



PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO BRINDISI AREE ESTERNE (BR)

Fotovoltaico - Brindisi (BR)
PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO

CD-FE	00	09/11/2022	Emissione	V.Sammartino	D. Pomponio	Project Team	A. Luce
Stato di Validità	Numero Revisione	Data	Descrizione	BFP Preparato	BFP Verificato	Eni Plenitude S.p.A. Verificato	Eni Plenitude S.p.A. Approvato
Indice Revisione							
Logo Committente e Denominazione Commerciale  Eni New Energy S.p.A.				Nome progetto PROGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO BRINDISI AREE ESTERNE		ID Documento Committente BRINFV00BGRB0006 Commessa N.	
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 						ID Documento Appaltatore --	
Nome d'Impianto e Oggetto BRINDISI (BR) Fotovoltaico – Brindisi Aree Esterne						Scala n.a.	Numero di Pagine 1 / 37
Titolo Documento PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO						Supera N. Superato da N.	
						Area Impianto n.a.	Unità n.a.

Software: Microsoft Word

File Name: PIANO DI DISMISSIONE E RIPRISTINO

	ID Documento Committente	Pagina 2 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE.....	3
2.	DESCRIZIONE DEL SITO	4
3.	PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO (DECOMMISSIONING)	4
4.	FASI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO	12
5.	RIPRISTINO DEI LUOGHI	21
6.	PIANO DI RICICLO	22
7.	RECUPERO RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE	23
8.	QUANTIFICAZIONE DEI COSTI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO.....	33
9.	CONCLUSIONI.....	35
10.	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI DISMISSIONE	37

	ID Documento Committente	Pagina 3 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

1. INTRODUZIONE

L'impianto fotovoltaico può essere considerato come l'impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili che più di ogni altro impiega materiali ad elevata riciclabilità con impatto estremamente ridotto sul sito di installazione, in termini di inquinamento atmosferico e sonoro. La presente relazione si pone l'obiettivo di descrivere le opere di dismissione dell'impianto fotovoltaico oggetto del presente intervento al termine della sua vita utile, nonché il ripristino dello stato dei luoghi interessati allo stato ante operam. Si stima che, grazie all'elevato livello tecnologico raggiunto in ambito fotovoltaico e alla qualità dei materiali impiegati, la vita media produttiva di un impianto fotovoltaico utility scale si attesta attorno ai 25/30 anni. Dopo tale periodo e valutato lo stato di effettiva efficienza, l'impianto sarà completamente dismesso, i materiali trattati in modo conforme alla natura dei singoli prodotti, alle procedure di smaltimento previste dai produttori e dalle normative di legge, infine, il terreno interessato sarà riportato allo stato ante operam come previsto al comma 4 dell'art.12 del Decreto Legislativo 387/2003, fatte salve le opere di naturalizzazione che avranno portato evidenti miglioramenti in termini di biodiversità per tutto l'areale.

In conseguenza di quanto sopra indicato, tutti i componenti dell'impianto e i relativi lavori di installazione sono stati predisposti per l'ottenimento del suddetto obiettivo, in particolare, all'interno del piano di investimento previsto per la realizzazione dell'opera sono stati inseriti congrui importi riservati a tale scopo.

In questa relazione, a sostegno del fatto che gli interventi legati al fotovoltaico inducano sul territorio trasformazioni di tipo reversibile, è riportato uno studio inerente alle fasi e le tempistiche delle operazioni di dismissione per l'impianto fotovoltaico denominato "*BRINDISI AREE ESTERNE*".

	ID Documento Committente	Pagina 4 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01



Figura 1: Inquadramento su ortofoto del sito di interesse

2. DESCRIZIONE DEL SITO

Il sito oggetto di indagine, risulta essere costituito da un area prevalentemente pianeggiante con dislivelli e pendenze quasi inesistenti, coltivata a foraggio.

Il centro del sito ha le seguenti coordinate UTM: 4500504 N – 754068 E.

Nell'area, la presenza di elementi antropici è limitata ad un attraversamento di una linea di alta tensione interrata, una serie di piezometri, alcuni piccoli manufatti e strade interpoderali in terra o in stabilizzato di cava.

Per i dettagli, si rinvia agli allegati elaborati grafici ed BRINFV00BARB0014 Censimento e risoluzione interferenze.

Il nuovo impianto L'impianto si collegherà in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Brindisi (STMG prot. P20220055864 del 27.06.2022)

3. PIANO DI DISMISSIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO (DECOMMISSIONING)

Lo stato dell'arte del panorama fotovoltaico italiano è tale che, ad oggi, l'attività di dismissione di un impianto fotovoltaico non risulti ancora entrata a pieno regime, tale circostanza è conseguenza essenzialmente del fatto che i primi impianti realizzati in regime di Conto Energia risultano ancora in produzione e pertanto, solo tra qualche anno potremo assistere all'avvio della suddetta attività in modo sistematico e continuativo.

	ID Documento Committente	Pagina 5 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Nonostante l'attività di smaltimento e riciclo di impianti e materiali relativi ad installazioni fotovoltaiche non sia ancora entrata a pieno regime, gli ultimi dieci anni, anche grazie a specifici obblighi normativi, hanno visto la nascita di piattaforme dedicate alla fornitura di servizi finalizzati ad una economia di tipo circolare. Infatti, attraverso un network logistico e di impianti capillarmente diffuso sul territorio nazionale, si garantisce un servizio efficiente di raccolta, stoccaggio e avvio al riciclo di qualsiasi tipologia di rifiuto, ottimizzando i costi e abbattendo le emissioni in atmosfera con ritiri "a chilometro zero". Tali piattaforme sono dei veri e propri consorzi per la raccolta e il riciclo dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEE), inclusi i moduli fotovoltaici, coerenti alle disposizioni di legge imposte sui Sistemi Collettivi di finanziamento in relazione al Decreto Legislativo 49/2014.

Gli impianti fotovoltaici in oggetto saranno realizzati nel territorio a sud del Comune di Brindisi di proprietà ENI REWIND S.p.A.

Nella tabella di seguito vengono riportati i dati tecnici caratterizzanti le installazioni in oggetto:

DENOMINAZIONE IMPIANTO	BRINDISI AREE ESTERNE
POTENZA DI PICCO DC (kW)	24.547,60

L'impianto sarà di tipo ad inseguimento monoassiale, ovvero con pannelli fotovoltaici posizionati su tracker infissi nel terreno.

I moduli saranno collegati agli string box e di qui agli inverter centralizzati che avranno caratteristiche idonee alla scelta dei pannelli fotovoltaici costituenti i singoli sottocampi e saranno forniti degli opportuni dispositivi di protezione e sezionamento del lato in corrente continua.

Tutte le parti attive del generatore fotovoltaico saranno isolate da terra, mentre le masse metalliche saranno collegate all'impianto di terra a protezione dei contatti indiretti, in ottemperanza alla norma CEI 64-8.

I trasformatori nelle cabine di conversione e trasformazione permetteranno l'elevazione della tensione BT, delle uscite degli inverter centralizzati, al livello di tensione MT a 36 kV. Da ogni cabina di conversione e trasformazione partirà una linea interrata in AT afferente alla cabina di raccolta (MRT).

Il sistema di controllo dell'impianto avverrà tramite due tipologie di controllo, controllo locale e controllo remoto:

	ID Documento Committente	Pagina 6 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

a) Controllo locale: monitoraggi tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter e le altre sezioni di impianto;

b) Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra rispondente alle normative vigenti, in particolare le norme CEI 99-3 e CEI 99-5, costituita da dispersori in acciaio zincato per posa nel terreno e da un conduttore di terra in rame o piattina in acciaio zincato. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli, eventuali pali di illuminazione, la recinzione e le cabine di trasformazione e di consegna.

L'elemento cardine di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica, è la cella fotovoltaica (di cui si compongono i moduli fotovoltaici), che grazie al materiale semiconduttore di cui è composta, trasforma l'energia luminosa derivante dal sole in corrente elettrica continua. Tale energia in corrente continua viene poi convertita in corrente alternata e può essere utilizzata direttamente dagli utenti, o immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale.

