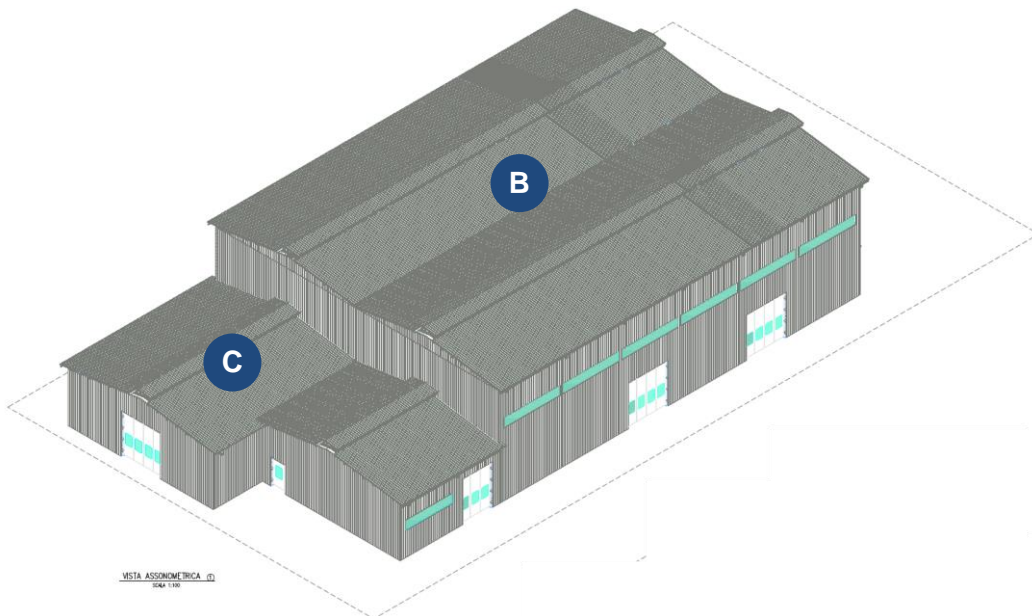


Figura 36 - Vista 3D dell'edificio B/C: elettrolizzatore, raddrizzatore, purificazione dell'idrogeno, purificazione e compressione dell'ossigeno

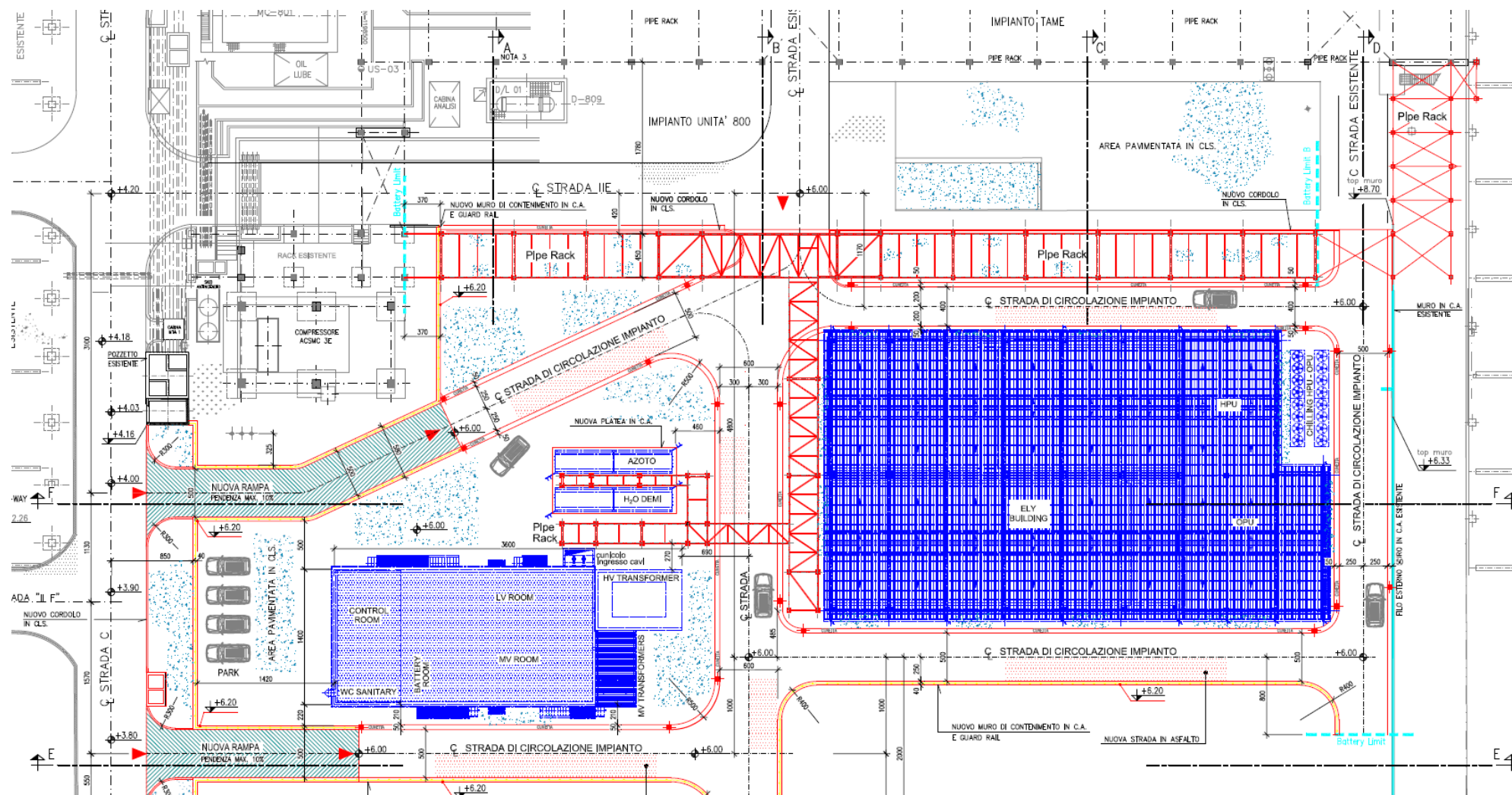
SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Figura 37 - Planimetria stato futuro con indicazione delle sezioni

