



REGIONE BASILICATA
PROVINCIA DI MATERA
COMUNE DI IRSINA



PROGETTO DEFINITIVO

Autorizzazione Unica ex art. 12 del d.lgs. 387/2003

Impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 19,992 MW e relative opere di connessione proposti dalla ditta Basilicata Solare s.r.l. nel territorio di Irsina

Titolo elaborato

A.11. Disciplinare descrittivo e prestazionale degli elementi tecnici

Codice elaborato

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV.
F0315	H	R11	A

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Scala

—

DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
Maggio 2020	Prima emissione	MRO	GDS	GZU

Proponente

Basilicata Solare s.r.l.

Via della Ferula 46
70022 Altamura (BA)

BASILICATA SOLARE S.r.l.
Rosa Ammugli
Amministratore

Progettazione



F4 Ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Responsabile del Gruppo di Verifica
(ing. Giorgio ZUCCARO)



Società certificata secondo la norma UNI-EN ISO 9001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).





Sommario

1 Oggetto dell'intervento e descrizione dei diversi elementi progettuali	2
1.1 Oggetto dell'intervento	2
1.2 Descrizione dei diversi elementi progettuali	2
2 Opere strutturali ed elettriche	3
2.1 Pannelli fotovoltaici	3
2.2 Strutture di sostegno	3
2.3 Sistema delle fondazioni	4
2.4 Cabine di campo e inverter	4
2.5 Sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT	4
2.6 Conduttori elettrici	5
2.7 Cavidotti	6
2.8 Pozzetti di ispezione	7
2.9 Punto di consegna	7
2.10 Impianto di terra	7
3 Opere di videosorveglianza ed illuminazione	9
3.1 Videosorveglianza	9
3.2 Impianto di illuminazione	9
4 Opere di completamento	11
4.1 Recinzioni e cancelli di ingresso	11
4.2 Canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale	11
4.3 Interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale	11



1 Oggetto dell'intervento e descrizione dei diversi elementi progettuali

1.1 Oggetto dell'intervento

Il presente progetto si riferisce alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico di grande generazione nel territorio comunale di Irsina (MT) e delle opere ad esso connesse nel territorio comunale di Grottole (MT). Nella fattispecie l'impianto, caratterizzato da una potenza di picco di 19.992 MWp, sarà utilizzato per la restituzione dell'energia nella rete Terna mediante la connessione alla cabina RTN condivisa di Grottole caratterizzata da una tensione nominale di 15 kV e al momento non esistente, ma prevista in progetto.

1.2 Descrizione dei diversi elementi progettuali

L'impianto fotovoltaico in progetto sarà costituito principalmente dai seguenti elementi:

- **pannelli fotovoltaici;**
- **strutture metalliche di sostegno ed orientazione dei pannelli;**
- **cabine elettriche di media tensione da 15-30 kV nominali;**
- **inverter da circa 4000 kVA;**
- **fondazioni delle strutture;**
- **cavidotti e conduttori elettrici;**
- **strade interne e perimetrali;**
- **impianti di illuminazione e videosorveglianza;**
- **canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale;**
- **interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale;**
- **recinzione perimetrale e cancelli di ingresso.**

L'impianto, in particolare, è caratterizzato da una potenza di picco di 19.992.000 W ed è suddiviso in 5 "sottocampi". Ciascuno di essi è collegato ad una delle 5 cabine di campo ed è caratterizzato da una potenza di picco pari a circa 4.0 MWp.

In ogni sottocampo i pannelli trasformano l'irraggiamento solare in corrente elettrica continua. Essi saranno collegati in serie e formeranno una "stringa" che, a sua volta, sarà collegata in parallelo con le altre per convogliare tutta l'energia prodotta verso gli inverter che la trasformeranno in corrente alternata. Da qui, l'energia verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle cabine di campo che fungeranno anche da "cabine di trasformazione" in grado di incrementare il voltaggio fino alla media tensione prima della connessione al punto di consegna finale. A valle dell'ultima cabina di campo, infatti, l'energia verrà trasferita mediante un unico cavidotto esterno alla sottostazione di trasformazione e, da qui, alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite il punto di connessione.



2 Opere strutturali ed elettriche

2.1 Pannelli fotovoltaici

Al fine di ottimizzare la produzione di energia, l'impianto fotovoltaico in progetto sarà composto da un modulo tipo TallmaxM DE17M(II) o similare. In allegato alla presente relazione è presente la scheda tecnica di dettaglio del modulo, mentre nel seguito si riportano le caratteristiche principali:

- **produttore: Trina Solar;**
- **modello: Duomax twin DEG18MC.20(II);**
- **potenza di picco: 490 Wp;**
- **tensione a circuito aperto (Voc a STC): 42.8 V;**
- **corrente di corto circuito (Isc a STC): 11.45 A;**
- **dimensioni: 2187×1102 mm;**
- **peso: 30.7 kg.**

Dal punto di vista del collegamento elettrico, come anticipato in precedenza, si prevede di collegare 26 moduli in serie per formare una "stringa". Unendo in parallelo 4 stringhe si prevede di aggiungere un quadro di parallelo.