In generale, i componenti principali di un impianto fotovoltaico sono:

- i moduli fotovoltaici (costituiti dalle celle su descritte);
- i cavi elettrici di collegamento;
- le cabine elettriche di conversione e trasformazione, contenenti inverter, trasformatori BT/AT e quadri di protezione e distribuzione in alta tensione;
- gli elettrodotti in alta tensione;
- i contatori per misurare l'energia elettrica prodotta dall'impianto;
- la cabina di raccolta (MTR).

Il progetto del presente impianto prevede l'utilizzo di moduli fotovoltaici con struttura mobile ad inseguitore solare monoassiale, est-ovest. Questa tecnologia consente, attraverso la variazione dell'orientamento dei moduli, di mantenere la superficie captante sempre perpendicolare ai raggi solari, mediante l'utilizzo di un'apposita struttura che, ruotando sul suo asse Nord-Sud, ne consente la movimentazione giornaliera da Est a Ovest, coprendo un angolo sotteso tra $\pm 50^\circ/60^\circ$. Nella struttura ad inseguitore solare i moduli fotovoltaici sono fissati ad un telaio in acciaio, che ne forma il piano d'appoggio, a sua volta opportunamente incernierato ad un palo, anch'esso in acciaio, da infiggere direttamente nel terreno, ove il terreno risultasse idoneo. Questa tipologia di struttura eviterà l'esecuzione di opere di calcestruzzo e faciliterà

	ID Documento Committente	Pagina 7 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

enormemente sia la costruzione che la dismissione dell'impianto a fine vita, diminuendo drasticamente le modifiche subite dal suolo.

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da 44.632 moduli fotovoltaici di nuova generazione in silicio cristallino di potenza nominale pari a 550 Wp. Le celle fotovoltaiche di cui si compone ogni modulo sono protette verso l'esterno da un vetro temprato ad altissima trasparenza e da un foglio di tedlar, il tutto incapsulato sotto vuoto ad alta temperatura tra due fogli di EVA (Ethylene / Vinyl / Acetate). La scatola di giunzione, avente grado di protezione IP68, contiene i diodi di by-pass che garantiscono la protezione delle celle dal fenomeno di hot spot.

L'insieme di 28 moduli, collegati tra loro elettricamente, formerà una stringa fotovoltaica; il collegamento elettrico tra i vari moduli avverrà direttamente sotto le strutture di sostegno dei pannelli con cavi esterni graffettati alle stesse. Ogni struttura di sostegno porterà una stringa fotovoltaica per un totale di 28 moduli, disposti su due file parallele. L'insieme di più stringhe fotovoltaiche, collegata in parallelo tra loro, costituirà un sottocampo, per un totale di 6 sottocampi, ognuno dei quali afferente ad un inverter centralizzato facente parte di una power station. Per ogni sottocampo saranno montati degli string box, dispositivi atti a raccogliere la corrente continua in bassa tensione prodotta dall'impianto e trasmetterla all'inverter, per la conversione da corrente continua a corrente alternata.

L'impianto prevede l'installazione di n. 6 inverter centralizzati posizionati in altrettante power station, settati in modo che la potenza AC in uscita non superi il valore autorizzato. L'energia in corrente alternata uscente dall'inverter sarà trasmessa al trasformatore per la conversione da bassa ad alta tensione (36kV).

Al fine di contenere l'inverter ed il trasformatore saranno utilizzate 6 skid power station nelle quali saranno alloggiati anche i quadri di alta tensione. Tali cabine saranno prefabbricate e posate su un magrone di sottofondazione in cemento.

Avranno dimensioni pari 9,00x2,50 (lung. x larg.) e altezza pari a 3,50 m, e saranno internamente suddivise nei seguenti tre vani: vano conversione, in cui è alloggiato l'inverter; vano trasformazione, in cui è alloggiato il trasformatore AT/MT; e vano quadri AT, in cui sono alloggiati i quadri di alta tensione.

Le sei cabine di conversione e trasformazione, raggruppate in 3 aree diverse, saranno collegate in parte in modalità "entra-esce" per poi raggiungere la cabina di raccolta (MTR), in parte collegate direttamente alla cabina di raccolta (MTR). Tutta la potenza raccolta dalle cabine

 plenitude	ID Documento Committente	Pagina 8 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

di conversione e trasformazione verrà convogliata verso la cabina di raccolta (MTR) che sarà realizzata in c.a.v. (cemento armato vibrato) e dotata di vasca di fondazione anch'essa in c.a.v., posata su un magrone di sottofondazione; avrà dimensioni pari a 12,00 x 6,00 (lung. x larg.) e altezza pari a 5,00 m; al suo interno saranno installati i quadri AT, il trasformatore per i servizi ausiliari, i quadri BT e il sistema di controllo e monitoraggio.

Sarà realizzato un impianto di terra per la protezione dai contatti indiretti e le fulminazioni al quale saranno collegate tutte le strutture metalliche di sostegno e le armature dei prefabbricati oltre che tutte le masse dei componenti elettrici di classe I. All'interno del campo fotovoltaico sarà realizzata una rete di terra costituita da dispersori in acciaio zincato del tipo per posa nel terreno e da una piattina in acciaio, interrati ad una profondità di almeno 0,5 m. A tale rete saranno collegate tutte le strutture metalliche di supporto dei moduli e la recinzione. Intorno alle cabine l'impianto di terra sarà costituito da una maglia realizzata con conduttori nudi di rame a cui saranno collegati, mediante conduttori o sbarre di rame, i morsetti di terra dei vari apparecchi, i dispositivi di manovra ed i supporti dei terminali dei cavi. In prossimità di tali supporti sarà previsto un punto destinato alla messa a terra delle schermature dei cavi stessi.

L'impianto fotovoltaico così descritto sarà dotato di un sistema di gestione, controllo e monitoraggio (impianto di videosorveglianza, impianto di antintrusione, FM e illuminazione cabina di controllo) che sarà installato in un apposito vano all'interno della cabina di raccolta.

- Opere civili

Le aree su cui sorgerà l'impianto fotovoltaico saranno completamente recintate e dotate di, impianto antintrusione e videosorveglianza.

La recinzione sarà realizzata in rete a maglia metallica di altezza pari a circa 2,00 mt, e sarà fissata al terreno con pali verticali di supporto, a sezione circolare, distanti gli uni dagli altri 2,5 m con eventuali plinti cilindrici.

L'accesso alle aree sarà garantito attraverso un cancello a doppia anta a battente di larghezza pari a 6 m, idoneo al passaggio dei mezzi pesanti. Il cancello sarà realizzato in acciaio e fissato ad una apposita struttura di sostegno in cemento armato.

La circolazione dei mezzi all'interno delle aree, sarà garantita dalla presenza di una apposita viabilità per la cui esecuzione sarà effettuata con la rimozione del terreno vegetale ed il successivo rilevato con un pacchetto stradale così formato:

- geotessile

	ID Documento Committente	Pagina 9 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

- un primo strato, di spessore pari a 15 cm, realizzato con massiciata di pietrame di pezzatura variabile tra 4 e 7 cm;
- un secondo strato, di spessore pari a 10 cm, realizzato con granulare stabilizzato.

Tale viabilità sarà realizzata lungo il perimetro ed all'interno dei campi per una larghezza di 3,50 m, e attorno alle cabine per garantire la fruibilità ad esse.

- Strutture portamoduli

Come anticipato al precedente paragrafo 2.2, la struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici sarà ad inseguitore solare monoassiale, o tracker.

Si tratta di una struttura a pali infissi, completamente adattabile alle dimensioni del Pannello fotovoltaico, alle condizioni geotecniche del sito ed alla quantità di spazio di installazione disponibile.

In via generale le strutture fotovoltaiche si compongono dei seguenti elementi:

- Componenti meccanici della struttura in acciaio:
- pali di lunghezza pari a circa 2-2,2 m, non comprensiva della porzione infissa nel suolo (la cui dimensione effettiva sarà calcolata in sede di progettazione esecutiva)
- tubolari quadrati, le cui dimensioni variano in funzione della tipologia del terreno e della velocità del vento (che saranno calcolate in sede di progettazione esecutiva)
- supporto con profilo ad Omega per l'ancoraggio del pannello
- Componenti detentori del movimento:
- teste dei pali
- quadro comandi elettronico per il movimento (1 quadro può servire diverse strutture)
- motori (CA elettrico lineare - mandrino - attuatore).

