

**REGIONE
FRIULI - VENEZIA GIULIA**

COMUNE DI MARTIGNACCO (UD)

ATLAS SOLAR 2 s.r.l.
Via Cino Del Duca, 5
20122 MILANO (MI)
P.IVA 03045640301

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO CON FOTOVOLTAICO AD INSEGUITORI MONOASSIALI
PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, COMPRESIVO DI
IMPIANTO AGRICOLO CON ANNESSO APIARIO, SITO NEL COMUNE DI
MARTIGNACCO (UD), FORMATO DA DUE SEZIONI CIASCUNO PER UNA
POTENZA NOMINALE MASSIMA DI 9006 KW E POTENZA IN A.C. DI 8250
KW, ALLA TENSIONE RETE DI 20 KV E DELLE RELATIVE OPERE DI RETE
RICADENTI NEI COMUNI DI MARTIGNACCO (UD) E FAGAGNA (UD)**

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

ELABORATO

RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO

DATA: 25/11/2021

SCALA : -

aggiornamento :

PROGETTISTI
Ing. Nicola ROSELLI
DEGLI INGEGNERI
DI CAMPOBASSO
ROCCO SALOME
N. 1387

CONSULENZE E COLLABORAZIONI

Arch. Giuseppina DI DONATO
Dott. Massimo MACCHIAROLA
Ing. Elvio MURETTA
Archeol. Gerardo Fratanni
Geol. Davide SERAVALLI
Per. Ind. Alessandro CORTI

 **ATLAS RE**

Energy for the Future

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

revisione	descrizione	data	DOC R08
A	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	
B			
C			





Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)

Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.



Studio di Ingegneria

A.01.A PREMESSA.....	2
A.01.B TERMINI E DEFINIZIONI.....	5
A.01.C SOLUZIONE PROGETTUALE ILLUMINOTECNICA.....	6
A.01.D CONCLUSIONI.....	10

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

A.01.A PREMESSA

L'impianto agrivoltaico è costituito da due sottocampi denominati "Martignacco 1" e Martignacco 2" e sorgeranno nella Regione Friuli Venezia Giulia, Comune di Martignacco (Provincia di Udine); saranno allacciati alla rete MT di e-distribuzione nazionale tramite realizzazione di due nuove cabine di consegna collegate in antenna da cabina primaria AT/MT FAGAGNA, il tutto secondo i preventivi di connessione aventi codice di rintracciabilità n. 298304077 e n. 298287522, trasmessi da e-distribuzione e allegati al progetto. Le opere necessarie alla realizzazione della connessione riguardano la costruzione di due linee elettriche di media tensione (20 KV) in cavo interrato elicordato ad elica, atta al collegamento di nuove due cabine di consegna (ciascuna costituita da un blocco prefabbricato), ubicate nel Comune Martignacco (UD) al foglio di mappa n. 22, particella n. 15.

Gli impianti fotovoltaici avranno potenze rispettivamente di:

- Martignacco 1 potenza massima di picco 9006 kW e potenza nominale in uscita dagli apparati di conversione (AC) pari a 8250 kW;
- Martignacco 2 potenza massima di picco 9006 kW e potenza nominale in uscita dagli apparati di conversione (AC) pari a 8250 kW;

L'estensione complessiva sarà pari a circa 34,5 ha e la superficie interessata solo dall'intervento sarà di circa 24 ha.

Il progetto tiene in considerazione le problematiche inerenti al risparmio energetico ed all'inquinamento luminoso, come previsto dalla Legge Regione Friuli Venezia Giulia del 18 giugno 2007 n. 15 in tema di "Misure urgenti in tema contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici".

La diffusione dell'illuminazione pubblica ha aumentato notevolmente la quantità di luce che si propaga verso l'alto e di conseguenza sono aumentate in proporzione anche le problematiche relative all'inquinamento luminoso.

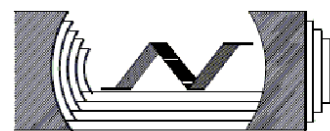
A quest'ultimo, con la crisi energetica si è associato il problema del risparmio energetico.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	2	10



Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)

Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.



Studio di Ingegneria

L'intero progetto pone attenzione alla riduzione delle emissioni inquinanti, cimentandosi in questa materia che, tuttavia si presenta complessa poiché agli aspetti normativi della Legge predetta, si accompagnano problemi di carattere tecnico, progettuale, di realizzazione e manutenzione degli impianti di illuminazione esterna ritenuti i maggiori responsabili dell'inquinamento luminoso.

È proprio sulla progettazione di questi impianti che ci si è concentrati al fine di affrontare e cercar di ridurre il problema dell'inquinamento luminoso.