Ogni stringa, pertanto, produce una potenza pari a:

$$26 \times 490 \text{ W} = 12.74 \text{ kW}$$

Di conseguenza, ogni sottocampo, gestito da un inverter da 4000 kVA, sarà composto da 314 stringhe, cioè 8164 moduli, mentre quello gestito da un inverter da 3990 kVA, sarà composto da 313 stringhe, ovvero 8138 moduli.

Nel presente progetto sono previsti, in totale, 4 sottocampi da 314 e 1 da 313 stringhe, vale a dire 4 sottocampi da 8164 moduli e 1 sottocampo da 8138. Il totale della potenza da installare, quindi, è pari a:

$$4 \text{ sottocampi} \times 8164 \text{ moduli} \times 490 \text{ W} = 16.001.440 \text{ W}$$

$$1 \text{ sottocampo} \times 8138 \text{ moduli} \times 490 \text{ W} = 3.987.620 \text{ W}$$

In totale, la potenza da installare sarà leggermente al di sotto di 19,992 MW, ossia pari a:

$$16.001.440 + 3.987.620 = 19.989.060 \text{ W} = 19,989 \text{ MW}$$

2.2 Strutture di sostegno

I pannelli fotovoltaici sono dotati di una struttura metallica fissa prefabbricata, posizionata con asse est-ovest, quindi rivolta a sud, le cui caratteristiche principali sono riportate nel seguito:

- numero di righe: 2;
- numero di colonne: 13;
- numero di moduli per stringa: 26.

Tali strutture saranno realizzate con acciaio zincato a caldo al fine di incrementare la protezione delle strutture dalla corrosione secondo la norma ISO 1461 (batch bath) o secondo la



norma ISO 3575 (continuous bath). I bracci di supporto saranno realizzati con acciaio zincato a caldo secondo la norma ISO 1461 ovvero in Magnelis, un rivestimento in Zinco-Alluminio-Magnesio applicato sempre tramite bagno a caldo.

2.3 Sistema delle fondazioni

Le fondazioni saranno costituite da pali in acciaio UPN160, che vengono infissi direttamente nel terreno, fino a raggiungere la profondità desiderata, attraverso un processo apposito di battitura.

2.4 Cabine di campo e inverter

In ognuno dei sottocampi in cui è suddiviso l'impianto fotovoltaico sarà situata una cabina di campo e trasformazione BT/MT, contenente al suo interno un inverter di potenza pari a circa 4000 kVA.

Tali cabine saranno costituite da elementi prefabbricati, con dimensioni pari a circa 12.00x2.50 m in pianta per 2.90 m di altezza, poggiati su una fondazione in cls armato gettato in opera, e saranno composte internamente dai seguenti locali:

- locale misure;
- locale quadri;
- locale batterie;
- locale servizi igienici;
- locale SCADA.

A valle della trasformazione della tensione in MT è prevista la posa di un cavidotto interno in MT che collegherà tutti gli inverter in entra-esce tra loro.

In uscita dall'ultima cabina, in particolare, è prevista la posa di un cavidotto esterno in media tensione (MT) in grado di condurre l'energia prodotta fino alla cabina di condivisione e trasformazione da media ad alta tensione MT/AT situata in corrispondenza del punto di consegna in media tensione (MT).

2.5 Sottostazione di condivisione e trasformazione MT/AT

A valle cavidotto esterno in MT, come detto, è prevista la realizzazione di una sottostazione elettrica di condivisione e trasformazione da media ad alta tensione (MT/AT) situata nelle immediate vicinanze del punto di consegna. Tale sottostazione, pertanto, sarà distinguibile in due unità separate: la prima, indicata anche come "stazione di condivisione a 150 kV", sarà utilizzata per condividere lo stallo di connessione assegnato da Terna spa tra diversi produttori di energia e la seconda, indicata anche come "stazione utenza di trasformazione 30/150 kV".

La seconda, in particolare, sarà costituita da:

- un montante trasformatore (completo di trasformatore AT/MT);
- un locale per l'alloggiamento dei quadri di potenza e controllo e delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il montante trasformatore, in particolare, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:



- trasformatore AT/MT;
- scaricatori di sovratensione AT;
- trasformatori di corrente;
- interruttore tripolare AT con comando motorizzato;
- trasformatore di tensione capacitivo AT;
- sezionatore tripolare AT con comando motorizzato.