I pali di supporto alla struttura saranno infissi direttamente nel terreno.

- Viabilità esterna

L'impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica di cui alla presente relazione tecnico-descrittiva, risulta ben servito dalla viabilità pubblica principale, vi si accede dalla Strada Comunale 96.

Pertanto, non sarà necessario realizzare nuove strade all'esterno dell'impianto fotovoltaico.

- Esecuzione degli Scavi

Saranno eseguite due tipologie di scavi: gli scavi a sezione ampia per la realizzazione della fondazione delle cabine elettriche e della viabilità interna; e gli scavi a sezione ristretta per la realizzazione dei cavidotti BT, AT ed AUX.

	ID Documento Committente	Pagina 10 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Entrambe le tipologie saranno eseguite con mezzi meccanici o, qualora particolari condizioni lo richiedano, a mano, evitando scoscendimenti e franamenti e, per gli scavi dei cavidotti, evitando che le acque scorrenti sulla superficie del terreno si riversino nei cavi.

In particolare: gli scavi per la realizzazione della fondazione delle cabine si estenderanno fino ad una profondità di 0,75 m; quelli per la realizzazione dei cavidotti avranno profondità variabile tra 0,60 m e 1,50 m; infine quelli per la realizzazione della viabilità interna saranno eseguiti mediante scotico del terreno fino alla profondità di ca. 40 cm.

Il rinterro dei cavidotti, a seguito della posa degli stessi, che deve avvenire su un letto di sabbia su fondo perfettamente spianato e privo di sassi e spuntoni di roccia, sarà eseguito per strati successivi di circa 30 cm accuratamente costipati.

Lo strato terminale di riempimento degli scavi eseguiti sulla viabilità, invece, sarà realizzato con il medesimo pacchetto stradale descritto al capitolo 2.3.

La canalizzazione del cavidotto avverrà rispettando le distanze dai sotto-servizi presenti, in conformità con quanto previsto nelle LINEE GUIDA Nazionali.

Gli attraversamenti dei corsi d'acqua e dei corsi d'acqua episodici saranno realizzati in accordo alle prescrizioni di AdB Puglia e secondo le indicazioni presenti nelle LINEE GUIDA Nazionali.

- Elementi costituenti l'impianto di accumulo - sistema di accumulo

Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come apparecchiature minime:

- 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 sistema di accumulo dell'energia elettrica prodotta previsto (Battery Energy Storage System) è costituito da n°4 container da 40 pollici (dimensioni: 12,19x2,44m, h=2,90m) in cui saranno installati un totale di n.25 battery pack, modello Powin Stack 360E, e da uno skid inverter/power station per la conversione e trasformazione modello SMA SCS UP 3450/ SMA MV PS 4000 (dimensioni: 6,06x2,44m, h=2,90m). La potenza nominale installata sarà pari a 1,49 MW con una capacità nominale pari a 8,94 MWh (6h).

	ID Documento Committente	Pagina 11 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Le unità di conversione e trasformazione sono costituite da un sistema che combina inverter, trasformatore AT/BT e quadro AT in skid preassemblati e con un grado di protezione che permette l'installazione dei componenti elettrici direttamente all'esterno, riducendo di conseguenza le volumetrie da realizzare. Questa unità di conversione e trasformazione sarà connessa alla cabina di raccolta (MTR), a sua volta collegata alla SE Terna.

Il BESS sarà costituito da batterie agli ioni di litio, i moduli delle celle e i rack per contenere i moduli stessi.

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

Il sistema di batterie (celle, moduli e rack) è alloggiato in contenitori speciali con adeguata resistenza al fuoco.

I contenitori della batteria sono condizionati per mantenere la corretta temperatura ambiente e funzionamento del sistema.

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

Il sistema di stoccaggio è costituito, come in parte già anticipato, anche dai dispositivi di gestione dell'energia e dell'energia del sistema di batterie e dal collegamento alla rete elettrica nazionale:

- Sistema di conversione bidirezionale DC /AC (PCS)
- Trasformatori di potenza AT / BT
- Quadri elettrici AT
- Sistema locale di gestione e controllo dell'assemblaggio della batteria (Sistema di gestione della batteria "BMS")
- Sistema locale di gestione e controllo integrato dell'impianto (Impianto SCADA)
- Apparecchiature elettriche (quadri elettrici, trasformatori) per il collegamento alla rete elettrica nazionale.

L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. La capacità del BESS è scelta in funzione del 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).

	ID Documento Committente	Pagina 12 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

- Container Batterie

Nel caso in cui, come nel caso in esame, le batterie dovessero essere installate all'interno di container, essi 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;
- 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.

4. FASI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO

In questo paragrafo sono state analizzate le tempistiche per l'esecuzione delle varie

	ID Documento Committente	Pagina 13 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

fasi legate allo smantellamento dell'impianto fotovoltaico secondo il seguente cronoprogramma:

FASE 1 – smontaggio moduli fotovoltaici;

FASE 2 – Smontaggio strutture di sostegno;

FASE 3 – Rimozione delle fondazioni;

FASE 4 – Rimozione delle cabine elettriche e di raccolta

FASE 5 – Estrazione cavi elettrici;

FASE 6 – Rimozione recinzione;

FASE 7– Rimozione dei tubi corrugati interrati e dei pozzetti di ispezione;

FASE 8 – Smantellamento della viabilità interna;

FASE 9 – Rimessa in pristino del terreno vegetale.

1.0 Fase 1 – Smontaggio moduli fotovoltaici

Per quanto riguarda i pannelli fotovoltaici, questi verranno smontati dalle strutture fuori terra. Il numero complessivo di moduli fotovoltaici nell'impianto risulta essere pari a **44.632**.

Per le operazioni di smontaggio dei pannelli fotovoltaici si prevede l'utilizzo di un camion con autogrù e di una squadra composta da 50 operai e 7 mezzi per lo spostamento delle unità.

<i>Unità da rimuovere: 44.632 moduli fotovoltaici</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	50	3	8.000	6 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	7	1.143	8.000	6 giorni

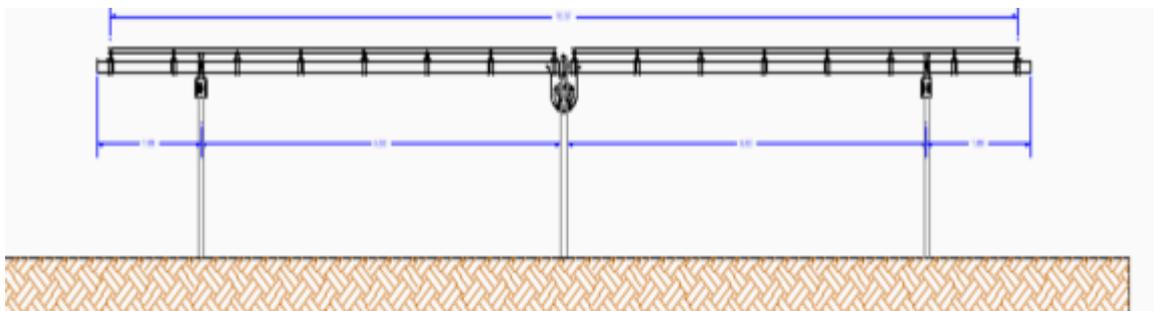
Le operazioni consisteranno nello smontaggio dei moduli e nell'invio degli stessi ad un'ideale piattaforma predisposta dal costruttore di moduli che effettuerà le operazioni di recupero dei vari materiali quali il silicio (che costituisce le celle), il vetro (per la protezione

	ID Documento Committente	Pagina 14 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

frontale dei moduli), fogli di materiale plastico (per la protezione posteriore) e alluminio (per la cornice).

Consideriamo nell'impianto la presenza di una squadra composta da 50 addetti; poiché si stima che ogni addetto impieghi 3 minuti per smontare ogni singolo modulo si ha che, per lo smontaggio dei 44.632 moduli, saranno necessari 6 giorni lavorativi.

