

**PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA**  
**RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DEL "COLLEGAMENTO FERROVIARIO ALGHERO CENTRO –**  
**ALGHERO AEROPORTO, CON IMPIANTO DI PRODUZIONE DI IDROGENO"**

CUP: F11B21007070001 - CIG: 9527950911



**DOCUMENTAZIONE TECNICA ALLEGATA ALLA DOMANDA AIA**

**SCHEDA 3 - ALLEGATO 3f**

**Analisi energetica per la proposta impiantistica per la quale si richiede  
l'autorizzazione**



Rev.	Descrizione	Nome		Data
A	Emissione	Redatto	D. Persia	16/04/2024
		Verificato	M. Fia	16/04/2024
		Approvato	N. Sbarigia	16/04/2024
		Autorizzato	P. Marchetti	16/04/2024
B		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
C		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
D		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		
E		Redatto		
		Verificato		
		Approvato		
		Autorizzato		



## INDICE

1.	PREMESSA	6
2.	DESCRIZIONE GENERALE	6
3.	ASPETTI ASSOCIATI AL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	9
4.	ENERGY MANAGEMENT	12

---



## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1. Planimetria area impianto di produzione idrogeno e impianto fotovoltaico	7
Figura 2. Schema semplificato dell'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione Idrogeno	8
Figura 3. Produzione di energia da Impianto fotovoltaico per kWp installato	11



## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1. Lista dei componenti impiantistici e delle loro prestazioni

9

## 1. PREMESSA

ARST, seguendo gli indirizzi della Regione Sardegna, ha da tempo avviato un processo di riqualificazione della rete ferroviaria isolata non interconnessa puntando a sviluppare la rete, in termini di manutenzione e potenziamento dell'infrastruttura ferroviaria, e ad integrarla con le altre infrastrutture di trasporto in un'ottica multimodale, con l'obiettivo di migliorare l'accessibilità complessiva del sistema di trasporto regionale e di offrire una struttura di reti e servizi integrati. dell'accessibilità e dell'interconnessione passeggeri con porti e aeroporti sono stati oggetto di studi approfonditi in passato.

Tra questi, uno studio specialistico commissionato da Ferrovie della Sardegna (FdS) (oggi ARST S.p.A.), redatto nel 2001, avente ad oggetto "Studio di fattibilità per la riqualificazione funzionale della linea ferrata Sassari-Alghero delle Ferrovie della Sardegna", ha analizzato le potenzialità di riqualificazione funzionale della linea ferroviaria Sassari-Alghero con ipotesi di scenari di sviluppo dell'interconnessione con l'aeroporto di Alghero.

Nell'ambito del progetto di riassetto e sviluppo dei collegamenti tra le città di Sassari e Alghero e le zone limitrofe, lo studio aveva individuato sei scenari di sviluppo, progressivamente più completi, per le linee di comunicazione su ferro della zona. La Regione Sardegna aveva presentato nel mese di Dicembre 2020 una proposta per collegare le città di Alghero e di Sassari con l'aeroporto di Fertilia con una diramazione dalla linea ferroviaria esistente, corrispondente allo scenario individuato nello studio di cui sopra con la dicitura "Scenario 5", che prevedeva un collegamento ferroviario tra la stazione ferroviaria di Mamuntanas, lungo la linea Sassari Alghero, e l'Aeroporto di Alghero consentendo il facile raggiungimento dello scalo da entrambe le città di Sassari e Alghero.

A seguito della assegnazione del finanziamento tra RAS e ARST S.p.A. è stata stipulata la Convenzione 2/6428 del 15/03/2022 - Convenzione per il Finanziamento degli Interventi di Potenziamento: "Collegamento Ferroviario Alghero Centro - Alghero Aeroporto, con Impianto di Produzione di Idrogeno e Materiale rotabile per la Linea Sassari Alghero Aeroporto". Con la stipula della Convenzione ARST S.p.A. è stata individuata quale soggetto attuatore/Stazione Appaltante dell'Intervento in oggetto.

A seguito della procedura aperta, ai sensi degli art. 123, comma 1, art. 60 e art. 157, comma 1 del D.Lgs. n. 50/2016 e s.m.i., il seguente RTP, composto da Systra-Sotecni, Systra SWS, Systra, BTP Infrastrutture, Geol. Pani, Archeologa Corona, Ing. Bertetti e Ing. Spinosa, è risultato aggiudicatario dell'incarico di redigere il PFTE del progetto in esame.

## 2. DESCRIZIONE GENERALE

Il progetto dell'impianto di produzione idrogeno è stato sviluppato cercando di conciliare al massimo la producibilità elettrica da fonte solare, nel pieno rispetto dei vincoli paesaggistici e territoriali.

