

# REGIONE SARDEGNA

COMUNE DI PLOAGHE (SS)

## ATLAS SOLAR 3 s.r.l.

Rovereto (TN)  
Piazza Manifattura n.1, CAP 38068  
C.F. e P.IVA 03051580300  
Pec: atlassar3@legalmail.it

**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE ABBINATA AD ATTIVITA' ZOOTECNICA E AD UN IMPIANTO DI ACCUMULO INTEGRATO (STORAGE), SITO NEL COMUNE DI PLOAGHE (SS) PER UNA POTENZA NOMINALE IN A.C. DI 51520 KW ALLA TENSIONE RETE DI 36 KV, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE RICADENTI ANCHE NEL COMUNE DI CODRONGIANOS (SS).**

**PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE  
COMPRESIVO DELLE OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE**

**ELABORATO**

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO**

DATA: 30/12/2022

SCALA :

aggiornamento :

**PROGETTISTI**  
Ing. Nicola ROSELLI

Ing. Rocco SALOME

**CONSULENZE E COLLABORAZIONI**

Arch. Gianluca DI DONATO  
Sea Tuscia s.r.l. - Dott.Agr.Alessandro DELOGU  
Ing. Elvio MURETTA  
Archeol. Gerardo FRATIANNI  
Geol. Vito PLESCIA  
Per. Ind. Alessandro CORTI  
Prof. Giampaolo PENNACCHIONI



**ATLAS RE**

Energy for the Future

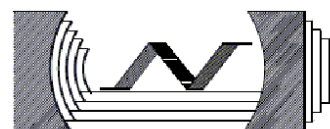
Udine (UD) Via Andreuzzi n°12, CAP 33100  
Partita IVA 02943070306  
www.atlas-re.eu

| revisione | descrizione                           | data       | <b>DOC<br/>R09</b> |
|-----------|---------------------------------------|------------|--------------------|
| A         | RELAZIONE TECNICA IMPATTO DI ACCUMULO | 30/12/2022 |                    |
| B         |                                       |            |                    |
| C         |                                       |            |                    |



Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)

Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.





Studio di Ingegneria

## 1 Sommario

|     |                                                         |    |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 2   | Introduzione.....                                       | 2  |
| 3   | Le politiche energetiche ed il contesto normativo.....  | 2  |
| 4   | Il ruolo dello storage.....                             | 5  |
| 5   | Principali caratteristiche del sistema di accumulo..... | 8  |
| 5.1 | Sistema Batterie.....                                   | 9  |
| 5.2 | Convertitore di Potenza.....                            | 12 |
| 5.3 | Container.....                                          | 13 |
| 5.4 | Collegamenti elettrici.....                             | 14 |
| 5.5 | Sistema antincendio.....                                | 14 |
| 6   | Descrizione del progetto.....                           | 16 |
| 6.1 | Sistema BESS.....                                       | 16 |
| 6.2 | Attività in fase di cantiere.....                       | 16 |
| 6.3 | Decommissioning.....                                    | 17 |

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 1    | 17   |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center">Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</p> |  <p align="center">Studio di Ingegneria</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2 Introduzione

Gli sfidanti obiettivi imposti dal Piano Nazionale Integrato per l’Energia e il Clima (PNIEC) e dai programmi europei in termini di sviluppo della penetrazione rinnovabile hanno fatto sì che l’Italia si trovi oggi nel pieno di una intensa Transizione Energetica. Per cogliere gli obiettivi suddetti mantenendo alta la qualità dei servizi forniti dal sistema elettrico nazionale e, in particolare, dalla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), è necessario da un lato un intenso sviluppo di impianti a Fonti Rinnovabili Non Programmabili (FRNP) in regime di grid parity, e dall’altro lo sviluppo di tecnologie che abilitino una penetrazione sempre maggiore di FRNP mantenendo alta la qualità dei servizi sopracitati.

Nel PNIEC è indicato come obiettivo al 2030 la realizzazione di 6 GW di sistemi di accumulo per abilitare la Transizione Energetica: tra di essi, sebbene sia previsto che la quota maggiore sia coperta da impianti di pompaggio, un ruolo rilevante è ricoperto anche dai sistemi di accumulo elettrochimico, anche noti come Energy Storage Systems (ESS) o semplicemente batterie.