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

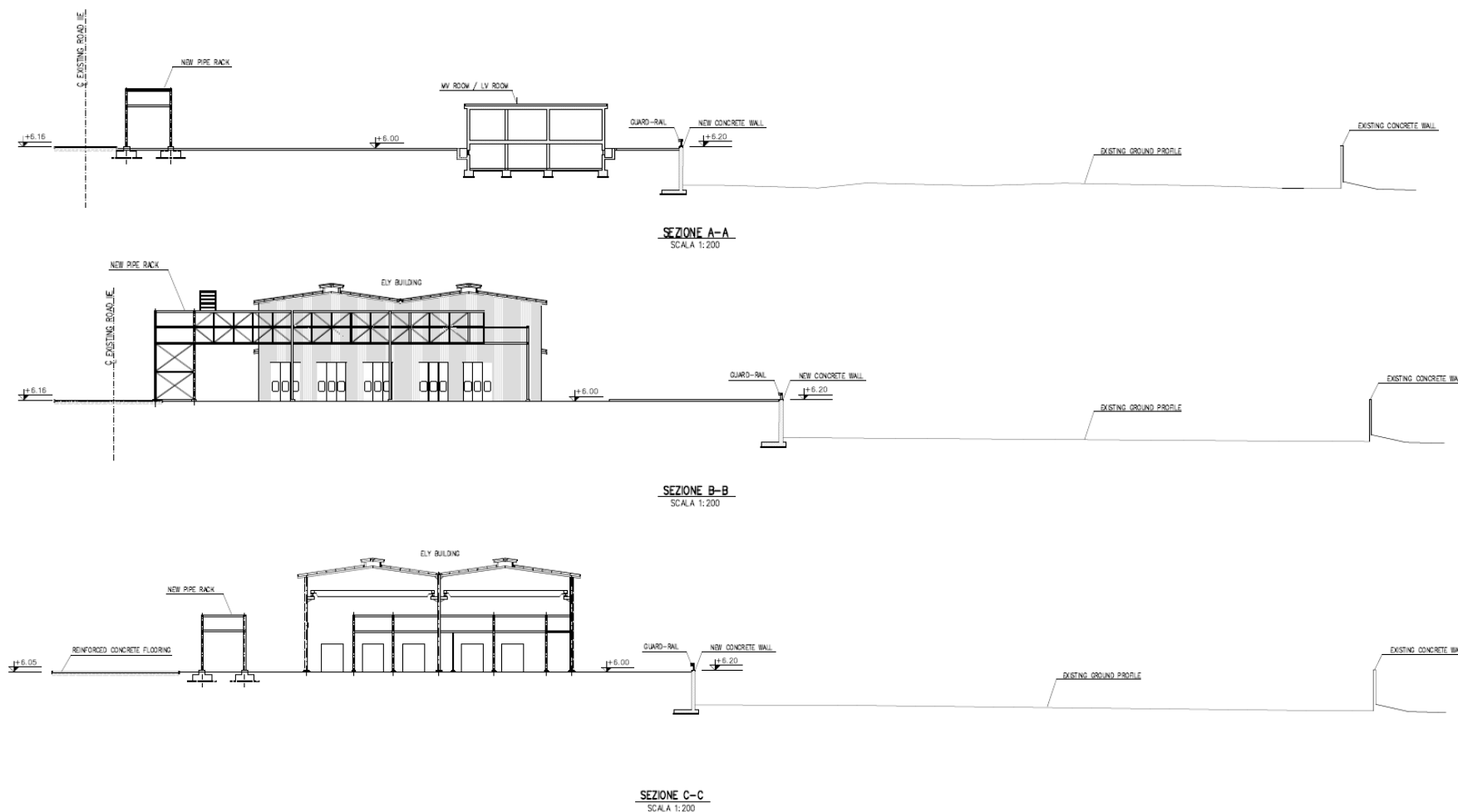


Figura 38 - Sezioni A, B e C dello stato futuro

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

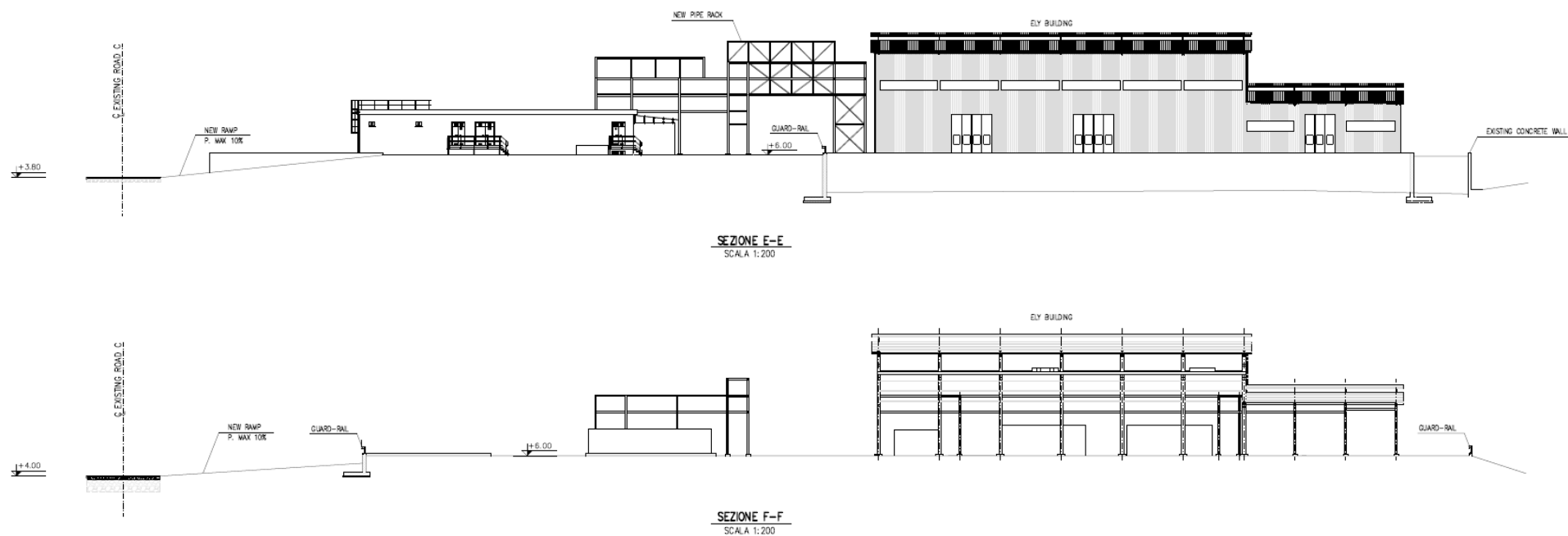


Figura 39 - Sezioni E, F dello stato futuro

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

C.3.2.10 Rete fognaria

È prevista la realizzazione di nuovo sistema fognario delle acque meteoriche e delle acque di processo, comprensivo di pozzetti di raccolta, caditoie, pozzetti di derivazione e d'ispezione, pozzetto sifonato tagliafiamma, tubazioni, masselli e griglie di raccolta delle acque interne all'edificio B/C. Nella costruzione della nuova rete fognaria sono comprese tutte le opere civili connesse come gli attraversamenti stradali e i collegamenti alla rete fognaria esistente.

La rete fognaria del nuovo impianto è rappresentata in Figura 43.

In particolare, al fine di determinare i parametri essenziali alla corretta valutazione della risposta idrologica del sito dell'impianto e per determinarne così un idoneo sistema di drenaggio per gli eventi meteorici è stato effettuato uno studio idrologico e idraulico. Lo studio ha portato al corretto dimensionamento del sistema di drenaggio che prevede:

- tubazioni in PVC DN 250/355(PN6)
- pozzetti in c.a. con griglia in ghisa sferoidale classe D400.
- Pozzetti di derivazione/ispezione
- Caditoie stradali

Le tubazioni saranno interrate e, dove lo strato di terreno che le ricopre risulterà di spessore inferiore a 80 cm, verrà realizzata una struttura in calcestruzzo necessaria per proteggere le stesse dai carichi sovrastanti.

Lo scavo propedeutico all'installazione delle tubazioni di scarico ed all'installazione dei pozzetti sarà impermeabilizzato preliminarmente alla posa degli stessi. L'impermeabilizzazione dello scavo potrà avvenire mediante l'impiego di una geomembrana impermeabile che rivestirà le scarpate ed il fondo dello scavo.

La portata totale di picco delle acque meteoriche, come risulta dall'analisi idrologica risulta pari a circa 270 l/s.

I tipologici del pozzetto previsto a progetto e della posa delle tubazioni sono riportati nelle seguenti figure.

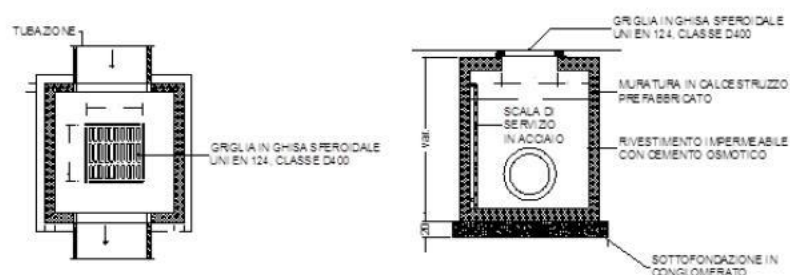


Figura 40 - Pozzetto del sistema di drenaggio

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

L'analisi idraulica è relativa alla valutazione del deflusso della corrente a pelo libero in condizioni di moto uniforme all'interno delle tubazioni di progetto. La formula utilizzata è quella di Gauckler-Strickler valida per deflussi a pelo libero.

Quindi il dimensionamento della rete si è basato su eventi caratterizzati da un TR (tempo di ritorno) di 10 anni, e ha portato alla conclusione che risulta sufficiente che il collettore terminale della rete di drenaggio sia caratterizzato da un collettore in PVC DN 355. Per le ramificazioni interne risultano sufficienti collettori da DN 250.

Gli scarichi fognari raccolti saranno trattati negli impianti TAS – Trattamento Acque Scarico e API-TAZ - Trattamento Acque Zavorra dello stabilimento di raffineria di seguito descritti:

- TAS è l'impianto di trattamento delle acque di scarico di stabilimento che effettua trattamenti di tipo chimico, fisico e biologico sulle acque provenienti dalla rete fognaria oleosa, a cui sono convogliati i reflui idrici e le acque meteoriche dall'area impianti della raffineria (con potenziale presenza di idrocarburi) e le acque sanitarie; a valle del trattamento le acque depurate vengono riversate in mare attraverso due scarichi finali (1A e 1B).
- API-TAZ è l'impianto di trattamento delle acque di zavorra (slop e acque di lavaggio) e di sentina provenienti, rispettivamente, da navi cisterna che attraccano al terminale marittimo e da navi private, delle acque emunte dai pozzi della barriera idraulica del sito, delle acque meteoriche, escluse quelle raccolte dall'area impianti; a valle del trattamento le acque depurate vengono riversate in mare attraverso uno scarico finale (1C).