Le aree principali dell'impianto di produzione e il fotovoltaico asservito sono mostrate nella seguente planimetria:

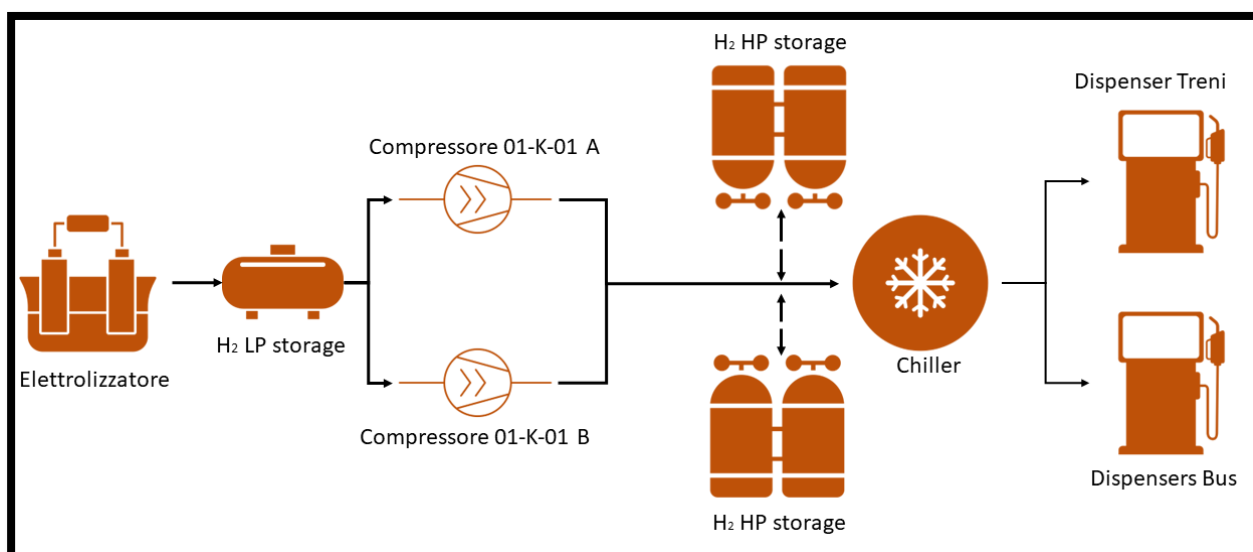
AREA IMPIANTO  
FOTOVOLTAICO

AREA IMPIANTO  
DI PRODUZIONE  
IDROGENO





Figura 2. Schema semplificato dell'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione Idrogeno



L'impianto di produzione, compressione, stoccaggio e distribuzione d'idrogeno sarà costituito dalle seguenti apparecchiature principali:

- n.2 Elettrolizzatore PEM da 2 MW con relativi accessori (01-PK-01/02).
- n.1 Serbatoio buffer a bassa pressione da 15500 L di H2 con relativi accessori (02-V-01).
- n.2 Compressori con pressione di scarico di 550 barg per idrogeno con relativi accessori (02-PK-01/02).
- n.1 sistema di stoccaggio ad alta pressione da circa 1850 kg di H2 con relativi accessori (03-PK-01).
- n.2 Chiller per il raffreddamento della corrente di rifornimento H2 con relativi accessori (03-PK-02).
- n.2 Dispenser ad uso ferroviario con singolo erogatore con relativi accessori (03-D-01/02).
- n.2 Dispenser per uso mezzi stradali pesanti adibiti al trasporto passeggeri a singolo erogatore con relativi accessori (03-D-03/04).
- n.1 Sistema di produzione e distribuzione Aria Strumenti con relativi accessori (06-PK-01).
- n.1 Sistema di stoccaggio e distribuzione Azoto gassoso con relativi accessori (05-PK-01).
- n.1 Gruppo elettrogeno da 250 kVA.
- n.2 Pompe di distribuzione acqua di alimento.
- n.1 Serbatoio antincendio.
- n.1 Skid gruppo pompe antincendio.

Per ulteriori dettagli relativi allo schema di processo (PFD) e al bilancio di materia dell'impianto riferirsi ai relativi elaborati. I principali locali presenti nell'impianto di produzione e distribuzione idrogeno saranno i seguenti:

- Cabina elettrica.
- Control room e uffici.
- Capannone Magazzino ed Officina.



### 3. ASPETTI ASSOCIATI AL FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

L'impianto di produzione e distribuzione di idrogeno verde in oggetto è costituito da un sistema di elettrolisi di tipologia PEM integrato con un impianto fotovoltaico, in grado di convertire l'energia elettrica rinnovabile prodotta tramite i pannelli fotovoltaici in idrogeno verde.