Da un punto di vista normativo, ci si riferisce alla normativa specifica emanata dalla Regione Friuli Venezia Giulia Legge Regionale 18 giugno 2007, n.15: "Misure urgenti in tema contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici".

In generale, le principali finalità della normativa vigente contro la dispersione di luce artificiale verso l'alto sono le seguenti:

- 1) riduzione dell'inquinamento luminoso e ottico;
- 2) protezione dall'inquinamento luminoso dell'attività di ricerca scientifica e divulgativa svolta dagli osservatori astronomici;
- 3) protezione dall'inquinamento luminoso dell'ambiente naturale inteso anche come territorio, dei ritmi naturali delle specie animali e vegetali, nonché degli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette;
- 4) salvaguardia del cielo notturno per tutta la popolazione.

Per completezza, si riportano sinteticamente i passi tratti dall' articolo 8 della Legge Regionale 18 giugno 2007, n.15:

“art. 8. - Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna -

Comma 1.... dalla data di entrata in vigore della presente legge, tutti gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata, in fase di progettazione o di appalto, sono eseguiti a norma antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico. Per quelli in fase di esecuzione è prevista la sola obbligatorietà di sistemi non disperdenti luce verso l'alto, fatto salvo l'adeguamento entro i quattro anni successivi, secondo i criteri di cui al presente articolo.

Comma 2. Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	3	10



	<p align="center">Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p align="center">Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p align="center">Studio di Ingegneria</p>
---	--	---

impianti che contemporaneamente siano:

- a)** *costituiti da apparecchi illuminanti, aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre, con un rendimento di almeno il 55 per cento;*
- b)** *equipaggiati di lampade al sodio ad alta e bassa pressione, ovvero di lampade con almeno analoga efficienza in relazione allo stato della tecnologia e dell'applicazione e una temperatura di colore massima pari a 4000 K;*
- c)** *realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalla CEN/TR 13201-1, o, in assenza di norme di sicurezza specifiche, non superino 1 cd/mq; i valori minimi di sicurezza possono venire superati con una tolleranza del 15 per cento;*
- d)** *provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventitre nel periodo di ora solare ed entro le ore ventiquattro nel periodo di ora legale, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al 30 per cento rispetto al pieno regime di operatività; la riduzione non va applicata solo qualora le condizioni d'uso della superficie illuminata siano tali che la sicurezza ne venga compromessa; la riduzione di luminanza in funzione dei livelli di traffico è obbligatoria per i nuovi impianti d'illuminazione stradale.*

Comma 6. *Fari, torri-faro e riflettori illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali e grandi aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non irradiare oltre 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre. Sono da privilegiare gli apparecchi d'illuminazione con proiettori di tipo asimmetrico.....”*

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	4	10

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

A.01.B TERMINI E DEFINIZIONI.

Flusso Luminoso: È la quantità di energia luminosa emessa nello spazio da una sorgente per unità di tempo; il flusso è identificato dal simbolo F e la sua unità di misura è il lumen (lm).

Intensità luminosa: È la quantità di luce (I) emessa da una sorgente puntiforme che si propaga in una determinata direzione. Tale intensità viene definita come il quoziente del flusso F emesso in una certa direzione in un cono di angolo solido unitario w da cui $I = dF / dw$, e la sua unità di misura è la candela (cd).

Temperatura di colore: E' la mescolanza in giusta misura di diversi colori, viene misurata in gradi Kelvin ed è fondamentale per la scelta e l'installazione degli apparecchi illuminanti.

Illuminamento: E' il numero con cui si procede con la progettazione illuminotecnica; con questo numero è possibile valutare la quantità di luce che emessa da una sorgente è presente su una superficie, in pratica è quello che ci permette di vedere più o meno bene in ambiente notturno, ed è pari al rapporto tra il flusso luminoso incidente ortogonalmente su una superficie e l'area della superficie che riceve il flusso; l'unità di misura è il lux (lx) in pratica lumen su metro quadro.



Luminanza: Quando la sorgente luminosa non è puntiforme bisogna introdurre il concetto che valuti la quantità di energia luminosa emessa da una superficie che emetta luce propria o che la rifletta. La grandezza fotometrica così introdotta è la Luminanza (L) e la sua unità di misura è la candela su metro quadro (cd/mq), la relazione fondamentale è data da

$$L = dI/dA \times \cos\varphi$$

dove A è l'area della sorgente diretta/indiretta e $\cos\varphi$ è il coseno dell'angolo compreso tra l'occhio dell'osservatore e la retta perpendicolare alla superficie della sorgente.

Resa cromatica: La resa dei colori o resa cromatica è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati dalle nostre sorgenti: l'indice Ra che si trova nei cataloghi delle lampade più è elevato e più la resa cromatica è elevata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	5	10

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

A.01.C SOLUZIONE PROGETTUALE ILLUMINOTECNICA.