In particolare, all'impianto TAS vengono convogliati:

- gli stream acquosi di processo dell'impianto (spurgo dell'elettrodeionizzatore e eventuale spurgo dell'elettrolizzatore);
- le acque sanitarie dei servizi idrici;
- in scenari accidentali, gli oli minerali isolanti e refrigeranti delle apparecchiature in casi di fuoriuscite.

All'impianto API-TAZ saranno convogliate le sole acque meteoriche.

I collegamenti delle acque di scarico del nuovo impianto alle reti fognarie esistenti di raffineria prevedranno tre pozzetti per il prelievo di campioni per effettuare eventuali analisi periodiche, un pozzetto per ogni tipologia di scarico, indicati sulla planimetria della rete fognaria come:

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

- PC1 – Pozzetto prelievo campioni per lo scarico meteorico;
- PC2 - Pozzetto prelievo campioni per lo scarico tecnologico;
- PC3 - Pozzetto prelievo campioni per lo scarico civile.

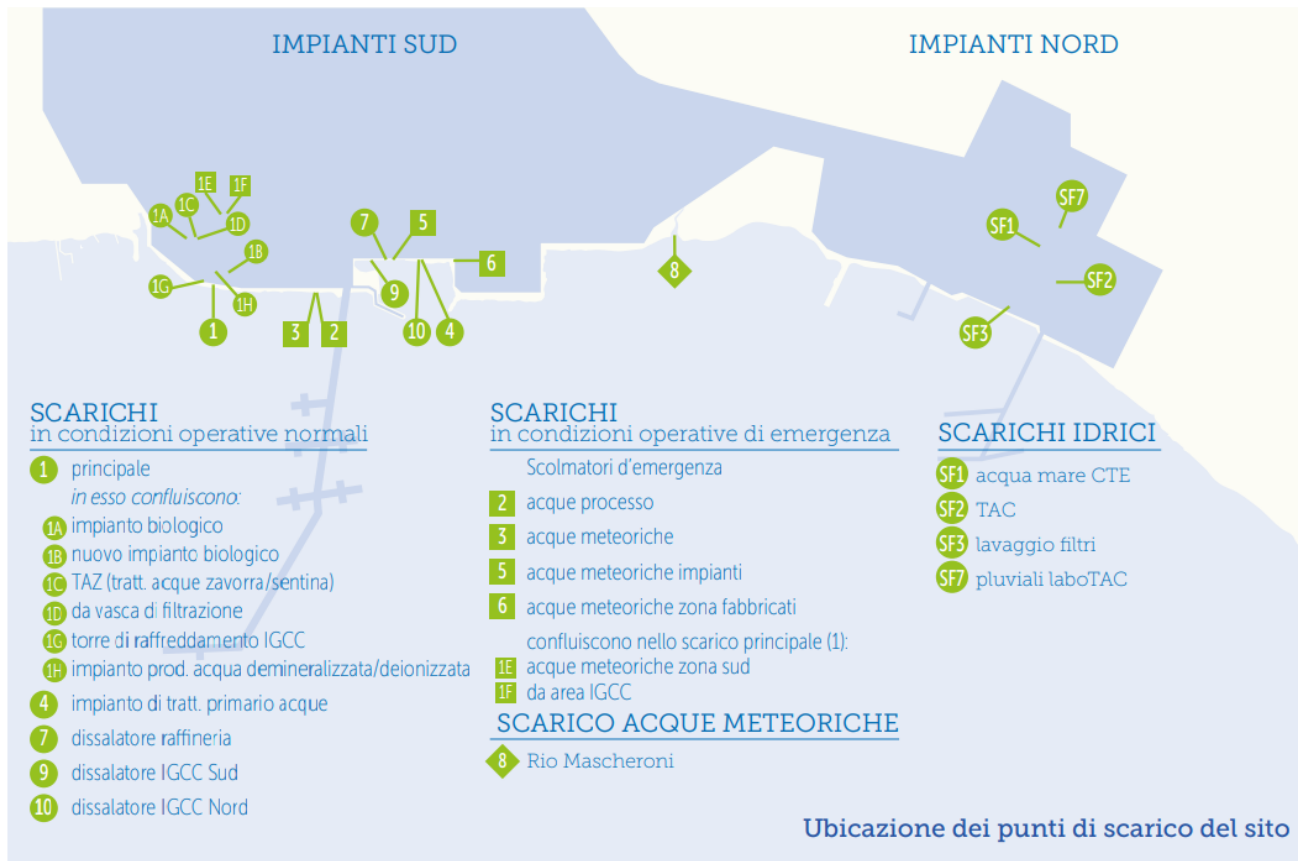


Figura 41 - Planimetria degli scarichi idrici della raffineria Sarlux e degli impianti di trattamento (TAS prevede scarichi 1A e 1B, TAZ scarico 1C)