2.0 Fase 2 – Smontaggio strutture di sostegno



Le **1594 strutture metalliche** presenti nell'impianto per il sostegno dei pannelli, per quanto riguarda la parte fuori terra, saranno rimosse tramite smontaggio meccanico. I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio a norma di legge. Considerando sempre la squadra formata da 50 persone si stima che due addetti impieghino circa 15 minuti per smontare ogni struttura. Così facendo sarebbero necessari 16 giorni lavorativi per liberare il terreno dalle strutture metalliche di supporto dei moduli fotovoltaici.

<i>Unità da rimuovere: 1594 strutture di supporto</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	50	15	100	16 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	---	100	16 giorni

	ID Documento Committente	Pagina 15 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01



3.0 Fase 3 – Rimozione delle fondazioni a pali battuti

Le strutture di fondazione utilizzate per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico non prevedono affatto opere in calcestruzzo armato. Infatti, tutte le strutture di supporto saranno infisse saldamente al terreno mediante **"pali in acciaio battuti"**.

In questo modo, in fase di dismissione, gli stessi pali saranno semplicemente sfilati dal terreno sottostante, grazie all'ausilio di automezzo munito di braccio gru.

Il terreno sarà ripristinato e costipato, rendendolo disponibile sin da subito alle nuove destinazioni d'uso. I pali in metallo saranno invece conferiti presso le apposite centrali di riciclaggio. Considerando l'impiego di 5 mezzi, il tempo per la dismissione di tutti i pali di fondazione risulta essere pari a 40 giorni così come riportato nella tabella seguente.

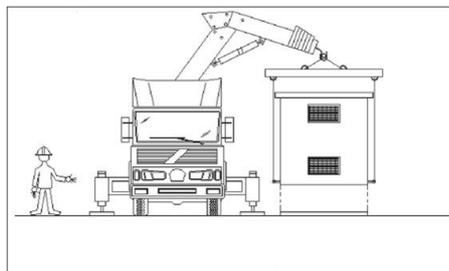
<i>Unità da rimuovere: 4.779 pali battuti di fondazione</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	50	1	125	40 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Automezzo con braccio gru	5	---	125	40 giorni

	ID Documento Committente	Pagina 16 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01



4.0 **Fase 4 – Rimozione delle cabine elettriche e di raccolta**

Per quanto attiene alla struttura prefabbricata relativa alle cabine elettriche si procederà prima allo smontaggio di tutte le apparecchiature presenti all'interno (inverter, trasformatori, quadri elettrici, ecc..) e poi al sollevamento delle strutture prefabbricate e al posizionamento di queste su camion che le trasporteranno presso impianti specializzati per la loro demolizione e dismissione. I tempi stimati per questa operazione sono dell'ordine dei 8 giorni.



<i>Unità da rimuovere: Apparecchiature di 7 cabine elettriche + 1 cabina di consegna</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	8	---	2	4 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	---	2	4 giorni

	ID Documento Committente	Pagina 17 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

<i>Unità da rimuovere: 7 cabine elettriche + 1 cabina di interfaccia</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	8	---	2	4 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	1	2	4 giorni



5.0 Fase 5 – Estrazione cavi elettrici

Le linee elettriche e i cavi elettrici delle cabine di trasformazione BT/MT saranno rimossi, conferendo il materiale di risulta agli impianti a tale scopo deputati dalla normativa di settore. I cavi elettrici verranno sfilati dai pozzetti di ispezione mediante l'utilizzo di idonee attrezzature avvolgicavo. Per compiere queste operazioni serviranno almeno 30 giorni.

<i>Unità da rimuovere: cablaggi</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Operai	20	---	A corpo	30 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	---	A corpo	30 giorni

Qualora sia impedita la sfilabilità dei cavi, essi saranno rimossi insieme ai cavidotti così come descritto nella successiva Fase 6.

6.0 Fase 6– Rimozione dei tubi corrugati interrati e pozzetti di ispezione

	ID Documento Committente	Pagina 18 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Da questa fase iniziano le operazioni svolte allo smantellamento delle infrastrutture interrato e successivamente del corpo stradale. Pertanto, i pozzetti prefabbricati di ispezione e i tubi corrugati verranno rimossi mediante l'impiego di un escavatore. Dopo aver tolto le strutture queste verranno portate via con l'ausilio di camion. Alla fine di queste operazioni si procederà con il rinterro e la compattazione a strati.

<i>Unità da rimuovere: tubi corrugati</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Operai	20	---	A corpo	16 giorni
Descrizione	n° mezzi		Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Escavatore	4	---	A corpo	16 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Camion	3	---	A corpo	16 giorni

<i>Unità da rimuovere: pozzetti di ispezione</i>				
Descrizione	n° mezzi	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Escavatore	1	---	A corpo	10 giorni
Descrizione	n° mezzi		Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	1	---	A corpo	10 giorni

7.0 **Fase 7 – Rimozione recinzione**

La recinzione dell'impianto fotovoltaico della lunghezza complessiva di 3.685 m, sarà costituita da rete a maglia metallica ancorata a pali di sostegno tubolare in acciaio zincato con passo 2,5 m vibro infissi nel terreno, compresi i fili di tensione e legatura plastificati, h:1,20 m. L'altezza della recinzione è pari a 2,00 m.

Questa sarà rimossa tramite smontaggio ed inviata a centri di recupero per il

	ID Documento Committente	Pagina 19 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

riciclaggio delle componenti metalliche. Per quanto concerne la dismissione delle strutture di fissaggio della recinzione, verrà effettuato lo sfilamento diretto dei pali per agevolare il ripristino dei luoghi. Tali strutture, avendo dimensioni ridotte, verranno caricati attraverso la semplice legatura su automezzi che trasporteranno gli stessi presso impianti specializzati nel recupero materiali metallici.

<i>Unità da rimuovere: 3.685 m (più 3 cancelli)</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Operai	15	---	A corpo	45 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Camion	2	---	A corpo	45 giorni

<i>Unità da rimuovere: 1475 pali infissi di fondazione</i>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	5	5	96	18 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Automezzo con braccio gru	1	---	96	18 giorni

8.0 Fase 8 – Smantellamento della viabilità interna

La viabilità interna, costituita da strade in macadam, che occupa una superficie pari a circa 13.500 mq, verrà rimossa quando ormai la maggior parte delle operazioni di dismissione sono state finalizzate.

Il pietrisco di cava utilizzato per la pavimentazione dei percorsi interni all'impianto fotovoltaico verrà rimosso mediante l'ausilio di mezzi meccanici che elimineranno dapprima la parte superficiale costituita da spezzato di pietra calcarea di cava, di varia granulometria e successivamente la fondazione, costituita da pietre più grosse e squadrate, per uno spessore di circa 25/30 cm. Successivamente il materiale rimosso verrà portato presso gli

	ID Documento Committente	Pagina 20 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

impianti di recupero e riciclaggio inerti da demolizione.

<i>Unità da rimuovere: 13.500 mq</i>				
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno (mq)	Tempo totale impiegato
Escavatori	4	---	1018	15 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno (mq)	Tempo totale impiegato
Camion	8	---	1018	15 giorni

9.0 Fase 9 – Rimessa in pristino del terreno vegetale

Per quanto attiene al ripristino del terreno, una volta libero da ogni tipologia di struttura, potrà essere riportato al suo stato ante-operam. Per far ciò, si procederà al rinterro di eventuali buche mediante riporto di terreno vegetale e successivamente si effettuerà un'aratura per conferirgli uniformità, dopodiché verrà praticata una risemina di leguminose autoriseminanti ed un trattamento di fertilizzazione con humus naturale e per consentire lo svolgimento delle attività agricole future.

Utilizzando una pala cingolata e dei moderni trattori, ad esempio quelli a 14 vomeri, è possibile ripristinare ed arare l'intera superficie in un paio di giornate.

In questa fase si porrà particolare attenzione affinché venga ripristinato lo stato dei luoghi mantenendo l'andamento orografico originario del terreno stesso.



Tutte le fasi sin qui elencate sono state riportate in un diagramma di Gantt, di

 plenitude	ID Documento Committente	Pagina 21 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

seguito riportato come allegato 1, costruito partendo da un asse orizzontale - a rappresentazione dell'arco temporale totale della fase di dismissione, suddiviso in giorni e da un asse verticale a rappresentazione delle mansioni o attività che costituiscono la fase di dismissione.