Alla luce di quanto detto in premessa e di quanto previsto dalle leggi e norme in materia di illuminazione e riduzione dell'inquinamento luminoso, il progetto si prefigge di perseguire le seguenti finalità:

- ridurre l'inquinamento luminoso ed i consumi energetici da esso derivanti;
- aumentare la sicurezza;
- evitare abbagliamenti;
- realizzare impianti ad alta efficienza favorendo il risparmio energetico;
- ottimizzare gli oneri di gestione e quelli di manutenzione;
- uniformare le tipologie d'installazione.

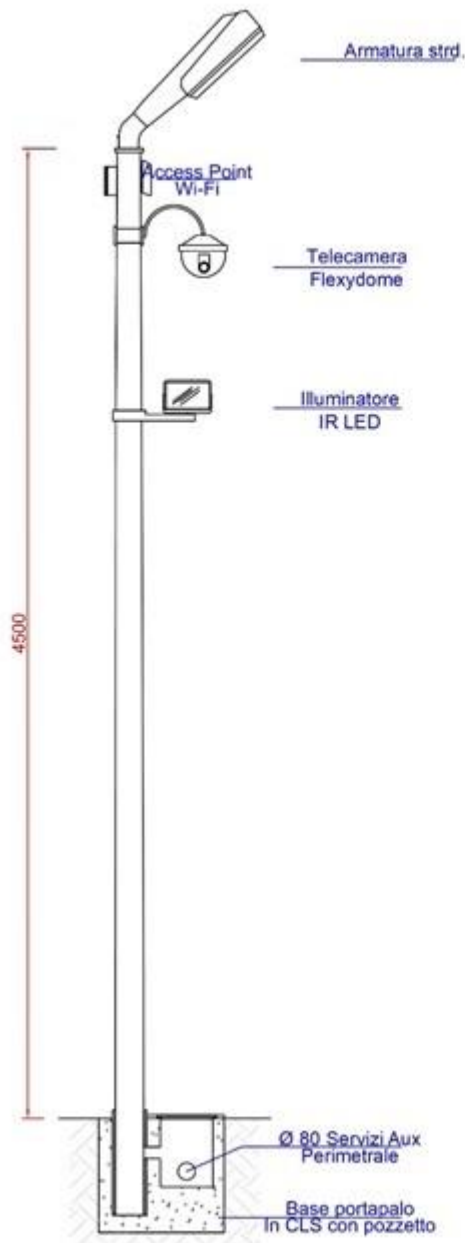
Qualsiasi intervento relativo agli impianti esterni di illuminazione è imposto dalle prescrizioni di cui alla L.R. 15/2007, per l'ottenimento dei seguenti risultati:

- Corpi illuminanti in grado di non avere emissioni del flusso luminoso verso l'alto;
- Lampade in grado di fornire una elevata efficienza luminosa ed una emissione che non disturba gli osservatori astronomici.
- Quadri elettrici per la parzializzazione del flusso luminoso, con riduzione almeno del 30% dei livelli di illuminazione entro le ore 24.

Le sorgenti luminose devono avere caratteristiche tali da ridurre sia l'inquinamento luminoso che il consumo energetico, sempre nel rispetto dei requisiti illuminotecnici.

Nel progetto in oggetto si è scelto di utilizzare corpi illuminanti con tecnologia a LED montati su pali in acciaio dell'altezza, fuori terra, di ml 4,50. Si è scelto di adottare lampade con intensità luminosa bassa per ridurre gli effetti luminosi nell'ambiente circostante.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	6	10





SCHEMA ILLUMINAZIONE

Particolare costruttivo pali perimetrali impianti speciali antintrusione e impianto di illuminazione:

- Palo rastremato Hft 4500 mm spessore 4 mm
- Armatura stradale IP67 LED fascio largo
- Access Point WI-FI
- Box connessioni IP67 in Silumin LxHxP 250x190x90
- Telecamera Flexydome HD I.V.A
- Illuminatore I.R. Led
- Base portapalo con pozzetto 200x200x200 in CLS

Particolare palo d'illuminazione del campo fotovoltaico e sistema videosorveglianza

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	7	10

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

In fase progettuale si è stabilito, inoltre, che l'impianto in oggetto rimane completamente spento durante tutte le ore della giornata ed entrerà in funzione solo in occasione delle opere di manutenzione oppure nel caso di fenomeni d'intrusione dall'esterno da parte di soggetti non autorizzati, il tutto connesso con l'impianto d'antintrusione.



La tecnologia a LED prevede una struttura semplice e robusta composta da piccoli microchip che si inseriscono facilmente in un circuito elettrico. Al contrario delle normali lampade incandescenti, non hanno un filamento che si illumina e quindi producono pochissimo calore. Sono illuminati esclusivamente dal movimento di elettroni in un materiale semiconduttore.