Nella tabella seguente sono riportate le prestazioni in condizioni di progetto per il sistema.

Tabella 1. Lista dei componenti impiantistici e delle loro prestazioni

COMPONENTE IMPIANTISTICA	POTENZA [KW]	NOTE
Sistema fotovoltaico	3950	Potenza di picco del fotovoltaico installato.
Package Elettrolisi PEM	2X2000	Potenza nominale del singolo modulo. Due moduli devono essere presi in considerazione.
Package Compressori	68	Potenza nominale del singolo compressore. Due compressori devono essere presi in considerazione.
Dispenser di carico	2	Valore da confermare con il fornitore scelto. Da intendere solo quando in erogazione. 4 dispenser devono essere presi in considerazione
Chiller pre-raffreddamento	150	Potenza nominale del singolo chiller. Due chiller devono essere presi in considerazione.
Pompa elettrica Antincendio	45	Nominale
Pompa Jockey	3	Nominale
Package aria strumenti	22	Da confermare sulla base dei consumi dell'impianto.
Pompa rilancio acqua	0,56	Nominale

Quando non è possibile alimentare l'elettrolizzatore e in generale le utilities dell'impianto con l'energia proveniente dal fotovoltaico, si ricorre all'energia elettrica fornita dalla rete con certificati di garanzia d'origine (rinnovabile). L'energia elettrica proveniente dal fotovoltaico, qualora risulti in eccesso rispetto alla domanda istantanea dell'impianto, viene immessa in rete.

Lo stoccaggio di idrogeno è stato previsto per ovviare a fluttuazioni molto elevate, per via della domanda di idrogeno da parte delle utenze (treni e bus) che potrebbe variare significativamente durante la giornata; in tal modo si risolvono anche problematiche dovute al fatto che non sempre ad un'elevata domanda istantanea di idrogeno corrisponde una grande disponibilità di energia elettrica prodotta dal fotovoltaico (e viceversa).

Tale configurazione energetica e di stoccaggio di idrogeno permette all'elettrolizzatore di lavorare in maniera stabile tra il 30% e il 100 % del carico che corrisponde al suo funzionamento ottimale.

Nel complesso sono state individuate le utenze elettriche impianto di seguito elencate:

- Alimentazioni ausiliarie;
- Package aria compressa;
- Gruppo compressori idrogeno;
- Condizionatori;
- Unità chiller;
- Elettrolizzatori e loro BoP;
- Pompe;
- Illuminazione esterna;
- Illuminazione interna;
- Gruppo di continuità;

Le sopraelencate utenze determinano un consumo massimo stimato di circa 4500 kW.

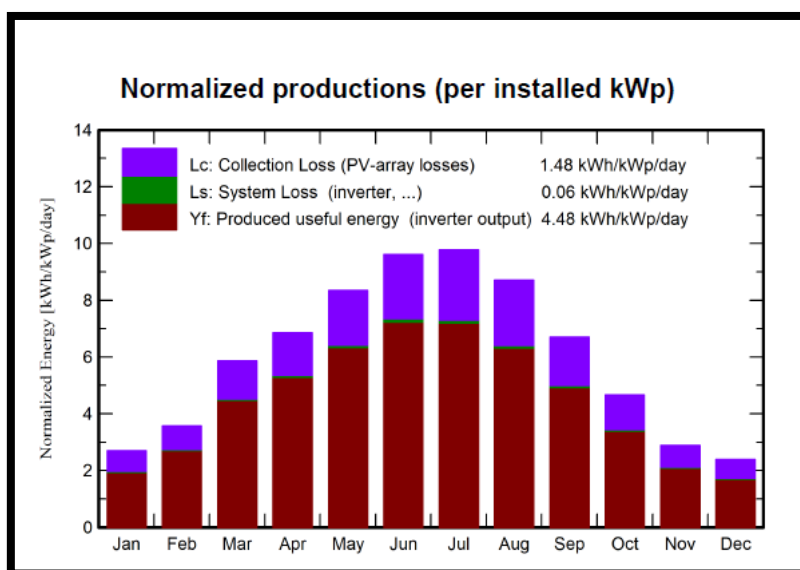
Il consumo descritto sopra è da intendersi come riferimento, in quanto ogni fornitore delle tecnologie sopra descritte ha consumi diversi sulla base dei propri modelli. Il consumo effettivo sarà quindi da verificarsi in fase di progettazione esecutiva.

L'idrogeno verrà prodotto principalmente grazie al parco fotovoltaico, ma a causa della sua natura discontinua sarà indispensabile connettere l'impianto di produzione alla rete elettrica nazionale che alimenterà gli elettrolizzatori con energia rinnovabile (con certificati di origine) nei momenti di calo di produzione energetica dal fotovoltaico e nelle ore notturne, così da garantire tutta la produzione d'idrogeno richiesta.