Il trasformatore sarà dotato di sonde termometriche installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e di dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio di isolamento; i segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviate al quadro di controllo della sottostazione e utilizzate per le eventuali segnalazioni di allarme e blocco.

All'interno dell'area della sottostazione di trasformazione AT/MT, come detto, sarà posto in opera un locale costituito da elementi prefabbricati poggiati su una fondazione in cls armato gettato in opera in modo da contenere le apparecchiature di potenza e controllo della sottostazione stessa oltre alle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il locale sarà composto dai seguenti locali:

- locale BT;
- locale MT;
- locale GE;
- locale SCADA / misure UTF.

Il trasformatore sarà dotato di sonde termometriche installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e di dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio di isolamento; i segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviate al quadro di controllo della sottostazione e utilizzate per le eventuali segnalazioni di allarme e blocco.

Il collegamento tra la sottostazione di trasformazione e la sottostazione di consegna verrà realizzato mediante un (breve) cavo in alta tensione come previsto dalla STMG, in modo da trasferire l'energia elettrica prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

2.6 Conduttori elettrici

I cavi di potenza posati nell'impianto vanno dimensionati in modo da limitare le cadute di tensione al massimo entro il 2%. La loro sezione è determinata anche in modo da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolanti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio. Un'ulteriore nota riguarda l'attenzione nella stesura dei cavi al fine di limitare le possibili interferenze prodotte dagli inverter. Per ridurle al minimo occorre seguire alcune regole precauzionali quali:

- Porre attenzione all'impianto di terra cercando di mantenerlo il più distanziato possibile dai cavi di potenza del campo fotovoltaico, per evitare accoppiamenti di disturbi che possono essere captati dalle apparecchiature attraverso l'impianto di terra.
- Evitare che l'impianto di terra formi una spira di grande dimensione che possa essere sede di correnti di disturbo indotte, che potrebbero richiudersi attraverso i circuiti delle apparecchiature sensibili.
- Si raccomanda di realizzare il cablaggio dei moduli che compongono ciascuna stringa in modo da formare due anelli nei quali la corrente circola in senso opposto, oppure



realizzare l'area minore possibile. Questo serve sia per limitare le sovratensioni che i possibili disturbi indotti alle apparecchiature.

La tipologia e la lunghezza dei cavi considerate in questa fase progettuale risultano indicative. Maggiori dettagli saranno presenti nel progetto esecutivo a valle dell'autorizzazione, allo scopo di tenere conto anche di eventuali prescrizioni tecniche che dovessero emergere in fase istruttoria.

Le lunghezze e le sezioni indicate risultano in generale sovrastimate allo scopo di contenere le cadute di tensione dei vari tratti al di sotto del 2%. Le lunghezze effettive di ogni tratto di linea verranno dettagliatamente calcolate in sede di progettazione esecutiva.

I cavi dei sistemi di II categoria devono essere dotati di uno schermo o di una guaina metallica connessa a terra almeno ad una estremità del cavo.

Il sistema sarà esercito alla frequenza industriale di 50Hz, la tensione di esercizio in MT sarà 11kV.

Il cavo BT in corrente continua che porterà l'energia da ogni singola stringa alla rispettiva cassetta di parallelo stringhe dovrà avere una lunghezza massima di 100 m, con tensione di esercizio massima pari ad 1 kV e una potenza nominale massima pari a 19.89 kWp.

Il cavo BT in corrente continua che porterà l'energia elettrica da ogni singola cassetta di parallelo stringhe al rispettivo inverter dovrà essere di tipo FG7(O)R 0,6/1 kV 2x(1x120) mm² per una lunghezza massima di 150 m, con tensione di esercizio max di 792 V e una potenza nominale max di 117.4 kWp;

In merito al cavo che trasporterà l'energia dal quadro generale di media tensione delle cabine dei vari sottocampi fino alla cabina di interconnessione, lo stesso sarà di tipo tripolare RG7H1R 11/30 kV 2x(3x95) mm². Mentre il cavo che parte dalla cabina di interconnessione e sezionamento fino al punto di consegna situato nella cabina quadri elettrici dovrà essere del tipo RG7H1R 11/30 kV 2x(3x400) mm² per una lunghezza massima di circa 1250 m e una potenza nominale di 9.99 MW.

Si rappresenta che le lunghezze dei cavi sono indicative, e tendenzialmente sovrastimate in questa fase progettuale; esse fanno riferimento alle massime lunghezze possibili relativamente alla sezione del cavo per contenere le cadute di tensione dei vari tratti di linea al di sotto dell'1-2%, per ciascun tratto. Le lunghezze effettive di ogni tratto di linea verranno dettagliatamente calcolate in sede di progetto esecutivo.

2.7 Cavidotti

I cavidotti saranno costituiti da tubi corrugati a doppia parete in PE, di diametro pari a 50 mm, 200 mm e 400 mm a seconda del caso come indicato negli elaborati grafici.