I principali componenti sono:

- chip montato su un supporto riflettore
- un catodo (-) ed un anodo (+)
- un cavo di connessione fra l'anodo ed il catodo
- una lente epossidica per proteggere il diodo e indirizzare il raggio di luce

Le lampade a LED illuminano grazie a diodi ad emissione di luce, da sempre vengono utilizzati come luci spia. I LED sono un particolare tipo di diodi a giunzione p-n, formati da un sottile strato di materiale semiconduttore drogato. Gli elettroni e le lacune vengono iniettati in una zona di ricombinazione attraverso due regioni del diodo drogate con impurità di tipo diverso, e cioè di tipo n per gli elettroni e p per le lacune. Quando sono sottoposti ad una tensione diretta per ridurre la barriera di potenziale della giunzione, gli elettroni della banda di conduzione del semiconduttore si ricombinano con le lacune della banda di valenza rilasciando energia sufficiente sotto forma di fotoni. A causa dello spessore ridotto del chip un ragionevole numero di questi fotoni può abbandonarlo ed essere emesso come luce ovvero fotoni ottici. Può essere visto quindi anche come un trasduttore elettro-ottico. Il colore o frequenza della radiazione emessa è definito dalla distanza in energia tra i livelli energetici di elettroni e lacune e corrisponde tipicamente al valore della banda proibita del semiconduttore in questione. L'esatta scelta dei semiconduttori determina dunque la lunghezza d'onda dell'emissione di picco dei fotoni, l'efficienza nella conversione elettro-ottica e quindi l'intensità luminosa in uscita. I LED possono

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	8	10

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

essere formati da GaAs (arseniuro di gallio), GaP (fosfuro di gallio), GaAsP (fosfuro arseniuro di gallio), SiC (carburo di silicio) e GaInN (nitruro di gallio e indio). Grazie alla loro natura fondamentale diversa dalle lampadine tradizionali, esse possono essere realizzate in maniera sicura ed efficiente, tanto da poterle eventualmente lasciare accese tutta la notte.

La ricerca tecnologica ha permesso il raggiungimento di 161 lm / W per LED ad alta potenza. La durata di un LED è fortemente influenzata dalla temperatura interna dell'apparecchio di illuminazione.



Affermazioni sulla durata sono particolarmente attendibili dopo aver determinato l'influenza termica.

LED sovraccaricati termicamente hanno maggiore probabilità di malfunzionamento e minore durata pertanto, poiché si tratta dell'illuminazione di un impianto privato che non necessita di illuminazione continua come la viabilità pubblica, si prevede un sistema dotato di sensori di presenza.

L'utilizzo di nuovi corpi illuminanti con tecnologia LED genera, come diretta conseguenza positiva, un risparmio dell'energia utilizzata a fini di illuminare l'ambiente servito (riduzione dei consumi pari a circa il 60% rispetto alla tecnologia tradizionale come lampade di tipo alogene).

La realizzazione di un impianto di illuminazione con tecnologia LED comporterà un sensibile risparmio dei vettori energetici dovuti ai ridotti consumi. Infatti a parità di ore di funzionamento e di livello di illuminamento la quota energetica assorbita risulta pressoché dimezzata.

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	9	10

	<p>Impianto agrivoltaico con fotovoltaico a terra del tipo a inseguimento solare da ubicare nel Comune di Martignacco (Provincia di Udine)</p> <p>Ditta Proponente: ATLAS SOLAR 2 s.r.l.</p>	 <p>Studio di Ingegneria</p>
---	--	--

A.01.D CONCLUSIONI.

Nel rispetto del regolamento di attuazione della legge Regionale si prevede di installare lungo il perimetro del parco fotovoltaico, per questioni di sicurezza e protezione, un impianto di illuminazione perimetrale full cut-off certificato realizzato con palo conico in acciaio h. 4,50 m e n. 1 lampade a basso consumo energetico ossia led (resa cromatica Ra < 65 e efficienza > ai 90 lm/w - 4500K) con rilevatore di presenza.

Il sistema sarà normalmente spento e si accenderà in caso di manutenzione notturna; verrà così ridotto al minimo l'inquinamento luminoso prodotto dall'impianto.

Per approfondimenti sulle caratteristiche tecniche e sull'ubicazione dei corpi illuminanti si rimanda alle tavole progettuali allegate (caratteristiche tecniche descritte puntualmente nella voce di elenco prezzi e tratta dal prezzario Ufficiale della Regione Friuli Venezia Giulia – anno 2019).

SIGLA	REV	DESCRIZIONE	Data	Pag.	TOT.
R08	0	RELAZIONE INQUINAMENTO LUMINOSO	25/11/2021	10	10