Se diverse tecnologie FRNP (PV, Wind onshore, ecc.) risultano ormai mature, con migliaia di MW installati sul territorio nazionale, al contrario le realizzazioni di batterie di grande taglia sono ancora poco diffuse, pur essendo alcune tecnologie già sviluppate ed affidabili.

Lo scopo della presente Relazione Tecnica è quindi quello di presentare il contesto tecnologico, normativo e di mercato in cui lo storage si inserisce, per poi articolare la proposta tecnica di un sistema di storage associato ad un impianto fotovoltaico.

## 3 Le politiche energetiche ed il contesto normativo



Lo sviluppo delle FRNP è fortemente supportato dalle politiche energetiche dei governi, sia a livello mondiale (COP 21, accordi di Parigi), sia a livello comunitario (pacchetto Clima-Energia 2030 europeo), sia a livello nazionale (PNIEC).

L’obiettivo comune primario è la lotta ai cambiamenti climatici, che deve essere realizzata perseguendo diversi obiettivi chiave:

- decarbonizzazione, ossia riduzione di emissione di gas clima alteranti (CO2 in primis), attraverso un progressivo abbandono delle fonti energetiche fossili;
- sviluppo delle FRNP, che deve avvenire parallelamente all’abbandono delle fonti fossili e deve essere accompagnato dallo sviluppo di nuovi modelli di sistemi energetici e reti elettriche che consentano di accogliere tale sviluppo in maniera sostenibile (generazione distribuita, smart grid, ESS, ecc.);
- riduzione dei consumi energetici attraverso l’efficientamento energetico degli usi finali dell’energia.

Come evidenziato nel secondo punto, una condizione necessaria allo sviluppo delle FRNP è che le reti elettriche e i sistemi energetici nazionali siano sufficientemente pronti a gestirne l’aleatorietà della produzione.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 2    | 17   |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

In Italia le FRNP hanno priorità di dispacciamento rispetto agli impianti la cui produzione è programmabile, e Terna, in qualità di Transmission System Operator (TSO), si occupa dell'approvvigionamento di risorse per garantire la stabilità della RTN tramite il Mercato per il Servizio di Dispacciamento (MSD), nonché della gestione dei flussi di potenza in tempo reale.

Il MSD è lo strumento attraverso il quale vengono approvvigionate le risorse necessarie alla gestione e al controllo del sistema elettrico nazionale (risoluzione delle congestioni intrazonali, creazione della riserva, bilanciamento in tempo reale).



Fino al 2017, gli unici soggetti abilitati al MSD erano solamente le Unità di Produzione (UP) rilevanti (ossia di taglia superiore a 10 MW) ad esclusione di quelle non programmabili (PV, Wind, ecc.). Tali soggetti sono obbligati a presentare in ogni sessione di mercato le offerte per i vari servizi di dispacciamento (per ulteriori approfondimenti si rimanda al Codice di Rete).

A seguito della Delibera 300/2017/R/eel dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente (ARERA), dal titolo "Prima apertura del mercato per il servizio di dispacciamento (MSD) alla domanda elettrica e alle unità di produzione anche da fonti rinnovabili non già abilitate nonché ai sistemi di accumulo. Istituzione di progetti pilota in vista della costituzione del testo integrato dispacciamento elettrico (TIDE) coerente con il balancing code europeo" sono stati avviati i primi step per la progressiva apertura del MSD a nuovi soggetti (la domanda, la generazione distribuita, le FRNP rilevanti, ecc.), tramite una serie di progetti pilota.