Dopo aver effettuato lo scavo a sezione obbligata di profondità pari a 1.50 m, essi saranno posati su un letto di sabbia; il rinterro dovrà avvenire con sabbione e materiale di risulta così come indicato nelle tavole di progetto.

All'interno dello scavo dovrà essere posato un nastro segnalatore in modo che la presenza della tubazione sia ben indicata.

All'interno di ogni sottocampo i cavidotti interni saranno interrati e posizionati al di sotto della viabilità stradale in progetto.

Il tratto di cavidotto esterno alle aree dei sottocampi, invece, sarà unico e sarà posizionato al di sotto della viabilità stradale esistente. Per la posa, in particolare, è prevista la demolizione della pavimentazione impermeabile esistente e la sua integrale ricostruzione in seguito alle opportune



operazioni di scavo, posa del cavidotto e rinterro. Nell'elaborato "Sezioni tipo stradali, ferroviarie, idriche e simili" sono indicate in dettaglio le modalità di posa.

Lungo il tracciato del cavidotto, inoltre, saranno realizzati dei giunti unipolari a circa 500-800 m l'uno dall'altro. Il posizionamento esatto dei giunti sarà determinato in sede di progetto esecutivo in funzione delle interferenze al di sotto il piano di campagna e della possibilità di trasporto, ma certamente saranno realizzati all'interno di pozzetti denominati "buche giunti".

2.8 Pozzetti di ispezione

Dovranno essere posati in opera pozzetti di ispezione in calcestruzzo armato vibrato (necessari per l'infilaggio dei cavi) con un interasse di circa 200 m per i cavidotti interni e 5-800 m per il cavidotto esterno.

Essi dovranno essere confezionati con inerti selezionati di apposita granulometria e basso rapporto acqua-cemento e dovranno essere dotati di fori per il passaggio dei cavi; saranno posati su un letto di calcestruzzo magro.

I pozzetti dovranno essere carrabili, idonei a sopportare carichi stradali di 1° categoria, dotati di chiusino in ghisa e di dimensioni come da elaborati grafici di progetto.

2.9 Punto di consegna

Come descritto in precedenza, la scelta del collegamento dell'impianto al punto di consegna indicato deriva dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) che è stata presentata dalla Società proponente ed esplicitamente accettata da Terna spa.

Come prevede la STMG (codice pratica 201900123) sarà realizzato un collegamento in antenna su unico stallo a 150 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) a 150 kV da inserire in entra-esce sulla linea a 150 kV "Salandra CP – Grottole – Matera CP".

2.10 Impianto di terra

L'impianto di terra della cabina sarà realizzato con un anello perimetrale in corda di rame nudo e ai quattro vertici verranno posti dei picchetti in acciaio zincato di lunghezza 2 m completi di collare per il fissaggio della corda di rame. È opportuno che siano presi tutti i provvedimenti per limitare gli effetti della corrosione con particolare attenzione agli accoppiamenti di metalli diversi.

Il terreno di riempimento intorno al dispersore dovrà essere del tipo vegetale e non contenere materiale di risulta.

L'impianto di terra realizza il collegamento equipotenziale di tutte le parti metalliche. La sezione dei conduttori equipotenziali principali sarà maggiore o uguale a metà di quella del conduttore di protezione principale di sezione maggiore, con un minimo di 6 mm².

L'impianto di dispersione sarà costituito da dispersori a puntazza di acciaio zincato $l = 2$ m e da treccia di rame nuda $S = 50$ mm².

Andrà realizzato il collegamento a terra delle strutture metalliche.

Gli impianti di terra delle strutture prefabbricate sono tutti tra essi collegati e da questi alle strutture metalliche dell'impianto, anch'esse connesse a terra. Si crea, in tal modo, una unica maglia



equipotenziale comune a tutto l'impianto, tale da evitare l'insorgere di tensioni pericolose di passo e di contatto.

Al conduttore di protezione dell'impianto di terra andranno collegate tutte le masse metalliche che, per cedimento dell'isolamento, potrebbero assumere il potenziale dell'impianto (tubazioni, canaline, cassette e scatole metalliche, carcasse dei quadri elettrici).

Conoscendo la massima corrente di guasto a terra I_f e il tempo di eliminazione del guasto a terra t_f richiesti dall'ente distributore, e quindi il valore di contatto U_{tp} ammissibile in relazione al tempo di intervento delle protezioni (tabella C.3 della CEI 11-1), si può calcolare il massimo valore della resistenza di terra ammissibile.

Se la massima tensione di contatto rientra nei limiti $U_t \leq U_{tp}$ l'impianto di terra è considerato idoneo, altrimenti bisogna intervenire per riportare la tensione di contatto entro i limiti di sicurezza.