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

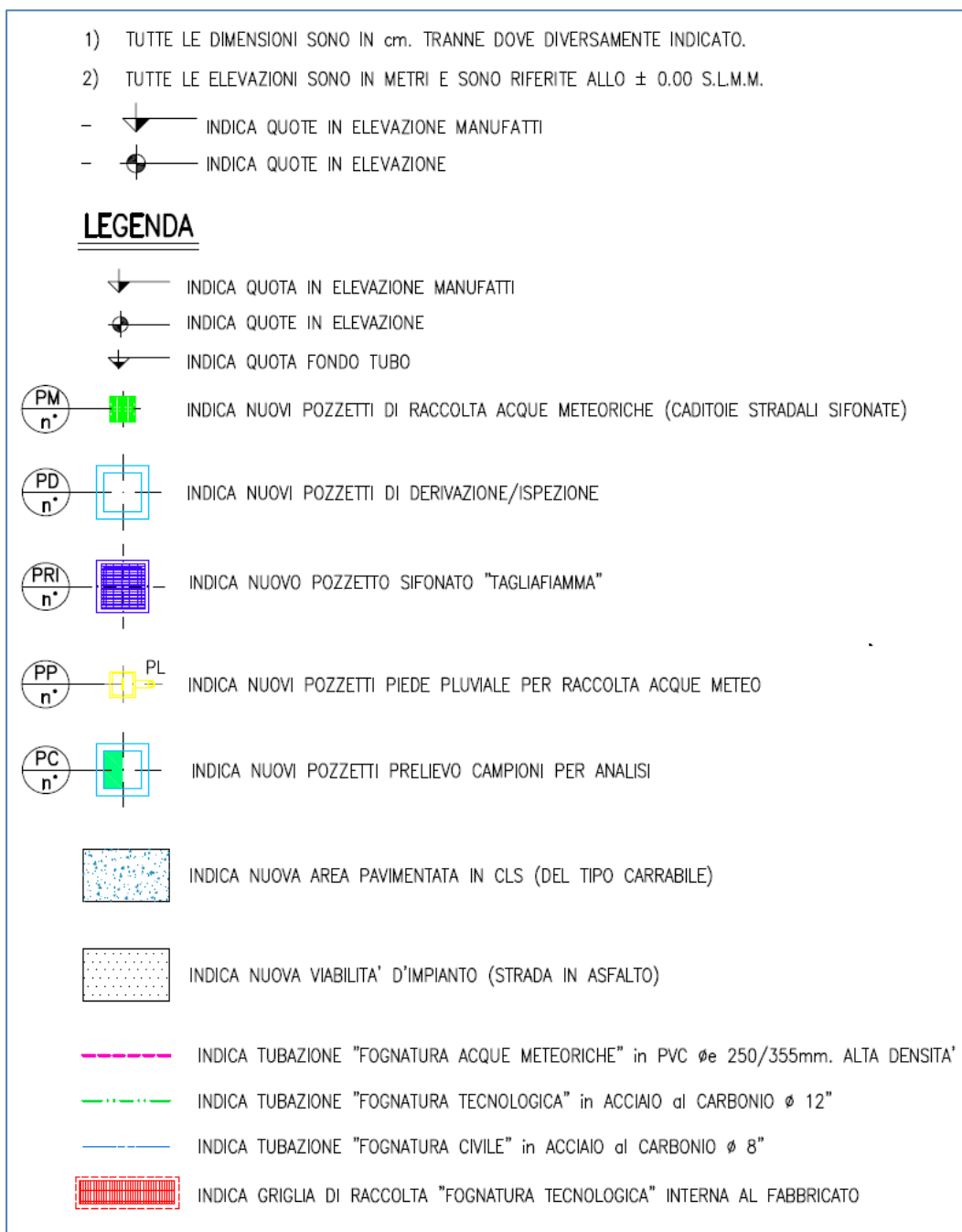


Figura 42 - Legenda della planimetria della rete fognaria

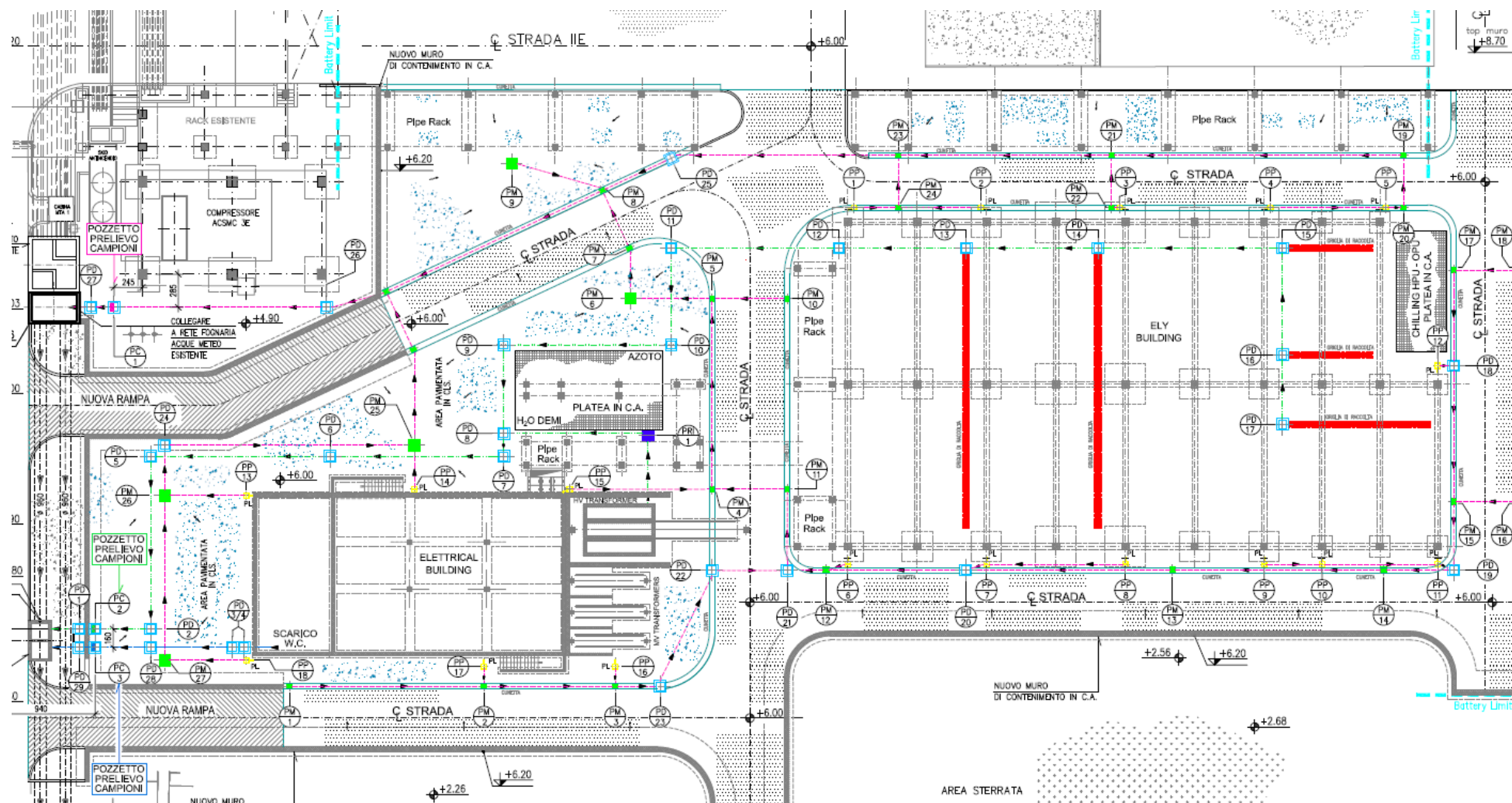
SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Figura 43 - Rete fognaria

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a
C.3.3 Opere connesse

L'alimentazione del nuovo impianto Green H2 sarà derivata da una riserva attualmente disponibile sul quadro Q33-AT3 a 33kV della Raffineria; pertanto, si dovrà prevedere la fornitura ed installazione di una nuova colonna per l'ampliamento del suddetto quadro, questo permetterà di non saturare le utenze attualmente disponibili.

In caso di fuori servizio di un trasformatore per un periodo di lunga durata, si potrà sfruttare il collegamento 33 kV esistente tra la cabina AT3 e la cabina AT1 della Raffineria.

Risultano quindi necessarie le seguenti attività di verifica e ripristino dei collegamenti tra AT1 e AT3:

- posa di un ulteriore cavo aereo in parallelo a ciascuna delle due connessioni;
- adeguamento delle protezioni elettriche

C.3.4 Bilancio di massa

Il bilancio di massa di ogni singolo modulo è stato affrontato nei capitoli precedenti. Per quanto riguarda il bilancio di massa complessivo dell'impianto si riporta di seguito in Tabella 11 un riassunto dei flussi entranti ed uscenti dal sistema.

	Unità	Acqua IN	H2 dry OUT	O2 dry OUT	Drenaggio tratt. acque	Drenaggio elettro_ lizzatore	Azoto da rete distribu_ zione	Aria per strumenti
Portata	Nm3/h		4000	2000			10,4-50*	1-10
Portata	m3/h	4,5			0,9	**		
Portata	kg/h	4500	356,8	2855	900	**	13-63 *	1-13
Peso molecolare	kg/kmol		2	32			28	28,96
Pressione	barg	1,8	19-30	15	2-3	2-3	3-4	4-6
Temperatura	°C	10-30	30	30	10-30	35-50	35-50	35-50
Composizione								
H2	%vol/ppmv		99,995%	<5				
N2	%vol/ppmv		<1	<1			99,97%	
O2	%vol/ppmv		<5	99,995%			300	
H2O	%vol/ppmv		<5	<5				
Inerts	%vol/ppmv							

* flusso minimo utilizzato durante il normale funzionamento, flusso massimo utilizzato per fermi impianto/manutenzioni per eliminare l'idrogeno o l'ossigeno presenti nelle tubazioni o nei moduli

** utilizzato solo in caso di fermi impianto o attività di manutenzione

Tabella 11 - Bilancio di massa complessivo

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Nell'impianto entreranno circa 4,5 m³/h di acqua e verranno prodotti circa 4.000 Nm³/h di idrogeno e 2.000 Nm³/h di ossigeno. Annualmente verranno consumati circa 33.750 m³ di acqua e verranno prodotti 30.000.000 Nm³ di idrogeno e 15.000.000 Nm³ di ossigeno. È presente solo uno spurgo continuo di acqua proveniente dall'unità di trattamento dell'acqua che consiste in acqua demineralizzata ricca di ioni, che quindi non ha impatti rilevanti dal punto di vista ambientale.

Il flusso entrante di aria di circa 1-10 Nm³/h è necessario al funzionamento degli strumenti analizzatori; anche il flusso di azoto in continuo di circa 10,4 Nm³/h è richiesto come flusso di gas inerte per il funzionamento degli analizzatori. Inoltre, un flusso più abbondante di azoto di massimo 50 Nm³/h sarà utilizzato a seguito di una fermata impianto, qualora risulti necessario eliminare l'idrogeno o l'ossigeno presente nelle tubazioni o nei moduli, al fine di permettere una fermata prolungata dell'impianto stesso per esigenze manutentive o operative.

C.3.5 Bilancio di energia ed efficienza

Nel presente capitolo si analizzeranno le prestazioni energetiche dell'impianto considerando la potenza installata di 20 MW e 7.500 ore equivalenti annue, per una produzione di idrogeno pari a 4.000 Nm³/h.