Con le delibere dell'ARERA 372/2017/R/eel e 583/2017/R/eel sono poi stati rispettivamente approvati i regolamenti relativi ai progetti pilota che disciplinano la partecipazione al MSD delle seguenti categorie:

- Le Unità di Consumo Virtuali Abilitate (UVAC), costituite da uno o più impianti di consumo connessi alla rete aventi le seguenti caratteristiche:
  - i. "Potenza Massima di Controllo", intesa come la massima quantità di prelievo che può essere modulata in riduzione, superiore a 1 MW;
  - ii. in grado di incrementare la propria immissione (cioè, fisicamente, di modulare in riduzione il prelievo degli impianti di consumo associati alla UVAC) entro 15 minuti dalla ricezione dell'ordine per un valore non inferiore alla quantità minima di cui sopra, e sostenere tale riduzione per un periodo almeno pari a due ore consecutive;
  - iii. ogni impianto di consumo deve essere dotato di un sistema di misura della potenza rispondente ai requisiti; Nel caso delle UVAC, è ammesso che le Unità di Consumo possano avere al loro interno anche sistemi di generazione purché questi.
- Le Unità di Produzione Virtuali Abilitate (UVAP), costituite da uno o più punti di immissione ai quali siano connessi esclusivamente impianti di produzione (attualmente esclusivamente non rilevanti), caratterizzate dai seguenti attributi:
  - i. per servizio di riserva sia nella modalità a salire che a scendere: essere in grado di aumentare o ridurre la potenza immessa di almeno 1 MW;
  - ii. per servizio di riserva solo a salire: essere in grado di aumentare la potenza immessa di almeno 1 MW;

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.     | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>3</b> | <b>17</b> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- iii. per servizio di riserva solo a scendere: essere in grado di ridurre la potenza immessa di almeno 1 MW;
- iv. devono essere in grado di modulare in incremento (o in decremento) l'immissione entro 15 minuti dalla ricezione dell'ordine e sostenere tale modulazione per un periodo almeno pari a due ore consecutive;
- v. ogni impianto di produzione deve essere dotato di un sistema di misura della potenza rispondente ai requisiti imposti.

Con la delibera 422/2018/R/eel i sopracitati progetti sono confluiti nel progetto pilota delle Unità Virtual Abilitate Miste.


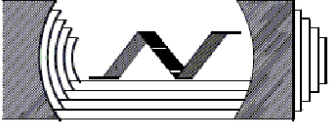
A questi progetti si aggiungono anche:

- FRNP rilevanti, ossia impianti rinnovabili non programmabili di taglia superiore a 10 MW (Delibera 383/2018/R/eel, Approvazione del regolamento predisposto da Terna S.p.a. ai sensi della deliberazione dell'Autorità 300/2017/R/eel, relativo al progetto pilota per la partecipazione al mercato per il servizio di dispacciamento (MSD) delle unità di produzione rilevanti non oggetto di abilitazione obbligatoria, 12 luglio 2018);
- Unità di Produzione Integrate, ossia UP tradizionali affiancate da sistemi di storage elettrochimico. Con la deliberazione 402/2018/R/eel (Delibera 402/2018/R/eel, Approvazione del regolamento, predisposto da Terna S.p.a. ai sensi della deliberazione dell'Autorità 300/2017/R/eel, relativo al progetto pilota per la fornitura del servizio di regolazione primaria della frequenza per il tramite di unità di produzione rilevanti integrate con sistemi di accumulo, 26 luglio 2018), l'Autorità ha approvato il progetto pilota, proposto da Terna, volto a sperimentare la fornitura del servizio di regolazione primaria della frequenza per il tramite di sistemi di accumulo integrati a unità di produzione rilevanti.

Inoltre da dicembre 2019 risulta in consultazione, da parte di TERNA, un progetto pilota denominato "Riserva Ultrarapida" caratterizzato dalle seguenti requisiti principali:

- Taglia minima a livello di aggregato almeno pari a 5 MW e taglia massima al più pari a 25 MW (l'obiettivo è di evitare eccessiva concentrazione di riserva in pochi aggregati/dispositivi e assicurare una maggiore disponibilità media delle risorse);
- Essere in grado di fornire una regolazione continua e automatica della frequenza nel rispetto dei vincoli di tempo di attivazione, durata e modalità di seguito definite e indipendentemente dal tipo di tecnologia;
- Essere in grado di fornire la risposta **entro 1 secondo** dall'evento di deviazione della frequenza (secondo le modalità definite da Terna), di regolare continuativamente il profilo di potenza richiesto per 30 secondi e di eseguire una derampa lineare fino a potenza nulla entro tempo di default di 5 minuti;
- Essere in grado di garantire una durata minima di erogazione del servizio a piena potenza pari a 15 minuti sia a salire sia a scendere.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.     | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>4</b> | <b>17</b> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Nonostante il progetto pilota della riserva Ultra-rapida risulti essere tecnologicamente neutro, la caratteristica del terzo punto (risposta completa del sistema entro 1 secondo) rende il progetto dedicato quasi esclusivamente ai sistemi di accumulo elettrochimico.