5. RIPRISTINO DEI LUOGHI

In questo paragrafo verrà esaminata in maniera più dettagliata la fase di ripristino dello stato dei luoghi. Le componenti dell'impianto fotovoltaico che costituiscono una modificazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- fondazioni cabine e recinzioni
- cabine elettriche prefabbricate
- cavi
- recinzione
- viabilità interna

Una volta separati i diversi componenti sopra elencati in base alla composizione chimica ed in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, i rifiuti saranno consegnati ad apposite ditte per il riciclaggio e il riutilizzo degli stessi; la rimanente parte, costituita da rifiuti non riutilizzabili, sarà conferita a discarica autorizzata. I dettagli di queste operazioni sono riportati in seguito nel Piano di riciclo, che tratta per l'appunto della dismissione recupero e smaltimento rifiuti.

In fase di dismissione dell'impianto fotovoltaico, sarà di fondamentale importanza il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area. Ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

Per garantire una maggiore attenzione progettuale al ripristino dello stato dei luoghi originario si utilizzeranno **tecniche di ingegneria naturalistica** per la rinaturalizzazione degli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto fotovoltaico. Tale rinaturalizzazione verrà effettuata con l'ausilio di idonee specie vegetali autoctone.

 plenitude	ID Documento Committente	Pagina 22 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica, infatti, possono qualificarsi come uno strumento idoneo per interventi destinati alla creazione (neoecosistemi) o all'ampliamento di habitat preesistenti all'intervento dell'uomo, o in ogni caso alla salvaguardia di habitat di notevole interesse floristico e/o faunistico. La realizzazione di neo- ecosistemi ha oggi un ruolo fondamentale legato non solo ad aspetti di conservazione naturalistica (habitat di specie rare o minacciate, unità di flusso per materia ed energia, corridoi ecologici, ecc.) ma anche al loro potenziale valore economico-sociale.

I principali interventi di recupero ambientale con tecniche di Ingegneria Naturalistica che verranno effettuati sul sito che ha ospitato l'impianto fotovoltaico sono costituiti prevalentemente da:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose;
- scelta delle colture in successione;
- sovesci adeguati;
- incorporazione al terreno di materiale organico, preferibilmente compostato, anche in superficie;
- piantumazione di specie arboree/arbustive autoctone;
- concimazione organica finalizzata all'incremento di humus ed all'attività biologica.

Gli interventi di riqualificazione di aree che hanno subito delle trasformazioni, mediante l'utilizzo delle tecniche di Ingegneria Naturalistica, possono quindi raggiungere l'obiettivo di ricostituire habitat e di creare o ampliare i corridoi ecologici, unendo quindi l'Ingegneria Naturalistica all'Ecologia del Paesaggio.

6. PIANO DI RICICLO

Come già ampiamente descritto, l'intervento da realizzare comprende una serie di operazioni ed attività che consistono in:

1. Realizzazione di recinzione perimetrale all'area d'intervento, realizzata con pali infissi e con rete a maglia metallica di altezza pari a cm 2,00;

	ID Documento Committente	Pagina 23 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

2. Realizzazione di viabilità interna con sottofondo di cava e misto stabilizzato ben rullato;
3. Realizzazione di sostegni per i pannelli realizzati con telai in alluminio e acciaio inox, con relative fondazioni con pali infissi in acciaio;
4. Realizzazione di cabine prefabbricate con relativo basamento necessarie per la trasformazione dell'energia prodotta;
5. Posa in opera ed allacciamenti dei pannelli fotovoltaici.
6. Realizzazione di impianto elettrico BT in corrente continua e corrente alternata;
7. Realizzazione di impianto elettrico di allacciamento.

Al termine del funzionamento dell'impianto fotovoltaico e dopo un corretto smantellamento dello stesso verranno effettuate le operazioni necessarie per il ripristino, sul terreno, della situazione preesistente alla realizzazione dell'impianto. In particolare, verranno ripristinate le superfici restituendole alla coltivazione.

7. RECUPERO RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE

Considerata la tipologia dell'intervento da realizzare, si può affermare che le lavorazioni in fase di cantiere avverranno senza la produzione di particolari rifiuti da conferire alle pubbliche discariche.

Questo è dovuto all'esiguità degli scavi necessari alla realizzazione delle strutture di fondazione ed al fatto che la viabilità interna verrà realizzata seguendo come criterio progettuale quello di limitare il più possibile le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante e seguendo il più possibile l'andamento del terreno.

Tali operazioni, riguardando solo la parte più superficiale del terreno vegetale, produrranno come residuo delle lavorazioni solamente lo stesso terreno vegetale che verrà ridistribuito uniformemente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto.

Per quanto riguarda gli imballaggi dei moduli fotovoltaici e dei quadri elettrici questi saranno costituiti da cartone e plastica, materiali che verranno trasferiti ai circuiti classici di riciclo che sono stati analizzati nei paragrafi successivi.

	ID Documento Committente	Pagina 24 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

A valle di quanto esposto non si esclude il fatto che, se in fase di cantiere si dovesse produrre materiale di rifiuto, ad esempio a seguito della demolizione di alcune parti di strutture realizzate, tale materiale prodotto verrà conferito nella più vicina discarica pubblica autorizzata.

RICICLO COMPONENTI E RIFIUTI IN FASE DI DISMISSIONE

L'impianto fotovoltaico è costituito da una serie di manufatti necessari all'espletamento di tutte le attività ad esso connesse ed in questa relazione descritti.

Le componenti dell'impianto che costituiscono una modificazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- fondazioni e cabine elettriche prefabbricate
- cavi
- recinzione
- batterie

SMALTIMENTO STRINGHE FOTOVOLTAICHE

Il riciclo dei moduli fotovoltaici nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è un fattore determinante e da non sottovalutare se si vuole che gli impianti fotovoltaici rappresentino totalmente un sistema di produzione dell'energia elettrica ecologico e sostenibile. Al termine della loro vita utile, i pannelli costituiscono un rifiuto elettronico e come tutti i rifiuti hanno una ricaduta ambientale.

La normativa di riferimento per il corretto smaltimento dei moduli fotovoltaici è contenuta nel DECRETO

LEGISLATIVO 14 marzo 2014, n. 49, la quale all'Art.4, comma 3, punto qq definisce "rifiuti derivanti dai pannelli fotovoltaici": sono considerati RAEE provenienti dai nuclei domestici i rifiuti originati da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale inferiore a 10 KW. Detti pannelli vanno conferiti ai "Centri di raccolta" nel raggruppamento n. 4 dell'Allegato 1 del decreto 25 settembre 2007, n. 185; tutti i rifiuti derivanti da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale superiore o uguale a 10 KW sono

	ID Documento Committente	Pagina 25 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

considerati RAEE professionali”.

Il GSE italiano ha introdotto le "Istruzioni operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici incentivati”.

Adempimenti normativi. Il Soggetto Responsabile di un RAEE fotovoltaico professionale, ossia installato in impianti di potenza nominale superiore o uguale a 10 kW, deve conferire tale RAEE – per il tramite di un sistema individuale, collettivo, di soggetti autorizzati per la gestione dei codici CER o di un trasportatore - ad un impianto di trattamento autorizzato.

Si evidenzia sin d’ora che, ai sensi dell’art. 33 del Decreto, è possibile consultare il link seguente per l’elenco degli impianti di trattamento iscritti al Centro di Coordinamento RAEE: <https://www.cdcaee.it/GetHome.pub.do>

Il finanziamento delle operazioni di raccolta, trasporto, trattamento adeguato, recupero e smaltimento ambientalmente compatibile dei RAEE fotovoltaici professionali è a carico del produttore in caso di fornitura di una nuova apparecchiatura elettrica ed elettronica.

Per cui già prima dell’installazione dei moduli fotovoltaici, il solo acquisto degli stessi comporta automaticamente l’assolvimento degli obblighi RAEE e dei consorzi che si occupano del futuro smaltimento.

Modalità operative di certificazione dell’avvenuto trattamento e smaltimento di un pannello fotovoltaico professionale, in caso di dismissione, ai sensi della normativa vigente. Il finanziamento delle operazioni di raccolta, trasporto, trattamento adeguato, recupero e smaltimento ambientalmente compatibile dei RAEE fotovoltaici ai sensi dell’art. 24, comma 2, del Decreto è a carico del produttore.