Se nei locali saranno presenti lavoratori subordinati anche solo stagionali si fa presente che si dovrà procedere alla verifica dell'impianto di terra e alla denuncia all'ISPESL e all'ASL/ARPA.



3 Opere di videosorveglianza ed illuminazione

3.1 Videosorveglianza

La videosorveglianza sarà costituita da telecamere che saranno puntate su tutto lo spazio a ridosso del perimetro dei sottocampi. Ogni telecamera sorveglierà circa 30 metri di spazio perimetrale e funzionerà giorno e notte.

Il sistema di telecamere includerà un videoregistratore digitale in grado di acquisire, processare, archiviare, riprodurre le immagini, sia localmente, grazie al display fornito, che da accesso remoto tramite il protocollo dati di Lan-Wan Tcp/Ip.

Le telecamere ad uso perimetrale saranno a colori del tipo night&day, da esterno IP66, con riscaldamento.

Utilizzando i pali dell'illuminazione perimetrali del campo è possibile evitare l'installazione di ulteriori pali e sfruttare, per il passaggio del cavo, la canalizzazione progettata per l'illuminazione.

Per l'infrastruttura fisica di collegamento delle telecamere si utilizzerà il cavo UTP, il quale consente, a differenza del coassiale, di fare tratte sino a 1000 metri senza attenuazione percepibile del segnale. Il risultato sarà una maggiore nitidezza delle immagini di giorno e di notte.

3.2 Impianto di illuminazione

BLOCCHI DI FONDAZIONE PER PALI

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- esecuzione della scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco in calcestruzzo dosato a 250 kg di cemento tipo 325 per metro cubo di impasto;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale accuratamente costipato.

PALI DI SOSTEGNO

Saranno impiegati pali rastremati o conici con braccio zincato avente sezione terminale del braccio del diametro di 60 mm a partire da sezione di base del diametro minimo 110 mm, da incassare nel terreno, spessore minimo 3,2 mm, comprensivo di fori per alloggiamento fusibili. Sono compresi il basamento di sostegno delle dimensioni di 70x70x100 cm per pali di altezza oltre i 6500 mm in conglomerato cementizio con classe di resistenza C25/30, lo scavo, la tubazione del diametro 300 mm per il fissaggio del palo, la sabbia di riempimento tra palo e tubazione, il collare in cemento, il ripristino del terreno, il pozzetto 30x30 cm ispezionabile, il chiusino in P.V.C. pesante carrabile o in lamiera zincata.

APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi dovranno essere rispondenti all'insieme delle norme:

- CEI 34-21 fascicolo n. 1034 Novembre 1987 e relative varianti;
- CEI 34-30 fascicolo n. 773 Luglio 1986 e relative varianti "proiettori per illuminazione";



- CEI 34-33 fascicolo n. 803 Dicembre 1986 e relative varianti "apparecchi per illuminazione stradale".

In ottemperanza alla Norma CEI 34-21 i componenti degli apparecchi di illuminazione dovranno essere cablati a cura del costruttore degli stessi, i quali pertanto dovranno essere forniti e dotati completi di lampade ed ausiliari elettrici rifasati. Detti componenti dovranno essere conformi alle Norme CEI di riferimento.

Gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione dovranno essere cablati con i componenti principali (lampade, alimentatori ed accenditori) della stessa casa costruttrice in modo da garantire la compatibilità tra i medesimi.

I riflettori per gli apparecchi di illuminazione destinati a contenere lampade a vapori di sodio ad alta pressione devono essere conformati in modo da evitare che le radiazioni riflesse si concentrino sul bruciatore della lampada in quantità tale da pregiudicarne la durata o il funzionamento.

Tali apparecchi devono essere provati secondo le prescrizioni della Norma CEI 34-24. Sugli apparecchi di illuminazione dovranno essere indicati in modo chiaro e indelebile, ed in posizione che siano visibili durante la manutenzione, i dati previsti dalla sezione 3 - Marcatura della Norma CEI 34-21.

Gli apparecchi dovranno inoltre essere forniti della seguente ulteriore documentazione:

- angolo di inclinazione rispetto al piano orizzontale a cui deve essere montato l'apparecchio in modo da soddisfare i requisiti di Legge. In genere l'inclinazione deve essere nulla (vetro di protezione parallelo al terreno);
- diagramma di illuminamento orizzontale (curve isolux) riferite a 1.000 lumen;
- diagramma del fattore di utilizzazione;
- classificazione dell'apparecchio agli effetti dell'abbagliamento con l'indicazione delle intensità luminose emesse rispettivamente a 90° (88°) ed a 80° rispetto alla verticale e la direzione dell'intensità luminosa massima (I max) sempre rispetto alla verticale.