## 4 Il ruolo dello storage

I sistemi di storage elettrochimico, più comunemente noti come batterie, sono in grado, se opportunamente gestiti, di essere asserviti alla fornitura di molteplici applicazioni e servizi di rete.

Uno sviluppo sostenuto degli ESS, grazie appunto ai servizi che sono in grado di erogare verso la rete, è il fattore abilitante per una penetrazione di FRNP molto spinta, che altrimenti il sistema elettrico nazionale non sarebbe in grado di accogliere in maniera sostenibile per la rete.

Una prima classificazione degli ESS (si veda anche la Figura 1) può essere fatta in base a chi eroga e/o beneficia di tali applicazioni e servizi (produttori di energia, consumatori, utility).

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.     | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>5</b> | <b>17</b> |

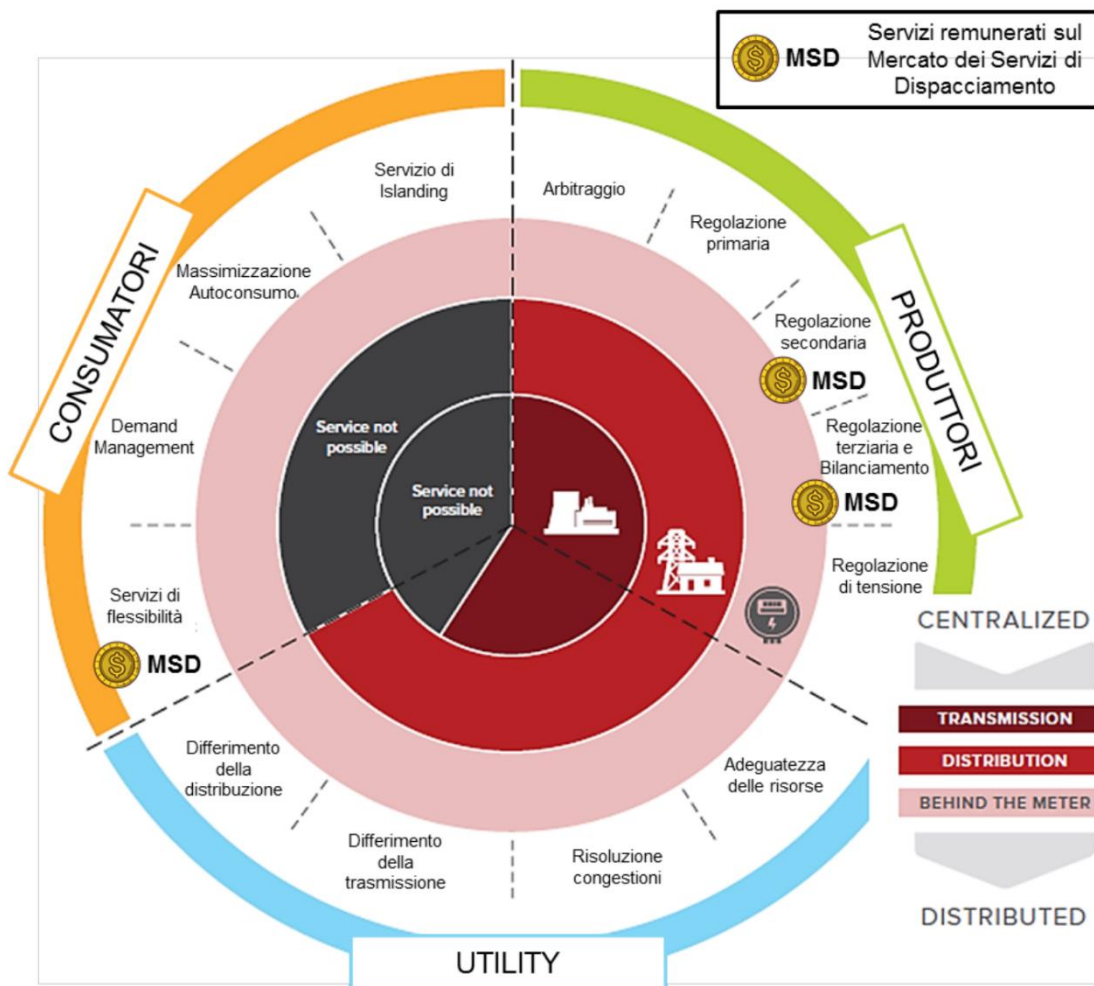
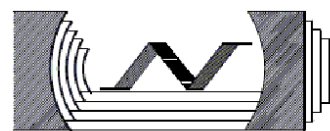