I materiali che costituiscono i moduli fotovoltaici sono il silicio (che costituisce le celle), quantità trascurabili di elementi chimici non tossici inseriti nel silicio stesso, vetro (protezione frontale), fogli di materiale plastico (protezione posteriore) e alluminio (per la cornice). La procedura di riciclo prevede in una prima fase l’eliminazione dell’EVA (Etilvinile acetato), le colle e le parti plastiche. Si prosegue con la separazione del vetro ed eventualmente delle parti di alluminio con il loro riciclo attraverso i canali tradizionali. Per quanto riguarda invece il sistema di imballaggio dei

 plenitude	ID Documento Committente	Pagina 26 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

moduli fotovoltaici i materiali prevalenti sono cartone e plastica.

Analizzeremo ora in dettaglio le fasi dello smaltimento dei materiali sin qui elencati:

CARTA

Il riciclaggio della carta è un settore specifico del riciclaggio dei rifiuti. Gli impieghi fondamentali della carta sono:

- supporto fisico per la scrittura e la stampa;
- materiale da imballaggio.

Si tratta di prodotti di uso universale, con indici crescenti di produzione e di domanda (il consumo pro-capite di carta e cartoni in Italia era stimato dal Ministero dell'Ambiente nel 2002 pari a 186 kg/abitante, a fronte della media UE di 203,7 kg/abitante), e il cui utilizzo ha a valle una forte e diffusa produzione di rifiuti. Come tutti i rifiuti, la carta pone problemi di smaltimento. La carta è però un materiale riciclabile. Come il vetro, infatti, la carta recuperata può essere trattata e riutilizzata come materia seconda per la produzione di nuova carta.

La trasformazione del rifiuto cartaceo (che si definisce carta da macero) in materia prima necessita di varie fasi:

- raccolta e stoccaggio (in questa fase è particolarmente rilevante che le amministrazioni locali richiedano e organizzino la raccolta differenziata dei rifiuti);
- selezione (per separare la fibra utilizzabile dai materiali spuri - spaghi, plastica, metalli che normalmente sono incorporati nelle balle di carta da macero);
- sbiancamento (per eliminare gli inchiostri).

A questo punto del ciclo, la cellulosa contenuta nella carta-rifiuto è ritornata ad essere una materia prima, pronta a rientrare nel ciclo di produzione.

I vantaggi ambientali conseguenti a queste pratiche sono notevoli, infatti:

- nelle fabbriche che producono carta per giornali da carta da giornali riciclata non si usa più cellulosa proveniente da alberi;
- il costo della materia prima riciclata è notevolmente più basso di quello della pasta di legno, i relativi scarti possono essere utilizzati come combustibile cogeneratore del

	ID Documento Committente	Pagina 27 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

vapore necessario al processo di fabbricazione, e la produzione è meno inquinante;

- il riciclaggio riduce la quantità di rifiuti da trattare, i relativi costi di stoccaggio, lo spreco di spazio da destinare allo stoccaggio medesimo, l'inquinamento da incenerimento, e ovviamente il consumo di alberi vivi (anche se gli alberi impiegati per la produzione della carta provengono da vivai a coltivazione programmata dove vengono periodicamente tagliati e ripiantati).

EVA E PARTI PLASTICHE

L'EVA è un copolimero di polietilene ed acetato di vinile. È flessibile, elastico, resistente agli urti e non contiene plastificanti, né altri additivi. L'EVA è usato laddove si richiedano flessibilità, elasticità, resistenza dielettrica, robustezza e compatibilità. L'EVA e le materie plastiche sono entrambi polimeri che possono essere riciclati attraverso due meccanismi di riciclo che consistono in una tipologia di tipo eterogeneo ed una tipologia di tipo omogeneo. Il riciclo eterogeneo viene effettuato attraverso la lavorazione di un materiale misto contenente PE, PP, PS, PVC (film in PE alta e bassa densità, film in PP, taniche, vaschette, big-bags, barattoli, reggette e retine). In questo materiale eterogeneo possono essere presenti, anche se in quantità minime, PET, inerti, altri materiali e metalli. In questo processo vi è una prima separazione morfologica e dimensionale seguita da una magnetica per separare eventuali frazioni estranee che potrebbero creare problemi in fase di lavorazione. Queste tre separazioni vengono eseguite in base alla lavorazione e al prodotto che si vuole realizzare.

Successivamente il riciclo procede secondo tre fasi:

- triturazione, frantumazione grossolana del materiale;
- densificazione;
- estrusione.

In base alla lavorazione e al prodotto che si vuole ottenere, si potranno eseguire tutte le fasi o solamente in parte: ad esempio si potrà tritare il materiale e successivamente densificarlo oppure, una volta tritato il materiale può essere direttamente estruso. Le difficoltà presenti nel riciclo eterogeneo sono legate alle differenti temperature di lavorazione dei polimeri miscelati. Questo problema esclude

 plenitude	ID Documento Committente	Pagina 28 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

la possibilità d'impiego di plastiche eterogenee per la realizzazione di prodotti di forma complessa e che presentano spessori minimi. Con particolare riferimento al riciclo omogeneo di polimeri termoplastici il riciclatore dovrà accertarsi che nel polimero da trattare non siano presenti altri polimeri, materiali inerti, cariche o additivi in quantità tale da pregiudicare la processabilità. Successivamente alla fase di raccolta, e separazione da altri materiali, la plastica viene accuratamente selezionata per tipologia di polimero. Le metodologie di separazione sono diverse:

- Separazione magnetica
- Separazione per flottazione
- Separazione per densità e galleggiamento
- Separazione per proprietà aerodinamiche
- Setaccio tramite soffio d'aria
- Separazione elettrostatica

Una volta separati, i diversi polimeri vengono avviati alle fasi successive.

VETRO

Il vetro sarà sottoposto a diversi trattamenti per allontanare le quantità, anche rilevanti, di impurità che contiene (plastica, materiali ceramici, materiali metallici ferrosi e non). Ciò si può fare con sistemi diversi, in parte manuali, ma sempre più automatizzati. Nella prima fase vengono allontanati i corpi estranei di dimensioni relativamente grandi che verranno allontanati; successivamente un lavaggio con acqua provvederà ad eliminare sostanze diverse (sughero, plastica, terra, ecc.).

Mediante dispositivi magnetici vengono allontanati parte dei materiali metallici: quelli non metallici si eliminano, almeno in parte, manualmente.

Il prodotto vetroso viene quindi macinato e sottoposto a vagliatura (per trattenere le parti estranee non sminuzzate), ad aspirazione con aria (per allontanare le impurità leggere), ad ulteriore deferrizzazione (per trattenere su magneti i componenti ferrosi) e con metal detector (per separare quelli non magnetici).

Dopo questi trattamenti, che possono essere ripetuti più volte, avviene il processo di

	ID Documento Committente	Pagina 29 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

frantumazione; dopodiché viene mescolato al materiale grezzo, quindi inviato ai forni di fusione per ottenere pasta di vetro che servirà per produrre nuovi oggetti in vetro. Non esistono limitazioni nel suo impiego, ma l'aumento dei quantitativi utilizzati nell'industria vetraria dipende strettamente dalla qualità del rottame.

ALLUMINIO

La produzione dell'alluminio primario è ad alta intensità energetica perché notevole è il consumo di energia legato al processo di separazione per elettrolisi; per questa ragione l'industria dell'alluminio ha compiuto nel tempo numerosi sforzi orientati, da una parte, alla prevenzione e al miglioramento dell'efficienza produttiva e delle performance ambientali dei propri processi di produzione e dall'altra, al recupero e al riciclo dei rottami.

Sono state progressivamente avviate attività di prevenzione finalizzate alla riduzione della quantità di materia prima impiegata, in particolare la riduzione degli spessori nel comparto degli imballaggi in alluminio ha portato ad un sensibile calo in peso della materia impiegata.

Per ragioni tecniche, economiche ed ambientali, l'opzione del riciclo è sempre stata, fin dalla prima commercializzazione dei prodotti in alluminio, parte integrante della strategia produttiva dell'industria dell'alluminio stesso. Il riciclo dell'alluminio contribuisce alla razionalizzazione del consumo di risorse come il silicio, il rame, il magnesio, il manganese e lo zinco.