L'efficienza elettrica dell'elettrolizzatore è stata calcolata considerando l'energia specifica utilizzata dall'elettrolizzatore per produrre un chilogrammo di idrogeno, in confronto all'energia contenuta in un chilogrammo di idrogeno, calcolata attraverso il suo potere calorifico inferiore (33,3 kWh/kg) o superiore (39,4 kWh/kg). Il calcolo dell'efficienza è presentato nella tabella seguente. Un confronto con le migliori tecniche disponibili sul mercato è presentato nel capitolo C.3.6.

ore funzionamento	7.500	h/anno
Potenza	20	MW
HHV H2	142	MJ/kg
	39,4	kWh/kg
LHV H2	120	MJ/kg
	33,3	kWh/kg
Produzione oraria idrogeno	4.000	Nm3/h
	356,8	kg/h
Produzione annua idrogeno nominale	2.676	t/anno
Energia annua nominale	150	GWh/anno
Energia specifica	56,1	kWh/kgH2
Efficienza su base HHV	70%	
Efficienza su base LHV	59%	

Tabella 12 - Efficienza energia nominale

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Si consideri che gli stack che compongono il modulo di elettrolisi sono soggetti a degradazione, soprattutto negli ultimi anni di esercizio, quindi quando si avvicinano alle 80.000 ore di funzionamento. Per questo motivo ogni 10 anni è prevista una manutenzione straordinaria per la sostituzione degli elettrodi delle membrane PEM.

Si stima quindi che negli ultimi anni di esercizio degli stack la potenza erogata al modulo di elettrolisi sarà di circa 23 MW. Considerando quindi 23 MW erogati e una produzione di idrogeno pari a quella presentata in Tabella 12 si otterrebbe negli ultimi anni un'efficienza del 61% su base HHV e 52% su base LHV.

C.3.6 Analisi delle migliori tecniche disponibili

Gli impianti di produzione di idrogeno tramite elettrolisi, come quello in esame, rientrano tra le attività industriali elencate nell'Allegato 1 della direttiva IPPC dell'UE al punto 4.2., ovvero "Fabbricazione di prodotti chimici inorganici". Pertanto, il documento di riferimento per questa attività è il BREF "Large Volume Inorganic Chemicals" della Commissione Europea. Tuttavia, per lo specifico processo produttivo di idrogeno da elettrolisi, il BREF non dedica un capitolo, in quanto, di fatto, non presenta significativi aspetti ambientali. In ogni caso, l'argomento della produzione di idrogeno verde da elettrolisi è stato ampiamente affrontato, negli ultimi anni, da organismi internazionali come IEA - International Energy Agency, IRENA - International Renewable Energy Agency e OECD - Organisation for Economic Co-operation and Development.

Per tanto, prendendo in esame quanto dichiarato da questi organismi, di seguito si riporta una tabella riassuntiva delle caratteristiche tecno-economiche e ambientali delle migliori tecnologie di elettrolizzatori PEM con fornitura di energia elettrica da fonte rinnovabile presenti sul mercato ad oggi.

Electrical efficiency (% LHV)	56 – 60
Operating pressure (bar)	30 – 80
Operating temperature (°C)	50 – 80
Stack lifetime (operating hours)	30.000 – 90.000
Load range (% relative to nominal load)	0–160
Plant footprint (m ² /kWe) riferita all'area occupata dall'elettrolizzatore e la purificazione dei flussi	0,048
CAPEX (USD/kWe)	1.100 – 1.800
CO ₂ emissions (kgCO ₂ /kgH ₂)	0

Tabella 13- Caratteristiche tecno-economiche e ambientali degli elettrolizzatori PEM con elettricità da fonte rinnovabile – Fonte: IEA report 2019 The Future of Hydrogen

Il confronto con la tecnologia utilizzata nel presente progetto è riportato nella tabella seguente.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

	Migliori tecniche disponibili	Impianto H2 Green
Electrical efficiency (% LHV)	56 – 60	59
Operating pressure (bar)	30 – 80	30
Operating temperature (°C)	50 – 80	50
Stack lifetime (operating hours)	30.000 – 90.000	80.000
Load range (% relative to nominal load)	0–160	5-100%
Plant footprint (m ² /kWe) riferita all'area occupata dall'elettrolizzatore e la purificazione dei flussi	0,048	0,0125
CAPEX (USD/kWe)	1.100 – 1.800	1.279
CO ₂ emissions (kgCO ₂ /kgH ₂)	0	0

Tabella 14 - Confronto MTD

Si consideri che l'elettricità utilizzata dall'impianto elettrolizzatore è interamente proveniente da fonti rinnovabili con certificazione all'origine. Di conseguenza le emissioni di CO₂ equivalente prodotte dall'impianto sono 0 kgCO₂/kgH₂.

Con riferimento a quanto fin qui valutato, l'impianto applica le migliori tecnologie disponibili del settore, adottando le opportune misure antinquinamento.

Inoltre, si evidenzia che il complesso è in una situazione ottimale, dovuta soprattutto al fatto che i suoi processi hanno dei margini di modifica molto limitati e pertanto i bilanci sia della produzione che di conseguenza dei prodotti di scarto (rifiuti, emissioni, etc...) sono minimi e costanti; inoltre, le tecnologie adottate sono quelle più moderne e più sicure in termini di impatto con l'ambiente.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**C.4 FASE DI ESERCIZIO****C.4.1 Vita dell'opera**

La durata della gestione degli impianti è correlata con le autorizzazioni all'esercizio rilasciate dagli Enti Competenti e con l'indice di vetustà ed obsolescenza delle linee; in generale, per tale tipologia impiantistica, si può individuare in circa 30 anni. In particolare, le celle elettrochimiche (stack) dell'impianto elettrolizzatore, che sono il componente principale del processo di elettrolisi, hanno una durata operativa stimata di circa 10 anni, con la possibilità di essere sostituite per garantire la continuità operativa dell'impianto.

Durante la gestione dell'impianto verranno eseguiti tutti gli interventi manutentivi e di controllo, come meglio definiti nei capitoli successivi.

C.4.2 Consumi*C.4.2.1 Consumi di acqua**C.4.2.1.1 Acqua per alimentazione cella elettrolitica*

L'acqua demineralizzata di alimentazione della cella elettrochimica verrà prelevata dall'impianto Acciona di demineralizzazione dell'acqua di mare. L'impianto Acciona è un impianto già esistente a servizio della Raffineria e pertanto non rientra nel perimetro dell'impianto in oggetto.

Il consumo di acqua previsto è di 4.500 kg/h durante il normale funzionamento dell'impianto. Se si considera un funzionamento dell'impianto per 7.500 h/anno, il consumo di acqua annuale è di 33.750.000 kg/anno.

C.4.2.1.2 Acqua di raffreddamento

Per il raffreddamento del modulo elettrolitico saranno necessari circa 700 m³/h di acqua proveniente dalle torri di raffreddamento Marley già esistenti nella Raffineria. In questo caso l'acqua rientra in un sistema "acqua da torri di raffreddamento" a ciclo chiuso di raffineria e, pertanto, il carico aggiuntivo del nuovo impianto porterà ad un aumento del flusso di make-up (reintegro) del circuito esistente. Tuttavia, non ci sarà consumo idrico aggiuntivo dato dal reintegro, in quanto la quota parte data dall'impianto in progetto sarà compensata da attività di efficientamento del sistema attuale presente nella raffineria.

Il raffreddamento dei moduli di purificazione dell'idrogeno e dell'ossigeno in uscita dal processo di elettrolisi è fornito dalle unità chiller denominate PK-05 e PK-07 e trattasi di acqua e glicole a ciclo chiuso che non prevede un consumo idrico.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**C.4.2.2 Consumi di energia**

Considerando la potenza nominale dell'impianto di 20 MW e un funzionamento annuo tipico per questa tipologia di impianti di circa 7.500 h/anno, il consumo di energia è di circa 150.000 MWh/anno.

I consumi derivanti da tutti i componenti accessori al processo che rientrano nei confini del nuovo impianto, come pompe di rilancio, sistemi di raffreddamento e altri componenti accessori all'impianto adibiti al collegamento dei flussi, sia entranti sia uscenti, con la raffineria sono inclusi nella potenza erogata all'impianto di 20 MW, che può arrivare ad un massimo di 23 MW nelle fasi di maggior degradazione delle celle elettrochimiche.

Si consideri che gli stack che compongono il modulo di elettrolisi sono soggetti a degradazione, soprattutto negli ultimi anni di esercizio, quindi quando vicini alle 80.000 ore di funzionamento (per questo motivo ogni 10 anni è prevista una manutenzione straordinaria per la sostituzione degli elettrodi delle membrane PEM). Si stima quindi che negli ultimi anni di esercizio degli stack la potenza erogata al modulo di elettrolisi sarà di circa 23 MW. In questo caso il consumo di energia annuo massimo sarebbe di circa 172.500 MWh/anno e il consumo specifico per la produzione di idrogeno sarebbe di 64,5 kWh/kg_{H2}.