Figura 1 I diversi servizi erogabili dai sistemi Storage

Limitatamente alle applicazioni di interesse per i Produttori, vengono di seguito elencate tutte le applicazioni e i servizi di rete che possono essere erogati dalle batterie:

- Arbitraggio: differimento temporale tra produzione di energia (ad esempio da fonte rinnovabile non programmabile, FRNP) ed immissione in rete della stessa, per sfruttare in maniera conveniente la variazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica;
- Regolazione primaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata in funzione del valore di frequenza misurabile sulla rete e avente l'obiettivo di mantenere in un sistema elettrico l'equilibrio tra generazione e fabbisogno;
- Regolazione secondaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata sulla base di un segnale di livello inviato da Terna e avente l'obiettivo di ripristinare gli

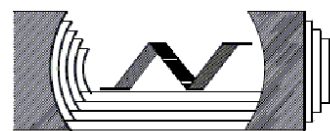
| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 6    | 17   |





**Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)**

**Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.**



**Studio di Ingegneria**



scambi di potenza alla frontiera ai valori di programma e di riportare la frequenza di rete al suo valore nominale;

- Regolazione terziaria e Bilanciamento: regolazione manuale dell'erogazione di potenza attiva effettuata a seguito di un ordine di dispacciamento e avente l'obiettivo di:
  - ristabilire la disponibilità della riserva di potenza associata alla regolazione secondaria;
  - risolvere eventuali congestioni;
  - mantenere l'equilibrio tra carico e generazione.
- Regolazione di tensione: regolazione dell'erogazione di potenza reattiva in funzione del valore di tensione misurato al punto di connessione con la rete e/o in funzione di un setpoint di potenza.
- Partecipazione al mercato della capacità con contratti di lungo termine aggiudicati con aste competitive al fine di garantire l'adeguatezza<sup>1</sup> del sistema elettrico. Un ESS può contribuire all'adeguatezza del sistema sia in maniera diretta (stand-alone) sia conferendo ad una unità di produzione rinnovabile non programmabile (FRNP) i requisiti minimi di programmabilità necessari ad adempiere agli obblighi del meccanismo di Capacity Market.

<sup>1</sup> Un sistema si ritiene adeguato quando è dotato di un livello sufficiente di risorse di produzione, stoccaggio, flessibilità (es. consumatori che sono volontariamente disponibili a ridurre il loro carico) e capacità di trasporto per soddisfare la domanda elettrica attesa in ogni istante, incluso una riserva per poter fare fronte agli errori di previsione della domanda e della produzione (es. da fonti rinnovabili) e alle conseguenze di possibili guasti ed eventi di rete (apertura di una linea, avaria di un impianto di produzione,...).

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.     | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>7</b> | <b>17</b> |



|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center">Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</p> |  <p align="center">Studio di Ingegneria</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5 Principali caratteristiche del sistema di accumulo

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come minimo:

- BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).



Il collegamento del BESS alla rete avviene normalmente mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati.

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container (di tipo marino modificati per l'uso come cabine elettriche).