La qualità dell'alluminio non è alterata dal processo di riciclo che può avvenire infinite volte con un risparmio

di energia pari al 95% di quella impiegata per produrre alluminio a partire dalla materia prima.

La produzione mediante rifusione dei rottami recuperati richiede, infatti, solo il 5% dell'energia che viene impiegata nella produzione primaria.

L'alluminio riciclato viene utilizzato per molteplici applicazioni, dai trasporti (auto, biciclette, treni, motoveicoli) ai casalinghi (caffettiere, tavoli, sedute, librerie), dall'edilizia (serramenti, rifiniture, porte) agli imballaggi (lattine, vaschette, bombolette, film).

	ID Documento Committente	Pagina 30 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

CELLE FOTOVOLTAICHE

Le celle invece vengono trattate in modo chimico per renderle pulite dai metalli e dai trattamenti sia di antiriflesso che dopanti. Si riottengono così delle strutture denominate "wafer" che possono costituire nuovamente la materia prima per nuovi moduli previo debito trattamento. Le celle che accidentalmente dovessero rompersi invece vengono riciclate nei processi di produzione dei lingotti di silicio.

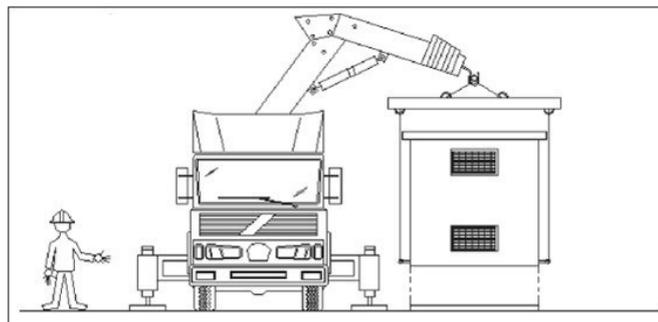
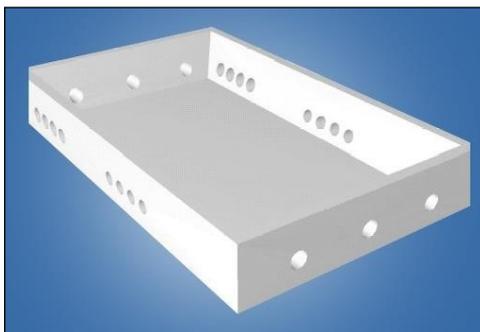
Al termine della vita utile dell'impianto, in definitiva, i pannelli potranno essere smaltiti con la tecnologia sin qui esposta; è presumibile però che detta tecnologia risulterà sicuramente migliorata e resa più efficace negli anni a venire.

RIMOZIONE DELLE CABINE BESS E DELLE BATTERIE DEL SISTEMA DI ACCUMULO

Relativamente alle cabine BESS, preventivamente saranno smontati tutti gli apparati elettronici ivi contenuti e le batterie di accumulo.

Come auspicato dalla Direttiva 2006/66/CE, avente per oggetto "...norme specifiche per la raccolta, il trattamento, il riciclaggio e lo smaltimento dei rifiuti di pile e accumulatori, destinate a integrare la pertinente normativa comunitaria sui rifiuti e a promuovere un elevato livello di raccolta e di riciclaggio di pile e accumulatori...", e recepita dal D.Lgs.188/2008, le batterie dovranno essere per quanto possibile smontate, trasformate e riciclate. Il produttore dei sistemi di accumulo dovrà essere iscritto all'apposito Registro Nazionale dei Produttori di Pile e Accumulatori, dovrà provvedere alla dismissione a fine ciclo.

VASCA DI FONDAZIONE



	ID Documento Committente	Pagina 31 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Le caratteristiche della cabina monoblocco consentono la recuperabilità integrale del manufatto con possibilità di poterla spostare e riutilizzare in altro luogo.

SMALTIMENTO DELLE SOLETTE IN CALCESTRUZZO

Per quanto concerne l'eliminazione delle strutture in cemento, nel progetto in esame esse sono limitate esclusivamente alla realizzazione di solette di sottofondo su cui alloggiare le cabine elettriche dei sottocampi.

Per lo smaltimento sarà effettuato uno scavo attorno alle solette per agevolare l'operazione successiva che consiste nella riduzione delle fondazioni in grossi blocchi mediante l'utilizzo di un martellone pneumatico. Tali blocchi verranno caricati su automezzi che trasporteranno le macerie presso impianti specializzati nel recupero del calcestruzzo.

SMALTIMENTO CAVI ELETTRICI ED APPARECCHIATURE ELETTRONICHE

Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.

Il cavo risulta costituito quindi da più parti e precisamente:

- La parte metallica (il rame o altro conduttore) destinata a condurre corrente, costituita da un filo unico o da più fili intrecciati tra di loro e il conduttore vero e proprio.

- Il conduttore è circondato da uno strato di materiale isolante che è formato dalla miscela di materiali opportunamente, scelti, dosati e sottoposti a trattamenti termici e tecnologici vari.

- L'insieme del conduttore e del relativo isolamento costituisce l'anima del cavo.

- Un cavo può essere formato da più anime. L'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime è denominato cintura.

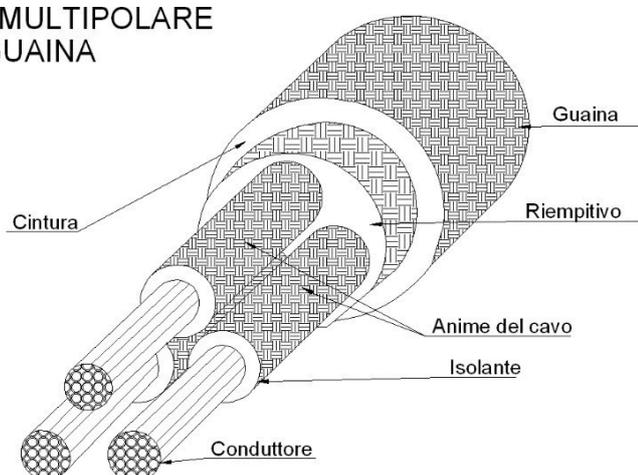
- La guaina, che può essere rinforzata con elementi metallici, e il rivestimento tubolare continuo avente funzione protettiva delle anime del cavo. La guaina in generale è sempre di materiale isolante.

- Talvolta i cavi sono dotati anche di un rivestimento protettivo avente una funzione di protezione meccanica o chimica come, ad esempio, una fasciatura o una



armatura flessibile di tipo metallico o non metallico.

CAVO MULTIPOLARE CON GUAINA



In tutti i loro componenti, i cavi elettrici sono composti in definitiva da plastica e rame. Il riciclaggio dei cavi elettrici viene dall'esigenza di smaltire e riutilizzare materiali che altrimenti sarebbero dannosi per l'ambiente e costosi nell'approvvigionamento. Il riciclaggio di questi componenti coinciderà con il riciclaggio della plastica e del metallo. Da un punto di vista pratico la separazione tra i diversi materiali avviene attraverso il loro passaggio in alcuni macchinari separatori. Tali macchinari separatori utilizzano la tecnologia della separazione ad aria e sono progettati appositamente per il recupero del rame dai cavi elettrici. Sfruttando la differenza di peso specifico dei diversi materiali costituenti la struttura del cavo si può separare il rame dalla plastica e dagli altri materiali.



	ID Documento Committente	Pagina 33 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Macchinari simili saranno utilizzati anche per lo smaltimento delle apparecchiature elettroniche quali inverter, trasformatori, quadri elettrici. Il trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche (RAEE) ed elettroniche è svolto in centri adeguatamente attrezzati, autorizzati alla gestione dei rifiuti ed adeguati al "Decreto RAEE", sfruttando le migliori tecniche disponibili. Le attività di trattamento prevedono varie fasi, indicativamente:

- messa in sicurezza o bonifica, ovvero asportazione dei componenti pericolosi;
- smontaggio dei sotto-assiemi e separazione preliminare dei materiali;
- lavorazione meccanica per il recupero dei materiali.

L'attività di reimpiego delle apparecchiature dopo test di funzionamento è un'opzione prevista della normativa sui RAEE ma non esiste una normativa sulle apparecchiature immesse nuovamente sul mercato.