Consumi di energia		
Energia annua nominale (20 MW)	150	GWh/anno
Energia specifica nominale (20 MW)	56	kWh/kgH2
Energia annua massima (23 MW)	172,5	GWh/anno
Energia specifica massima (23 MW)	64	kWh/kgH2

Tabella 15 - Consumi di energia

C.4.3 Emissioni**C.4.3.1 Atmosfera**

L'impianto in tutto il suo insieme non prevede emissioni inquinanti in atmosfera né direttamente né indirettamente (il consumo di energia elettrica è solo ed esclusivamente da fonte rinnovabile idroelettrica, eolica e/o fotovoltaica certificata all'origine), né di tipo convogliato né di tipo non convogliato.

Vi sono sfiati di due tipologie, sfiati atmosferici e sfiati in pressione:

- Gli sfiati atmosferici sono in totale sette e non rappresentano una emissione in atmosfera ai sensi della definizione 268.b. del d.lgs. n. 152/2006, in quanto saranno composti da gas non

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

inquinanti, quali vapore acqueo, idrogeno o ossigeno. Questi sfiati vengono rilasciati in atmosfera presso l'area dell'impianto e saranno opportunamente distanziati per assicurare che l'esercizio dell'impianto avvenga in piena sicurezza.

- Gli sfiati in pressione risultano essere solo uno ed è dato dall'idrogeno prodotto nel processo e non inviato all'utilizzo finale di raffineria nel momento in cui si verificano le seguenti condizioni: (a) l'idrogeno non è a specifica, ad esempio per fuori servizio o malfunzionamento dell'impianto o avviamento oppure (b) in situazioni di emergenza e quindi quando si ha necessità di evacuare rapidamente le linee, ad esempio per una sovrappressione. Gli sfiati in pressione vengono inviati alla rete dei blowdown di raffineria e quindi convogliati alle torce di stabilimento della raffineria Sarlux.

Si sottolinea che tale sfiato, essendo sostanzialmente costituito da idrogeno e contenuti minimi di vapore e ossigeno, non è dannoso per l'ambiente una volta emesso in atmosfera e, tantomeno, in torcia, in quanto in quest'ultima la combustione di idrogeno comporta la formazione di acqua ($2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$).

In Tabella 16 vengono riassunti gli sfiati presenti sull'impianto e le relative caratteristiche.

Rif. Sfiato	Tipologia di sfiato	Posizione	Composizione
SFI 5	Atmosferico, continuo	Area NPU - PK-01	O ₂
SFI 1	Atmosferico, discontinuo da degassificazione recupero condense	Area ELY - PK-03	O ₂
SFI 7	Atmosferico, discontinuo da degassificazione recupero condense	Area ELY - PK-03	H ₂
SFI 6	Atmosferico, discontinuo per rigenerazione	Area HPU - PK-04	H ₂
BLOW DOWN	In pressione, di emergenza/malfunzionamento/avviamento	Area HPU - PK-04	H ₂
SFI 2	Atmosferico, discontinuo per rigenerazione ed emergenza/malfunzionamento/avviamento	Area OPU - PK-06	O ₂
SFI 3	Atmosferico, discontinuo per depressurizzazione compressore fase 1	Area OPU - PK-06	O ₂
SFI 4	Atmosferico, discontinuo per depressurizzazione compressore fase 2	Area OPU - PK-06	O ₂

Tabella 16 - Elenco sfiati

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**C.4.3.2 Acqua**

Le emissioni in acqua saranno quelle inerenti alle acque meteoriche dell'impianto, agli scarichi dei servizi idrici e quelle relative allo spurgo del modulo di purificazione dell'acqua PK-02. Mentre lo spurgo dei moduli di elettrolizzazione PK-03 avverrà solo in casi di malfunzionamenti e fermi impianto.

L'acqua di drenaggio del modulo di purificazione dell'acqua sarà sostanzialmente acqua ricca in ioni. Non è possibile stabilire la composizione esatta dello scarico, che sarà stabilita a seguito dell'installazione dell'unità di trattamento, ma in base alle analisi dell'acqua in ingresso (in Tabella 4) e alle specifiche dell'EDI è possibile ipotizzare che rispetterà i parametri presentati in Tabella 17.

Portata	0,9 m ³ /h
Pressione	2–3 bar
Temperatura	10-30 °C
Conducibilità equivalente (inclusa CO ₂)	40 µS/cm
Cloro totale (as CL ₂)	< 0,02 ppm
Iron (Fe)	< 0,01 ppm
Manganese (Mn)	< 0,01 ppm
Sulfide (S ⁻)	< 0,01 ppm
pH	6-9
Durezza (come CaCO ₃)	< 1 mg/l
TOC	< 0,5 ppm
Silica, SiO ₂	< 1 ppm

Tabella 17 - Caratteristiche del drenaggio dell'unità di trattamento acque

L'acqua degli eventuali scarichi dall'elettrolizzatore sarà acqua demineralizzata di un grado di purezza molto elevata, in quanto del tutto equiparabile all'acqua in ingresso al modulo di elettrolisi.

Gli scarichi dell'impianto saranno inviati alla rete fognaria dello stabilimento di raffinaria e verranno trattati negli impianti TAS – Trattamento Acque Scarico e API-TAZ - Trattamento Acque Zavorra dello stabilimento di raffinaria. In particolare, all'impianto TAS vengono convogliati:

- gli stream acquosi di processo dell'impianto (spurgo del modulo di purificazione dell'acqua tramite elettrodeionizzatore PK-02 e eventuale spurgo dell'elettrolizzatore PK-03);
- le acque sanitarie dei servizi idrici;

in scenari accidentali, gli oli minerali isolanti e refrigeranti delle apparecchiature in casi di fuoriuscite. All'impianto API-TAZ saranno convogliate le sole acque meteoriche.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Inoltre, si sottolinea che sono presenti dei flussi di condensa provenienti dai moduli di purificazione di idrogeno e ossigeno (PK-04 e PK-06) che vengono riciclati in testa al modulo di elettrolizzazione al fine di ottimizzare il consumo di acqua.

C.4.3.3 Rumore

Una verifica periodica di misura e valutazione dell'impatto acustico al perimetro di stabilimento e ai recettori è già prevista dal Piano di Monitoraggio e Controllo nell'ambito dell'AIA di Raffineria. Infatti, il sito produttivo della Raffineria è interessato da sistematici controlli periodici annuali delle immissioni sonore nell'ambiente esterno attraverso rilevazioni fonometriche finalizzate alla caratterizzazione acustica dell'ambiente circostante. Le rilevazioni sono ripetute nel corso degli anni in numerosi punti di misura, alcuni dei quali localizzati all'interno e nelle strade adiacenti il confine del sito, altri nelle strade di accesso ed all'interno al centro abitato di Sarroch.

Per l'impianto in progetto è stata predisposta una valutazione dell'impatto acustico previsionale (elaborato AM-RT10006 - Studio previsionale di impatto acustico) al cui documento si rimanda per quanto concerne il dettaglio delle sorgenti di rumore e la quantificazione di quest'ultimo.

Si consideri che l'impianto, essendo di modeste dimensioni rispetto all'area vasta della raffineria in cui è inserito, e nella quale si posiziona pressoché al centro, non si trova in prossimità di ricettori sensibili. Quindi l'individuazione della sua specifica capacità di generare immissioni acustiche nell'ambiente esterno (con particolare riferimento al "ricettore urbano" di Sarroch), distinguibile dal clima acustico generale generato dalla Raffineria nel suo complesso, appare ininfluenza in rapporto alle caratteristiche costruttive degli impianti ed alla stessa configurazione piano-altimetrica dell'insediamento industriale.

Al riguardo, le misurazioni fonometriche eseguite nel corso degli anni hanno permesso di stabilire che la Raffineria nel suo complesso, operando a ciclo produttivo continuo (come definito dal D.M. 11 Dicembre 1996), può essere definita come una sorgente di rumore costante semistazionario. La stessa presenta, infatti, fluttuazioni trascurabili (minori di $\pm 2,5$ dB rispetto alla media) ed è caratterizzata da un livello sonoro a variabilità contenuta entro 5 dBA. Tale caratteristica è stata confermata da tutti i rilievi eseguiti annualmente con strumenti posizionati sia all'interno della Raffineria in prossimità degli impianti, sia all'esterno in prossimità della recinzione sia nel centro urbano di Sarroch, in punti particolarmente sensibili. I risultati conseguiti possono fondatamente supportare l'affermazione che, dal punto di vista acustico, la Raffineria si comporta come una sorgente sonora unica. Tutte le precedenti indagini strumentali

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

e studi miranti ad accertare l'identificazione di una specifica immissione sonora predominante sulle altre, nell'ambito del centro abitato, ha sempre portato a esiti negativi.