4 Opere di completamento

4.1 Recinzioni e cancelli di ingresso

Con lo scopo di proteggere le attrezzature descritte in precedenza, si prevede la realizzazione di una recinzione perimetrale costituita da una maglia metallica costituita da acciaio zincato di diametro pari a 4 mm e sostenuta da pali (saldati alla rete) di tipo IPE 100 con un interasse di 3 m che verranno ancorati al terreno mediante un plinto in cls.

Per non ostacolare gli spostamenti della piccola fauna terrestre e il deflusso delle acque superficiali, tuttavia, è prevista la realizzazione di una luce libera tra il piano campagna e la parte inferiore della rete non inferiore a 7 cm.

Per ogni sottocampo, inoltre, si prevede la realizzazione di cancelli di ingresso mediante la posa di due pilastri in cls armato in grado di sostenere due battenti costituiti da tubolari in acciaio zincato e da una rete metallica in acciaio zincato.

4.2 Canali per la regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale

Sono previsti interventi di regimentazione delle acque di ruscellamento superficiale mediante la realizzazione di canalette longitudinali e trasversali in terra rivestite con geostuoie antierosive inerbite ancorate al terreno. Tali canali, a sezione trapezoidale, avranno sezioni utili comprese tra 40/120x40 e 90/270x90 cm.

Ad essi si aggiungono anche piccoli canali di drenaggio, sempre trapezoidali, delle dimensioni di 20/60x20 cm, disposti a file alterne rispetto alle strutture dei pannelli, finalizzati ad aumentare i tempi di percorrenza delle acque e, di conseguenza, a ridurre il rischio idrogeologico nell'area di intervento.

Per risolvere le problematiche connesse con le eventuali interferenze tra tali canali di drenaggio con le altre opere previste in progetto (per esempio le strade di progetto) è prevista la posa in opera di scatolari prefabbricati in cls con una sezione utile maggiore o uguale a quella dei canali corrispondenti.

4.3 Interventi di riequilibrio e reinserimento ambientale

Sono previsti interventi di mitigazione dell'impatto paesaggistico e ambientale costituiti, in particolare, dalle seguenti tre tipologie di interventi:

- una siepe perimetrale ad unico filare di spessore variabile ma non inferiore a 50 cm costituita da essenze autoctone (tra cui, a titolo esemplificativo, quelle elencate nel seguito, cfr. tab. seguente) a portamento arbustivo;
- una serie di aree esterne alla viabilità perimetrale caratterizzate dalla piantumazione di essenze autoctone (cfr. tab. seguente) a portamento arboreo e arbustivo; tali aree presentano una dimensione più importante in corrispondenza dei lati visibili sia dalle strade principali che da eventuali beni monumentali o punti panoramici;
- una serie di aree interne alla viabilità perimetrale caratterizzate dalla piantumazione di specie erbacee autoctone (cfr. tab. seguente).



Specie	Caratteristiche
Specie arboree	
Quercus pubescens Roverella Fam. FAGACEAE	Albero che può raggiungere i 25 m di altezza o si può ritrovare con portamento cespuglioso; rustico, resistente all'aridità, colonizza le pendici può soleggiate, anche calcaree, con apparato radicale molto sviluppato e particolarmente robusto;
Carpinus orientalis carpinella Fam. BETULACEAE	Pianta legnosa che può assumere portamento cespuglioso o arboreo; si ritrova in boschi bassi, boscaglie, siepi, insieme alle essenze del genere Quercus e altre specie arbustive mediterranee; temperamento termo-xerofilo, molto frugale, predilige suoli calcarei.
Fraxinus ornus Orniello Fam. OLEACEAE	Pianta legnosa che può assumere portamento cespuglioso o arboreo, a chioma tondeggiante, con apparato radicale profondo, fittone robusto e radici laterali sviluppate, predilige suoli poco evoluti. Utile per interventi di consolidamento, anche in virtù della capacità di emettere radici avventizie.
Specie arbustive	
Spartium junceum Ginestra comune Fam. FABACEAE	Specie spontanea in tutta l'area del Mediterraneo, tipica della macchia mediterranea e degli arbusteti termofili della fascia basale. Si tratta di una specie arbustiva dotata di radici abbastanza profonde, fibrose, resistenti ed ancoranti. Temperamento eliofilo, che si moltiplica facilmente per talea. Utilizzata anche per il consolidamento di versanti, miglioratrice della fertilità del suolo.
Cytisus scoparius Ginestra dei carbonai Fam. FABACEAE	Altra specie tipica della macchia mediterranea, diffusa anche nel sottobosco di querceti termofili del piano collinare. È una specie pioniera, in grado di colonizzare radure e luoghi a mezz'ombra, i boschi di collina, su suoli percorsi dal fuoco, preferibilmente su terreni silicei. Si tratta, inoltre, di una specie utilizzata in interventi di ingegneria naturalistica, miglioratrice della fertilità del suolo.
Coronilla emerus Cornetta dondolina Fam. FABACEAE	Specie arbustiva sempreverde originaria della fascia mediterranea, nell'ambito della quale è tipica della vegetazione di macchia, ma anche in querceti termofili. Si tratta di una specie rustica, adatta al consolidamento di versanti, anche perché miglioratrice delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo. Può avere portamento prostrato.
Calicotome spinosa Sparzio spinoso Fam. FABACEAE (Leguminose)	Arbusto spinoso, molto ramificato, tipico di macchie fitte ed impenetrabili. Protegge il suolo dall'erosione, migliorandone le caratteristiche favorendo l'accumulo di sostanza organica.
Chamaecytisus hirsutus Citiso peloso Fam. FABACEAE	Pianta perenne dal fusto legnoso, con rami erbacei ascendenti e villosi, alta sino a 50 cm. Predilige diverse tipologie di ambiente e può vegetare sin a 1.500 m. s.l.m.
Ligustrum vulgare Ligustro Fam. OLEACEAE	Arbusto caducifoglio con forte apparato radicale, rizomatoso e pollonifero. Si tratta di una specie eliofila, diffusa nell'orizzonte submediterraneo in boscaglie e boschi radi caducifogli. Si propaga anche per talea.
Pistacia lentiscus Nome comune: Lentisco Famiglia: ANARCADIACEAE	Arbusto sempreverde sclerofillo, caratteristico dell'oleo-lentiscetum, coincidente con la fascia termo mediterranea. Si trova anche nella fascia meso mediterranea. Sembra una delle sclerofille più resistenti al gelo (Larcher, 1981), pertanto l'aumento di vigore in senso caldo è da attribuirsi alla necessità di fotosintesi invernale. Indifferente alla natura del substrato e della roccia madre sottostante, si adatta a terreni poveri e sciolti, lettiera ricca