La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza del sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto fotovoltaico:

- Secondo la letteratura la potenza nominale del BESS risulta ottimale attorno a circa il 30% della potenza nominale dell'impianto, portando la scelta per tale progetto a 10 MW (potenza del parco pari a 41,68 MWp);
- La capacità della batteria per garantire il funzionamento pari a 2 h risulta: 20 MWh.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.     | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>8</b> | <b>17</b> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center">Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5.1 Sistema Batterie

Il sistema di accumulo sarà basato sulla tecnologia agli ioni di litio, tra queste le principali tecnologie usate nell'ambito dell'energy storage sono:

- Litio Ossido di Manganese LMO
- Litio Nichel Manganese Cobalto NMC
- Litio Ferro Fosfato LFP
- Litio Nichel Cobalto Alluminio NCA
- Litio Titanato LTO

Di seguito sono illustrate le principali caratteristiche delle sopraindicate tecnologie:



| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.     | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>9</b> | <b>17</b> |

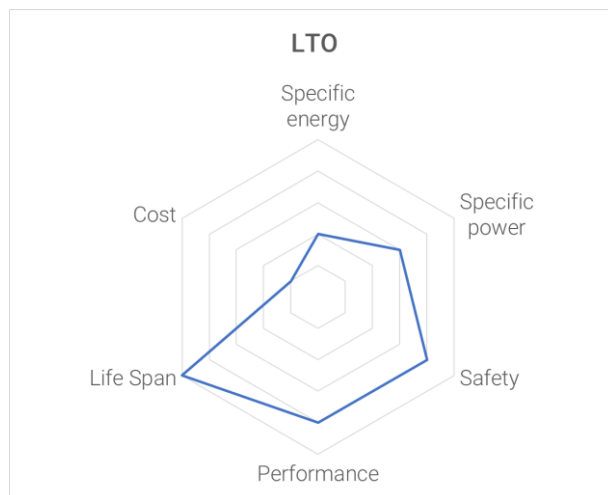
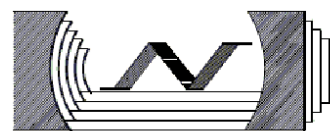


Figura 2 Caratteristiche tecnologie litio

Negli ultimi anni le due tecnologie che si stanno maggiormente affermando nell'ambito energy storage sono: Litio-Manganese-Cobalto (NMC) e Litio Ferro Fosfato (LFP), pertanto questo progetto sarà basato su queste due tecnologie.

I sistemi energy storage con tecnologia al litio sono caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari. Si riporta un esempio di cella, modulo batteria e rack batterie:



Figura 3 Esempio cella batteria



Figura 4 Esempio modulo batteria

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.      | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>10</b> | <b>17</b> |





Figura 5 Esempio rack batterie

Infine a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (e.g. temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc.). Si riporta un esempio di BPU:



Figura 6 Esempio BPU

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.      | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>11</b> | <b>17</b> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center">Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</p> |  <p align="center">Studio di Ingegneria</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5.2 Convertitore di Potenza

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo:

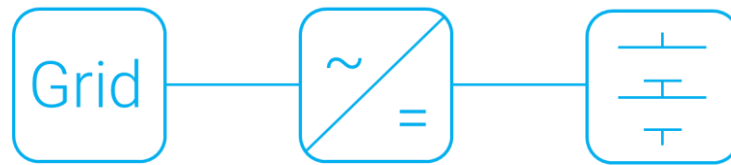


Figura 7 Schema semplificato di un convertitore monostadio

Tali convertitori possono essere installati direttamente all'interno di container oppure realizzati in appositi skid esterni, come i convertitori centralizzati utilizzati nei parchi fotovoltaici, si riportano due esempi:


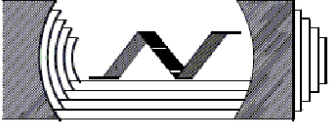


Figura 8 Esempio convertitore da interno



Figura 9 Esempio convertitore da esterno

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 12   | 17   |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Il convertitore poi risulta essere connesso ad un trasformatore elevatore MT/BT al fine di trasportare l'energia in maniera più efficiente e solitamente vengono realizzati degli skid esterni comprensivi di PCS, trasformatore e celle di media tensione. Di seguito un esempio di tale installazione:



Figura 10 Esempio skid conversione



### 5.3 Container

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

- Resistenza al fuoco REI 120;
- Contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante); adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;
- pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- porte di accesso adeguate all'inserimento / estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- I locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatore al fine di garantire della ridondanza;
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 13   | 17   |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center">Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</p> |  <p align="center">Studio di Ingegneria</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- Sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi anti-intrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.