Le emissioni acustiche e le vibrazioni derivanti dall'impianto H2 Green saranno minime, in quanto la maggior parte dei macchinari saranno posizionati all'interno di stabili o cabinati. Inoltre, i capannoni che conterranno il sistema di compressione e il sistema di elettrolisi, che sono i processi ad alta emissione acustica, avranno una copertura di pannelli in materiale fonoassorbente.

Le parti dell'impianto non contenute in edifici sono i moduli di purificazione dell'azoto, dell'acqua e i chiller; mentre le torri di raffreddamento sono già esistenti e rientrano nei confini di competenza della Raffineria.

In Tabella 18 si riporta l'elenco delle sorgenti acustiche analizzate secondo la loro posizione ed emissione acustica specifica. Tutti i macchinari che compongono l'impianto saranno sottoposti periodicamente a manutenzione in modo da mantenere i livelli di pressione sonora al massimo pari a quelli di progetto.

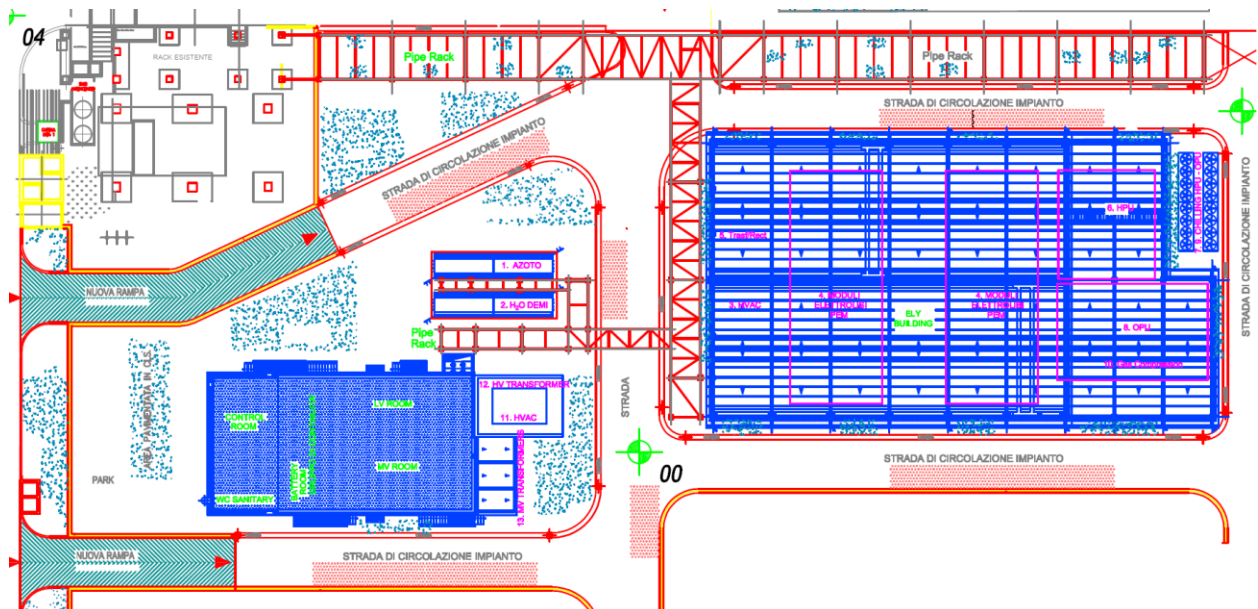


Figura 44 - Locazione delle sorgenti di impatto acustico

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

N°	DESCRIZIONE	POSIZIONE	dB(A)
1.	N°1 Package Purificazione del flusso di azoto	Area esterna	<80
2.	N°1 Package Trattamento acque	Area esterna	<80
3.	N° 1 HVAC	Interno capannone Ely building	80
4.	N°10 Package Moduli di elettrolisi	Interno capannone Ely building	80
5.	N°5 Moduli Trasformatori/Raddrizzatori	Interno capannone Ely building (Area Transf/Rect)	60
6.	N°1 Package Purificazione del flusso di idrogeno	Area OPU	<80
7.	N°1 Package Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'idrogeno/ossigeno e del modulo di elettrolisi	Area esterna	<80
8.	N°4 Package Purificazione del flusso di ossigeno	Area OPU	<80
9.	N°4 Package Chiller a servizio del modulo di purificazione dell'ossigeno - PK-07	Area esterna	<80
10.	N°1 Package Gas Compression	Area OPU	<80
11.	N° 1 HVAC	Esterno edificio Sala controllo/cabina (Tetto)	80
12.	N°1 Trasformatore HV - PK-09	Interno Edificio Sala controllo	65
13.	N°3 Trasformatore MV - PK-09	Esterno edificio Sala controllo su baie dedicate	60

Tabella 18 - Sorgenti impatto acustico

Sulla base dello studio effettuato tale impostazione impiantistica non risulta problematica dal punto di vista delle emissioni acustiche, per tanto i livelli di pressione sonora prodotti dall'attività dell'impianto ricadranno entro i limiti previsti dalla normativa vigente. Per maggiori dettagli riguardo agli impatti delle emissioni acustiche si rimanda al Quadro di riferimento ambientale del presente Studio di Impatto Ambientale (Elaborato AM-RT10003 SIA - Quadro di riferimento ambientale).

C.4.4 Manutenzioni previste

Per il nuovo impianto di produzione di idrogeno verde sono previste le seguenti attività di manutenzione:

A.1 Attività di manutenzione effettuate mentre l'impianto è in funzione:

- Ispezioni visive settimanali

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

- Verifica dei parametri di processo
- Ispezione visiva mensile su valvole, tubazioni e tubazioni;
- Ispezione mensile degli elementi di sicurezza (es. sistemi antincendio e fumo, sprinkler)
- Ispezioni trimestrali dei filtri;
- Ispezione visiva trimestrale di tutti i dispositivi di scarico della pressione;
- Verifica trimestrale del corretto funzionamento dei sistemi di sicurezza e ventilazione;
- Taratura trimestrale dei sensori del rivelatore di gas H₂
- Sostituzione cartucce di resina DI, comunque da definire in base alle misurazioni della qualità dell'acqua;

A.2 Attività di manutenzione annuale (con fermata dell'elettrolizzatore):

- Prova di tenuta di tubazioni e tubazioni dell'idrogeno
- Verifica calibrazione strumentazione
- Ispezione componenti elettrici
- Ispezione valvole di regolazione
- Sostituzione filtri;
- Verifica con eventuale sostituzione olio pompe e glicole

A.3 Attività di manutenzione pluri-annuale:

- Dopo verifica ricondizionamento o sostituzione valvole di regolazione e pompe circolazione
- Sostituzione essiccante nel Dryer
- Rinnovo/sostituzione dello stack ogni 8-10 anni

Inoltre, si prevede il monitoraggio continuo dei consumi di acqua, energia e della produzione di idrogeno e ossigeno.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**C.4.5 Analisi dei malfunzionamenti ed eventi incidentali**

Al fine di individuare i potenziali rischi derivanti dall'attività del presente progetto è stata condotta un'accurata ed approfondita analisi delle attività in relazione al rischio ad esse associato, derivante dai processi di lavorazione e dalle sostanze utilizzate.

Nello specifico, la suddetta analisi prende in esame i seguenti aspetti:

- La verifica dell'assoggettabilità al D.Lgs. 105/2015;
- L'analisi preliminare di sicurezza al fine di valutare le possibili interferenze con l'area circostante mediante analisi delle conseguenze di tipo "worst-cases" associate al nuovo impianto.

Per quanto riguarda la verifica di assoggettabilità al D.Lgs. 105/2015, si è proceduto secondo le seguenti fasi:

- Individuazione delle sostanze pericolose potenzialmente presenti e ricadenti nel campo di applicazione del Decreto;
- Valutazione dei massimi quantitativi potenzialmente presenti in impianto delle sostanze pericolose;
- Confronto con le soglie limite previste dall'allegato 1 al D.Lgs. 105/2015;
- Applicazione della regola della sommatoria.

Dalla verifica è emerso che il nuovo impianto non rientra nel campo di applicazione del D.Lgs. 105/2015 in quanto:

- Sono presenti sostanze pericolose in quantità inferiori alle quantità elencate nella colonna 2 della parte 2 dell'allegato 1;
- L'applicazione della regola della sommatoria, applicata ai pericoli fisici ha fornito un valore minore di 1.