Specie	Caratteristiche
	di azoto, pertanto è considerata miglioratrice del terreno. Eliofilo, ma tollera l'ombra. Poco infiammabile, però incendi ripetuti ne determinano la scomparsa. Utile in piccole sistemazioni per la rapidità nel ripristino della copertura vegetale del suolo denudato. Ha grande variabilità ecofisiologica e capacità di adattamento a condizioni avverse. Si propaga difficilmente per talea. Il metodo più semplice di propagazione vegetativa rimane attualmente l'impianto dei polloni radicati. Produce molto seme con capacità di germinazione alta, pertanto le piantine sono ottenute da seme. Accrescimento lento e allevamento in contenitore o in pane di terra. Non necessita di apporti idrici se non nei primi tempi dopo l'impianto e nei mesi estivi. Resiste all'aridità e rimane verde anche nel periodo di quiescenza vegetativa estiva. Grande capacità di ricaccio dalla ceppaia, soprattutto dopo incendi. Abbondante nell'area di interesse.
<i>Pyrus pyraster</i> Pero selvatico Fam. ROSACEAE	Specie arbustiva decidua, che può assumere anche il portamento da albero; predilige climi temperati e rifugge i forti freddi, vegeta fino a 1.400 m. s.l.m. I suoi frutti sono commestibili a maturazione. Tipico componente delle boscaglie sopramediterranee, diffuso anche negli agro-ecosistemi.
<i>Crataegus monogyna</i> Biancospino Fam. ROSACEAE	Fanerofita cespugliosa, con radice fascicolata. Specie presente in boschi xerofili, siepi, boscaglie, cespuglieti, macchie, margine di boschi e pendii erbosi, dal litorale marino alla montagna fino a 1600 m. Si adatta a differenti zone climatiche e diversi tipi di terreno.
<i>Prunus spinosa</i> Pruno selvatico Fam. ROSACEAE	Pianta legnosa a portamento cespuglioso, caducifoglia, molto spinosa. Specie eliofila, pioniera, che s'insedia facilmente su terreni abbandonati, rustica, adatta a terreni poveri, sassosi. Cresce ai limiti del bosco e nei cespuglieti, lungo scarpate ed incolti soleggiati, in cui forma macchie impenetrabili fornendo protezione ad altre specie vegetali ed alla fauna.
<i>Rubus ulmifolius</i> Rovo comune Fam. ROSACEAE	Pianta arbustiva perenne, sempreverde, sarmentosa, avente una grossa radice legnosa pollonifera da cui si dipartono lunghi turioni. Specie che vegeta su terreni incolti, lungo sentieri, boschi ripariali, macerie da 0 a 1400 m di altitudine. Utilizzata in interventi di ripristino ambientale, sfruttando anche la capacità di propagazione per via vegetativa.
<i>Rosa sempervirens</i> Nome comune: Rosa di San Giovanni Famiglia: ROSACEAE	Pianta rampicante, sempreverde, cresce in macchie e boschi radi. Si propaga facilmente per talea ed è impiegata utilmente per sistemazione di versanti in ambiente mediterraneo.
<i>Clematis vitalba</i> Vitalba Fam. RANUNCULACEAE	Pianta perenne, rampicante e vigorosa, con fusto a midollo pieno, lianoso, legnoso, che può raggiungere anche i 15 m di lunghezza, dalla caratteristica corteccia fibrosa e distaccata. Diffusa nelle nostre regioni in ambienti sieposi, muretti abbandonati, in luoghi selvatici, al margine di fiumi e di canali, specie dei boschi caducifogli e delle macchie a tipo temperato. Si adatta alla maggior parte dei suoli, un tempo abbondantissima, ora sembra in regresso a seguito alla scomparsa di siepi e di arbusteti, ma ha la capacità di ricolonizzarsi repentinamente. Sino a 1300 m.
<i>Laurus nobilis</i> Alloro Fam. LAURACEAE	Piccolo albero o arbusto poco longevo. Sempreverde, ha chioma piramidale folta e densa; tronco eretto, liscio, spesso sinuoso e fortemente ramificato. Entità mediterranea in senso stretto (con areale limitato alle coste mediterranee: area dell'Olivio). Pare sia stato introdotto in Italia, in tempi remotissimi, dall'Asia Minore, oggi è una delle piante caratteristiche della macchia mediterranea. Utilizzabile per la formazione di siepi.
Specie erbacee	
<i>Hedysarum coronarium</i> Lupinella selvatica Famiglia: FABACEAE (Leguminose)	In Italia coltivata in avvicendamento con cereali. Radice fittonante, con capacità di penetrare e crescere anche nei terreni argillosi e di pessima struttura (ad esempio le argille plioceniche). Resistente alla siccità, ma non al