I container batterie e inverter saranno appoggiati su una struttura in cemento armato, tipicamente costituita da una platea di fondazione appositamente dimensionata in base all'attuale normativa NTC 2018. La quota di appoggio dei container sarà posta a circa 25 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia.

La superficie della piazzola di collocamento dei container sarà ricoperta con ghiaia. Si prevede che il percorso di accesso ai container (corridoio centrale tra le due file e zona perimetrale) potrà essere pavimentato con una semplice soletta in calcestruzzo tipo marciapiede.

#### 5.4 Collegamenti elettrici

Il collegamento del sistema di accumulo avverrà mediante 4 interruttori posti nelle celle di media a 20 kV sul quadro generale di media tensione dell'impianto.

I tratti di interconnessione tra i container saranno realizzati con tubi interrati, tipo corrugato doppia parete; nei punti di ingresso/uscita attraverso i basamenti dei container o tubi che saranno annegati nel calcestruzzo o tramite cavidotti. Saranno inoltre previsti pozzetti intermedi in cemento armato con coperchio carrabile, dimensioni indicative 1000x1000x800 mm

Sarà presente una sezione di bassa tensione in comune alle sezioni, di alimentazione degli ausiliari 400 Vac e 230 Vac derivata dal trasformatore dei servizi ausiliari dell'impianto.

Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti.

Le sezioni dell'impianto di accumulo saranno collegate all'impianto di terra della sottostazione tramite appositi dispersori.

#### 5.5 Sistema antincendio

Sarà progettato e certificato in conformità alla regola dell'arte e normativa vigente. Il sistema, che sarà interfacciato con la centrale di allarme presente nella sala controllo dell'impianto, ha il compito di valutare i segnali dei sensori di fumo/termici e:

- allertare le persone in caso di pericolo;
- disattivare gli impianti tecnologici;
- attivare i sistemi fissi di spegnimento;

Le principali caratteristiche sono:

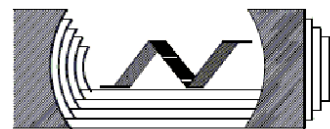
| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 14   | 17   |





**Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)**

**Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.**





**Studio di Ingegneria**

- i locali batterie saranno protetti da sistema di estinzione, attivato automaticamente dalla centrale antincendio in seguito all'intervento concomitante di almeno 2 sensori;
- il fluido estinguente sarà un gas caratterizzato da limitata tossicità per le persone e massima sostenibilità ambientale, contenuto in bombole pressurizzate con azoto (tipicamente a 25 bar). Sarà di tipo fluoro-chetone 3M NOVEC 1230 o equivalente. La distribuzione è effettuata ad ugelli, e realizzerà l'estinzione entro 10 s;
- la centrale di rilevazione e automazione del sistema di estinzione e le bombole saranno installate nel locale batterie;
- esternamente ai container saranno installati avvisatori visivi e acustici degli stati d'allarme, e sistema a chiave di esclusione dell'estinzione;
- saranno presenti pulsanti di allarme e specifiche procedure per la gestione delle eventuali situazioni di malfunzionamento in modo da escludere limitazioni alle attuali condizioni di sicurezza della centrale;
- nei locali elettrici non dotati di sistema di estinzione automatico (cabina elettrica) saranno previsti estintori a CO2.

La gestione degli apparecchi che contengono gas ad effetto serra sarà conforme alle normative F-Gas vigenti.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.      | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>15</b> | <b>17</b> |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center">Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</p> |  <p align="center">Studio di Ingegneria</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 6 Descrizione del progetto

### 6.1 Sistema BESS

La composizione del BESS è modulare e sarà composta da quattro sezioni di base; tale sezione di base sarà così composta:

- 5 MWh usabili per ogni sezione posizionati all'interno di 2 container associati ad una power station esterna della tipologia 2500 UP ( inverter con trasformatore) posizionata in apposito container.

In totale si prevede pertanto massimo n.8 container batterie e n.4 Power Station. I quadri di media tensione che raccolgono la potenza dalle varie sezioni dell'impianto BESS raccolgono anche la potenza proveniente dai campi fotovoltaici come riportato nello schema unifilare e saranno posizionati all'interno di un container assieme alle apparecchiature ausiliarie e quadri di controllo.