RECUPERO RECINZIONE

Lungo il perimetro dell'area d'intervento sarà realizzata una recinzione perimetrale; tale recinzione sarà costituita da rete a maglia metallica ancorata a pali di sostegno tubolare in acciaio zincato con passo 2,5 m vibro infissi nel terreno, compresi i fili di tensione e legatura plastificati, h:1,20 m. L'altezza della recinzione è pari a 2,00 m.

I materiali che costituiscono la recinzione sono acciaio per la parte in elevazione e per la parte in fondazione. Al termine della vita utile dell'impianto fotovoltaico, qualora la recinzione non debba più assolvere alla funzione di protezione dell'area che circonda, sarà smantellata e i suoi materiali costituenti seguiranno i processi classici di riciclo precedentemente esposti.

8. QUANTIFICAZIONE DEI COSTI DI DISMISSIONE E RIPRISTINO

Durante le fasi di redazione dei precedenti capitoli relativi al piano di dismissione, è stata prodotta una stima relativa ai costi di dismissione e ripristino dell'area interessata dal progetto dell'impianto. Detti costi sono di seguito riportati nella successiva tabella riepilogativa e sono stati valutati sulla scorta dei prezzi attuali, in quanto risulta difficilmente quantificabile, sia a livello di costi sia a livello tecnologico, la proiezione di tali attività al reale momento in cui verranno effettuate.



Lavorazione - attività	Unità di misura	Quantità	Costo unitario (€)	Costo totale (€)
Rimozione dei pannelli fotovoltaici smontaggio e conferimento presso centri di raccolta	MWp	24,82	7 000,00 €	173 740,00 €
Rimozione delle strutture di sostegno e conferimento a discarica autorizzata	MWp	24,82	10 000,00 €	248 200,00 €
Rimozione delle opere elettriche e meccaniche interne al campo (cavi solari e inverter) e conferimento a discarica autorizzata	MWp	24,82	8 000,00 €	198 560,00 €
Rimozione strutture prefabbricate e conferimento a discarica autorizzata	MWp	24,82	2 000,00 €	49 640,00 €
Rimozione e smaltimento della recinzione perimetrale e dei cancelli di ingresso e conferimento a discarica	MWp	24,82	3 500,00 €	86 870,00 €
Rimozione e smaltimento di piante o vegetazione e conferimento presso vivai	MWp	24,82	100,00 €	2 482,00 €
Rimozione e smaltimento di viabilità di servizio e conferimento presso centri autorizzati al recupero o riciclaggio	MWp	24,82	5 000,00 €	124 100,00 €
Ripristino Scavi cavidotti elettrici	MWp	24,82	450,00 €	11 169,00 €
Rimozione e smaltimento di apparecchiature elettriche, trasformatori, impianti di illuminazione e video sorveglianza compreso il trasporto a discarica autorizzata e/o a centro di riutilizzo	MWp	24,82	5 000,00 €	124 100,00 €
Smantellamento e rimozione di tutte le opere presenti nella stazione M/T/A.T., compreso la rimozione dei manufatti e piazzali dell'area esterna, compresa la recinzione e la viabilità, e di tutti gli oneri per la rimozione e smaltimento dei trasformatori ed impianti elettrici.	a corpo	1	125 000,00 €	125 000,00 €
Rimozione di elettrodotti interrato esterno all'impianto fotovoltaico di connessione alla sottostazione	a corpo	1	125 000,00 €	125 000,00 €
Opere di ingegneria naturalistica per il ripristino vegetazionale dei luoghi	MWp	24,82	1500,00 €	37 230,00 €
SUBTOTALE COSTI DI DIMISSIONE E SMALTIMENTO				1 306 091,00 €
TOTALE COSTI DI DIMISSIONE E SMALTIMENTO				1 306 091,00 €

	ID Documento Committente	Pagina 35 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

I costi di dismissione e ripristino ammonteranno a circa € 53.200 per ciascun MW installato, per un totale di circa € 1.306.091,00.

Ad ogni modo, dopo il trentesimo anno di attività dell'impianto fotovoltaico si valuterà lo stato di efficienza dei componenti e si stabilirà se procedere alla dismissione o meno.

9. CONCLUSIONI

Gli impianti fotovoltaici, durante il loro funzionamento, non producono né emissioni chimico-fisiche che possano recare danni al terreno e alle acque superficiali e profonde, né sostanze inquinanti e gas serra. Inoltre, il tipo di apparecchiature elettriche impiegate consente di contenere entro livelli trascurabili i potenziali disturbi derivanti dalla propagazione di campi elettromagnetici associati alla produzione ed al trasporto di energia elettrica, gli effetti estetico-percettivi sul paesaggio naturale o costruito nonché quelli derivanti dalla sottrazione di aree naturali.

Un indicatore importante che mette in evidenza gli effetti positivi della fonte fotovoltaica è senza dubbio il ritorno energetico sull'investimento energetico, più comunemente noto come EROEI (o EROI), acronimo inglese di Energy Returned On Energy Invested (o Energy Return On Investment) ovvero energia ricavata su energia consumata; l'EROEI è un coefficiente che riferito a una data fonte di energia ne indica la sua convenienza in termini di resa energetica.

Qualsiasi fonte di energia richiede una certa quantità di energia investita da considerarsi come congelata nella fonte di energia stessa (per la costruzione ed il mantenimento degli impianti); è proprio questa la quantità che l'EROEI cerca di valutare.

Da un punto di vista matematico, l'EROEI è il rapporto tra l'energia ricavata e tutta l'energia spesa per arrivare al suo ottenimento. Ne risulta che una fonte energetica con un EROEI inferiore ad 1 sia energeticamente in perdita. Fonti energetiche che presentano un EROEI minore di 1 non possono essere considerate fonti primarie di energia poiché per il loro sfruttamento si spende più energia di quanta se ne ricavi.

	ID Documento Committente	Pagina 36 / 37	
		Stato di Validità	Numero Revisione
		CD-FE	01

Fonte primaria o secondaria	Min	Max
Fonti energetiche esauribili		
Petrolio	5	15
Metano	8	20
Carbone	2	17
Nucleare	1	20
Sabbie bituminose	1	1,5
Fonti energetiche rinnovabili		
Idroelettrico	30	100
Eolico	10	80
Geotermico	2	13
Fotovoltaico	3	60
Termosolare riscaldamento	30	200
Solare termodinamico	10	20
Biomasse solide	3	27
Impianti biogas	10	20
Energia dalle onde, dalle maree e correnti marine	2	10

Tabella 1 - Fonte: Aspoitalia, Enitecnologie, EROEI.com

Da questa tabella si evince chiaramente come la fonte fotovoltaica costituisca una modalità per la produzione di energia elettrica che produce energia dalle 3 alle 60 volte in più rispetto a quella utilizzata per la costruzione dell'impianto.

In questo quadro, peraltro, corre l'obbligo di rimarcare non solo i benefici effetti dell'intervento a livello globale in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche da fonti energetiche non rinnovabili ma anche le positive ricadute socioeconomiche a livello locale delle zone interne della provincia di Brindisi.

Per quanto sopra riportato, l'intervento relativo alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico grazie alla tecnologia impiegata ed alle scelte adottate in fase di progettazione (scelta di fondazioni prefabbricate, cabine prefabbricate...) si può considerare di tipo non invasivo, per la possibilità di ripristinare perfettamente lo stato dei luoghi senza compromettere la fertilità del suolo a seguito della dismissione dell'impianto.



10. CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI DISMISSIONE

Al fine di stilare un Cronoprogramma delle fasi attuative di dismissione è possibile fare riferimento all'analogo cronoprogramma di installazione dell'impianto fotovoltaico; infatti, le tempistiche per smontare un impianto fotovoltaico sono sostanzialmente le stesse che caratterizzano le operazioni inverse di smontaggio, così come, i tempi di trasporto possono essere analoghi a quelli di conferimento in discarica e di smaltimento in genere. Per cui, analogamente a quanto riportato nell'elaborato BRINFV00BJRG003 Cronoprogramma lavori di dismissione allegato al progetto, la fase di smantellamento potrà durare circa 7 mesi, aggiungendo eventualmente uno o due mesi per le operazioni di ripristino ambientale.