Specie	Caratteristiche
	freddo. Si adatta meglio di qualsiasi altra leguminosa alle argille calcaree o sodiche, fortemente colloidali e instabili, che col suo grosso e potente fittone riesce a bonificare in maniera insuperabile, rendendole atte ad ospitare specie più esigenti. È perciò pianta preziosissima per bonificare e stabilizzare le argille plioceniche. Miglioratrice anche della fertilità perché azotofissatrice. Anche su conoidi limosi abbastanza freschi.
<i>Medicago sativa</i> Erba medica Fam. FABACEAE (Leguminose)	Specie erbacea perenne con apparato radicale fittonante e portamento cespitoso. Presenta una spiccata capacità di rigenerazione per via vegetativa, una moderata resistenza al freddo ed una grande resistenza al caldo ed alla siccità.
<i>Trifolium campestre</i> Trifoglio campestre Fam. FABACEAE (Leguminose)	Diffuso nelle stazioni aride dell'ambiente mediterraneo, spesso ai margini di terreni coltivati. È una specie miglioratrice della fertilità del terreno.
<i>Vicia hybrida</i> Veccia pelosa Fam. FABACEAE (Leguminose)	Pianta erbacea spontanea in ambienti rurali, incolti, spesso infestante di seminativi, dal portamento strisciante a fusto semplice o ramificato alla base. Miglioratrice del terreno.
<i>Melilotus officinalis</i> Meliloto Fam. FABACEAE (Leguminose)	Pianta erbacea annuale o biennale, con radice a fittone e fusti semplici o ramificati.
<i>Elytrigia repens</i> Gramigna comune Fam. POACEAE (Graminacee)	Specie erbacea perenne, molto comune, con apparato radicale stolonifero. Vegeta in ambienti ruderali, campi, coltivi, incolti.
<i>Cynodon dactylon</i> Erba canina Fam. POACEAE (Graminacee)	Pianta molto competitiva, con apparato radicale esteso, che può arrivare fino a 2m di profondità. Viene utilizzata per tappeti erbosi con clima caldo, grazie alla sua capacità di colonizzare qualsiasi porzione di terreno nudo e formare densi grovigli.
<i>Dactylis hispanica</i> Erba mazzolina mediterranea Fam. POACEAE (Graminacee)	Specie perenne, con apparato radicale fascicolato. Resistente all'aridità estiva, adatta su substrati argillosi carbonatici.
<i>Festuca arundinacea</i> Festuca falascona Fam. POACEAE (Graminacee)	Specie estremamente rustica, resistente al freddo, alla siccità ed a qualsiasi tipo di terreno.
<i>Cymbopogon hirtus</i> Barboncino del Mediterraneo Famiglia: POACEAE (Graminacee)	Specie erbacea dal portamento cespuglioso, perenne, tipica delle regioni temperate calde e tropicali, lungo i litorali. Cresce in ambienti di prateria mediterranea e gariga.