Si è poi proceduto alla verifica dei possibili impatti generati dal nuovo impianto nell'area circostante attraverso l'analisi dei worst-cases. Sulla base delle informazioni ad oggi disponibili, l'analisi degli eventi incidentali di riferimento è stata condotta individuando le correnti

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

significative (in termini di condizioni operative di composizione, pressione, temperatura e portata) ed ipotizzando per queste un rilascio alle massime condizioni operative (analisi delle rotture random sulle linee tra le diverse sezioni di impianto, fino al limite di batteria).

Le conseguenze incidentali (valutate ad una altezza di riferimento pari a 1,6 m) sono state calcolate ipotizzando tre altezze differenti di rilascio (1 m, 4 m, e 7 m) al fine di considerare le possibili variazioni di quota delle linee tra le diverse sezioni di impianto.

Dalle simulazioni effettuate l'impianto idrogeno non genera significativi impatti verso aree esterne al proprio limite di batteria.

C.5 FASE DI DISMISSIONE

C.5.1 Premessa

Il progetto di installazione dell'impianto H2 Green prevede la costruzione di strutture fisse (capannoni) quindi non si prevede lo smantellamento di questi ma, in caso di dismissione, si prevede che i macchinari e i componenti costituenti l'impianto vengano rimossi e che le strutture vengano riutilizzate eventualmente come magazzini o simili. Infine, non si prevede lo smantellamento dell'area pavimentata che rimarrà parte dell'impianto.

C.5.2 Piano di caratterizzazione bonifica-ripristino aree

Dalla valutazione delle aree e delle sorgenti di inquinamento vengono valutate le seguenti azioni da intraprendere a seguito della dismissione dell'impianto:

- a. Conclusione delle attività di produzione di idrogeno. Asportazione e pulizia delle attrezzature e dei macchinari utilizzati per l'attività;
- b. Pulizia superficiale dell'area e dei capannoni per la raccolta di eventuali sfridi non recuperabili;
- c. Smaltimento dei rifiuti presenti e dei rifiuti prodotti dalla pulizia meccanica superficiale;
- d. Controllo visivo dell'area per l'individuazione di zone critiche (ad es. contaminate da olio) e asportazione dei materiali e dei punti ipoteticamente contaminati;
- e. Attuazione del 'Piano di indagine preliminare delle matrici ambientali': verifica analitica delle caratteristiche di suolo/sottosuolo e falda dopo asportazione dei rifiuti per valutazione del raggiungimento dei limiti previsti in relazione alla destinazione d'uso industriale (Tabella 1- Allegato 5 - Titolo 5 - D.Lgs n.152/06);
- f. A seguito dei risultati, eventuale redazione della caratterizzazione del sito e del piano di bonifica-ripristino ambientale;
- g. Conclusione dei lavori, analisi di verifica e restituibilità del sito.

Si prevede verosimilmente che i due fabbricati contenenti la strumentazione, dopo la dismissione dell'impianto, verranno riutilizzati eventualmente come magazzini o simili.

C.5.3 Controllo visivo, asportazione, analisi di verifica e piano di indagine preliminare

Verrà redatto un piano di indagine preliminare che terrà conto dell'ultima caratterizzazione svolta dalla raffineria Sarlux sull'area, del successivo utilizzo delle aree e degli eventuali eventi incidentali avvenuti, nonché della analisi dello stato dei luoghi.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

Il 'Piano di indagine preliminare', definirà la scelta delle matrici e dei relativi punti di indagine.

I sondaggi saranno distribuiti maggiormente nelle aree in cui sono presenti le maggiori criticità a meno di scostamenti che verranno valutati in campo.

Le posizioni e il numero di campioni previsti per l'analisi del suolo terrà conto della caratterizzazione dell'area svolta dalla raffineria Sarlux prima della sua cessione a Sardhy Green Hydrogen, in modo da poter effettuare un confronto tra l'istante zero e lo stato al momento della dismissione dell'impianto, e verrà rivisto in relazione all'effettiva situazione al momento dei lavori di ripristino dell'area.

Nel caso di eventuali eventi accidentali che avessero interessato l'attività e portato il gestore alla messa in atto di procedure di bonifica o messa in sicurezza, durante il periodo di esercizio dell'attività, come da normativa in ambito di bonifiche, verranno precauzionalmente effettuati campionamenti a conferma della correttezza delle procedure di messa in sicurezza/bonifica.

Le investigazioni saranno condotte attenendosi a quanto previsto dal D. Lgs.152/06 e dal Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati (ISPRA) e in accordo con le procedure previste dal documento "Modalità di prelievo dei campioni di suolo e sottosuolo e acque da sottoporre ad analisi per il controllo dei siti contaminati" (ARPAS).

Le risultanze delle analisi sulle matrici ambientali investigate porteranno alla redazione di un progetto di bonifica, nel caso in cui si rilevino superamenti rispetto ai limiti che saranno in vigore al momento della cessazione dell'attività.

C.5.4 Conclusione lavori e restituibilità del sito

Alla fine dei lavori verrà redatta una dichiarazione finale contenente le analisi dei vari processi di controllo, la documentazione fotografica delle operazioni di ripristino e dell'eventuale bonifica e i quantitativi di materiale asportato e smaltito durante la bonifica (formulari di trasporto) nonché le procedure attuate per il controllo delle matrici ambientali (suolo, sottosuolo e acque sotterranee).

Gli Enti competenti saranno coinvolti con le modalità indicate dalla normativa, al fine di effettuare di concerto l'attività di ripristino.

Al termine delle operazioni il sito si presenterà ripristinato in funzione della destinazione d'uso prevista dallo strumento urbanistico.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a**BIBLIOGRAFIA**

- Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2016. *Piano di Monitoraggio Ambientale - Anno 2021*.
- Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2014. *Relazione di riferimento ai sensi del DM 272/2014 per lo Stabilimento Sarlux di Sarroch (CA)*.
- Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2007. *Progetto di bonifica Hot-spot Area Parco Ovest Stabilimento Saras di Sarroch (CA) – ottobre 2007*.
- Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2007. *Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale ai sensi del D.Lgs. n. 59 del 18 febbraio 2005 e relativi allegati*.
- Sartec S.p.A. per Sarlux Srl, 2016. *Progetto di bonifica dei suoli - Stabilimento Sarlux di Sarroch (CA)*.
- Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2021, AM-RT10046_MISE ST1_Nota finale_rev.0A., nota finale sulle attività di bonifica dell'area ex serbatoi ST-1.
- Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale - Regione Sardegna, 31.01.2009.
- Deliberazione di Regione Sardegna N. 62/9 del 14.11.2008 "Direttive regionali in materia di inquinamento acustico ambientale" e disposizioni in materia di acustica ambientale.
- Decreto Terre e rocce da scavo - Decreto del presidente della repubblica 120/2017.
- Politecnico di Milano – Energy Strategy, Hydrogen Innovation Report 2021 HIR 2021.
- Politecnico di Milano – Energy Strategy, Hydrogen Innovation Report 2022 - Le potenzialità dell'idrogeno per la decarbonizzazione dei settori Hard-to-Abate.
- IEA – International Energy Agency, The future of hydrogen, 2019.
- IEA – International Energy Agency, Global Hydrogen Review, 2021.
- IRENA (2020), Green Hydrogen Cost Reduction: Scaling up Electrolysers to Meet the 1.5°C Climate Goal.
- International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. European Commission. The European economic and social committee and the committee of the regions - a hydrogen strategy for a climate-neutral Europe. European Commission, Brussels, 8.7.2020 COM 2020;301(final).
- Commissione Europea, 2014. *Conclusioni sulle BAT per la raffinazione di petrolio e di gas*.
- CONCAWE, 2009. *Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries – 2009 edition*.

SCHEDA 2 – ALLEGATO 2a

MATTM, 1994. *Decreto di compatibilità ambientale concernente l'impianto di gassificazione di idrocarburi pesanti e produzione di energia elettrica in cogenerazione (IGCC) nella raffineria Saras di Sarroch (CA). Dec/VIA/2025 del 28/12/1994.*

MATTM, 2009. *Provvedimento di Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione e Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras S.p.A. sito in Sarroch (CA). DSA-DEC-2009-0000230 del 24/03/09 e ss.mm.ii..*

Sartec S.p.A. per Saras S.p.A., 2012. *Piano di Caratterizzazione Raffineria Saras di Sarroch (CA) - D.M. 471/99.*