La produzione di Energia da Fotovoltaico è infatti dipendente da fattori meteorologici e variabile durante l'annualità, poiché influenzata direttamente dalla presenza diretta del sole e dalle ore giornaliere di esposizione a questo. Si può supporre in generale una produzione inferiore durante i mesi invernali ed una produzione maggiore durante la stagione estiva.

Nel grafico riportato nella figura sottostante viene mostrato l'andamento della produzione da fotovoltaico nell'area considerata e durante l'anno per 1 kWp installato.

Figura 3. Produzione di energia da Impianto fotovoltaico per kWp installato



Sulla base di questi dati viene stimata una produzione di energia annuale di 1636 kWh/anno per kWp installato. Considerando una potenza fotovoltaica installata di 3,95 MW e una efficienza di produzione di 55,6 kWh/kgH<sub>2</sub> (efficienza BoP dell'elettrolizzatore), è possibile calcolare una produzione di Idrogeno annuale media dal parco fotovoltaico asservito, pari a 116,2 ton H<sub>2</sub>/anno, valore che copre circa il 34,3 % della produzione richiesta di 338 tonn H<sub>2</sub>/giorno (926 kg/giorno).

La restante parte di idrogeno dovrà quindi essere prodotta tramite l'elettricità approvvigionata da rete nazionale, con certificati di garanzia di origine. La quantità annuale di energia elettrica rinnovabile necessaria dalla rete è di circa 12.332 MWh/anno. L'utilizzo di energia da rete di questa tipologia garantisce che la produzione di elettricità è avvenuta tramite fonti energetiche rinnovabili (eolico, fotovoltaico etc...) per cui anche l'Idrogeno elettrolitico prodotto, in questo modo, potrà essere considerato "Rinnovabile".

L'impianto fotovoltaico oggetto di progettazione è costituito da:

- n° 7304 pannelli fotovoltaici monocristallini di potenza pari a 540 Wp;
- pitch di circa 4,50 m;
- distanza interfila tra i pannelli fotovoltaici pari a 2,20 m.
- n° pannelli fotovoltaici per stringa pari a 28 e pari a 26 in diversi sottocampi
- (rif. schema unifilare);
- n° totale di stringhe pari a 281;
- n° totale di inverters di stringa pari a n.16: n.12 da 225 e n.4 da 320 kVA;
- n°3 cabine di trasformazione con trasformatori cad. da 1600 KVA;
- n°1 cabina di consegna in MT interna al campo.
- n°1 cabina di consegna in ENEL DG 2092 esterna al campo.
- impianto elettrico a sua volta costituito da:

- una rete di distribuzione elettrica MT in cavidotto interrato costituito da cavi a 15 kV per la connessione delle unità di conversione Power Station alla cabina di consegna MT n°1 cabina di consegna interna al locale tecnico a servizio dell'impianto di produzione Idrogeno.
- una rete telematica di monitoraggio per il controllo dell'impianto fotovoltaico e la trasmissione dati via modem o via satellite;
- una rete elettrica interna in bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (alimentazione dei motori degli inseguitori, controllo, sicurezza, illuminazione, TVCC, forza motrice, etc.);
- una rete elettrica in bassa tensione per la connessione degli inverter di stringa alle Power station;
- opere civili di servizi, costituite principalmente da fondazioni e/o basamenti per le cabine/power station, edifici prefabbricati e in opera, opere di viabilità, posa cavi, recinzione, etc...

## 4. ENERGY MANAGEMENT

Ai fini di un'analisi energetica dell'intera attività, sarà analizzato il fabbisogno di energia dell'impianto, rilevando il profilo di consumo e individuando le opportunità di risparmio energetico.

In particolare si prevede di eseguire audit periodici sull'efficienza energetica del sito. Sarà sviluppato un programma di audit. L'audit avrà lo scopo di identificare tutte le opportunità di riduzione del consumo energetico e di efficienza di utilizzo delle risorse.

La diagnosi energetica sarà effettuata nel rispetto di quanto definito nelle seguenti norme:

- UNI CEI EN 16247-1:2012, che definisce i requisiti generali comuni a tutte le diagnosi energetiche,
- UNI CEI EN 16247-3:2014, che si applica ai luoghi in cui l'uso di energia è dovuto al processo. Essa deve essere usata congiuntamente alla EN 16247-1 "Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali", che integra e rispetto alla quale fornisce ulteriori requisiti.

L'audit energetico avverrà secondo la norma UNI CEI EN 16247-5:2015 che riguarda le competenze dell'auditor energetico.