Il sistema di batterie, quadri elettrici e ausiliari, è interamente contenuto all'interno di cabine in acciaio galvanizzato, di derivazione da container marini per trasporto merci di misure standard 40' ISO HC (dimensioni 12,2m x 2,45m x H2,9m), opportunamente allestiti per l'utilizzo speciale.

### 6.2 Attività in fase di cantiere

Vista la natura delle opere previste, le attività di cantiere saranno quelle tipiche di un cantiere di tipo edile.

In fase di cantiere si prevede di occupare l'area di circa 300 m<sup>2</sup> di previsto utilizzo per gli impianti in progetto anche in fase di esercizio e alcune aree adiacenti per l'alloggiamento dei materiali e dei macchinari.

Le principali attività previste ai fini dell'installazione dei diversi impianti, si presume saranno le seguenti:



- preparazione dell'area,
- realizzazione della pavimentazione in CLS,
- trasporto e posa dei container e delle BESS,
- operazioni di assemblaggio dei diversi impianti,
- montaggio e assemblaggio tubazioni, passerelle e allacciamenti.

Data l'entità e la tipologia delle opere da costruire, si prevede che le attività in fase di cantiere consentano di riutilizzare sul posto la ghiaia ed il limitato volume scavato per la realizzazione della pavimentazione, senza ulteriori obblighi in materia di gestione delle terre da scavo.

Le emissioni in atmosfera durante tale fase si prevede siano, nel primo periodo relativo alla preparazione e livellamento dell'area e alla realizzazione delle fondazioni, analoghe a quelle di un cantiere edile, e successivamente trascurabili, quando prevarranno operazioni di assemblaggio e carpenteria.

Anche dal punto di vista del rumore, le opere descritte sono associate ad emissioni sonore confrontabili a quelle di un normale cantiere edile, ma caratterizzate da una durata limitata nel tempo.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data       | Pag. | TOT. |
|-------|-----|--------------------------------------------------|------------|------|------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | 30/12/2022 | 16   | 17   |

|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p align="center"><b>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo fisso da ubicare nel Comune di Ploaghe (Provincia di Sassari)</b></p> <p align="center"><b>Ditta Proponente: Atlas Solar 3 s.r.l.</b></p> |  <p align="center"><b>Studio di Ingegneria</b></p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Il traffico indotto dal trasporto dei materiali e dei rifiuti si prevede sia di entità trascurabile, e non generi impatti sulle diverse componenti ambientali. Si rimanda, comunque, alla relazione “Piano di Utilizzo di terre e rocce da scavo” per la descrizione puntuale dell’argomento.

La durata della fase di costruzione si prevede sarà di alcuni mesi, il tutto come da cronoprogramma allegato.

### 6.3 Decommissioning

Per quanto concerne la dismissione e la gestione del fine vita, il progetto prevede decommissioning, riciclabilità e trattamento fine-vita delle apparecchiature e dei materiali. È assicurata piena compatibilità di tutti i materiali con le leggi e normative nazionali e internazionali sullo smaltimento e trattamento dei rifiuti.

In generale, il sistema è composto, oltre che dalle batterie di accumulatori, da apparecchiature elettriche ed elettroniche, cavi elettrici in rame, apparecchiature elettriche quali trasformatori e inverter, quadri elettrici e container in carpenteria metallica, basamenti in calcestruzzo, pozzetti e cavidotti.

Ciascun materiale sarà gestito, nel fine vita, come indicato dalla normativa vigente.

Per quanto riguarda le batterie, l’ente di riferimento è il COBAT (consorzio obbligatorio per lo smaltimento delle batterie esauste) che opera ai sensi della legge 475 del 1988, oltre ai decreti D.Lgs. 188/08 di recepimento della Direttiva Comunitaria 2006/66/CE, e le successive correzioni e integrazioni introdotte dal D.Lgs. 21 del 11/02/2011.

| SIGLA | REV | DESCRIZIONE                                      | Data              | Pag.      | TOT.      |
|-------|-----|--------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|
|       | 0   | RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI ACCUMULO - STORAGE | <b>30/12/2022</b> | <b>17</b> | <b>17</b> |