

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE (IMPIANTO FOTOVOLTAICO), DELLA POTENZA DI PICCO TOTALE PARI A 24,99 MWp E POTENZA NOMINALE IN IMMISSIONE PARI A 24,0 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA DI PROPRIETA' DI E-DISTRIBUZIONE SPA.

Sezione:

SEZIONE 6 - STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Titolo elaborato:

RELAZIONE EMISSIONI PULVERULENTE

*n. Elaborato: 6.4
rev. 02*

*Scala: -----
data: Novembre 2024*

Committente:

NEOEN

NEOEN RENEWABLES ITALIA S.R.L.
Sede legale: Via Giuseppe Rovani n. 7
20123 MILANO (MI)
P.IVA: 11953710966
PEC: neoenrenewablesitalia@pecplus.it

Progettazione:

**LUMI
STUDIO**

Dott. Arch. Donato Orlando Cera
Ordine degli Architetti della Provincia di Milano n. 16906
PEC: cera.16906@aomilano.it



Sommario

| | |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. PREMESSA..... | 3 |
| 2. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA IN FASE DI CANTIERE..... | 3 |
| 3. EMISSIONI DAI MOTORI DEI MEZZI DI COSTRUZIONE | 4 |
| 4. FORMAZIONE E STOCCAGGIO DI CUMULI (FASE DI ESCAVAZIONE) | 5 |
| 5. TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE | 7 |
| 6. EMISSIONI POLVERULENTE | 8 |
| 7. CONCLUSIONI | 11 |

1. PREMESSA

La presente relazione ha come obiettivo la quantificazione delle emissioni gassose in atmosfera a seguito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

In fase di esercizio le emissioni gassose sono nulle, dovute esclusivamente ai mezzi utilizzati per le attività di manutenzione ordinaria e/o straordinaria; quindi, si possono ritenere del tutto trascurabili.

La quantificazione delle emissioni gassose verrà quindi eseguita esclusivamente per quanto riguarda la fase di cantiere durante la costruzione dell'impianto fotovoltaico.

Analoghe valutazioni valgono anche per la fase di dismissione, qui non considerata.

2. VALUTAZIONE DELLE EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA IN FASE DI CANTIERE

La seguente valutazione è stata fatta in via preliminare prendendo in esame solo le fasi più critiche durante la costruzione dell'impianto fotovoltaico.

L'impatto prodotto dal progetto sulla componente aria riguarderà essenzialmente l'emissione di sostanze gassose dovute alle macchine operatrici e la dispersione di polveri dovute al traffico veicolare dei mezzi sulle piste interrate, esclusivamente in fase di cantiere (costruzione e dismissione).

Ai fini della quantificazione delle emissioni in fase di cantiere, sono stati considerati principalmente i seguenti fattori:

- i motori dei mezzi di lavoro (emissione di CO, NOX, SOV, polveri) – fattori di emissione SCAB Fleet Average Emission Factors del 2019;
- il movimento di terra (sollevamento polveri) – metodologia AP-42 della US-EPA (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling and Storage Piles);
- il moto dei mezzi di lavoro (sollevamento polveri) – Metodologia AP-42 della US-EPA (capitolo Unpaved Roads);

L'emissione di SO₂ è da ritenersi assolutamente trascurabile dal momento che i fattori di emissione generalmente utilizzati per il calcolo delle emissioni dei mezzi di costruzione si basano su valori caratteristici di combustibili a basso contenuto di zolfo (i fattori di emissione utilizzati per il calcolo delle emissioni di NO_x sono generalmente di due ordini di grandezza superiori rispetto a quelli caratterizzanti le emissioni di SO₂).

3. EMISSIONI DAI MOTORI DEI MEZZI DI COSTRUZIONE

Per la valutazione delle emissioni indotte dai motori dei mezzi di lavoro sono state considerate le operazioni di movimento terra e quelle inerenti ai lavori civili.

In Tabella 1 vengono riportati, per i vari mezzi presenti in cantiere, i fattori di emissione SCAB Fleet Average Emission Factors dei mezzi di costruzione relativi all'anno 2022 (riparametrati ai valori corrispondenti all'unità di misura kg/h).

| MACCHINARI COINVOLTI | CO (kg/h) | NO _x (kg/h) | SO _x (kg/h) | PM (kg/h) | CO ₂ (kg/h) | SCAB Fleet Average Emission Factors (Diesel) Tabella anno 2022 |
|--------------------------------|-----------|------------------------|------------------------|-----------|------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| bobcat 25 q.li | 0,0903 | 0,0704 | 0,0001 | 0,0013 | 11,5752 | Skid steer loader 50 HP |
| Escavatore 50 q.li | 0,1089 | 0,0793 | 0,0001 | 0,0026 | 11,3477 | Excavator 50 HP |
| Autocarro | 0,3419 | 0,1589 | 0,0006 | 0,0080 | 56,7386 | Off-highwayTruck 175 HP |
| Autocarro gru | 0,4747 | 0,3248 | 0,0009 | 0,0174 | 80,3000 | Crane 175 HP |
| Escavatore 150 q.li | 0,2249 | 0,1443 | 0,0004 | 0,0067 | 33,3947 | Excavator 120 HP |
| Mezzo di sollevamento off road | 0,4122 | 0,2827 | 0,0007 | 0,0144 | 62,4000 | Rough terrain forklift 120 HP |

Tabella 1

In Tabella 2 vengono riportati, la tipologia di mezzi di cantiere, il numero di tali mezzi e il numero di ore giornaliere di impiego per ogni fase di cantiere.

Applicando i fattori di emissione SCAB Fleet Average Emission Factors dei mezzi di costruzione sopra riportati, tenendo conto del numero di mezzi impiegati e del numero di ore di lavoro giornaliere di ciascuno di essi, si ottengono le emissioni giornaliere in kg riportate sempre in Tabella 2.

Il numero di ore di funzionamento e il numero di mezzi è stato opportunamente valutato in modo da rappresentare uno scenario emissivo realistico.

| FASE DI CANTIERE | MACCHINARI COINVOLTI | NUMERO | ORE | CO (kg/giorno) | Nox (kg/giorno) | Sox (kg/giorno) | PM (kg/giorno) | CO2 (kg/giorno) |
|----------------------------|-----------------------|--------|-----|-------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| SISTEMAZIONI INTERNE | bobcat | 1 | 4 | 0,3612 | 0,2816 | 0,0004 | 0,0052 | 46,3008 |
| | Escavatore 50 q.li | 1 | 4 | 0,4356 | 0,3172 | 0,0004 | 0,0104 | 45,3908 |
| | Autocarro | 1 | 4 | 1,3676 | 0,6356 | 0,0024 | 0,0320 | 226,9544 |
| | | | | 2,1644 | 1,2344 | 0,0032 | 0,0476 | 318,6460 |
| POSA CABINE PREFABBRICATE | Escavatore 50 q.li | 1 | 4 | 0,4356 | 0,3172 | 0,0004 | 0,0104 | 45,3908 |
| | Autocarro gru | 1 | 4 | 1,8988 | 1,2992 | 0,0036 | 0,0696 | 321,2000 |
| | | | | 2,3344 | 1,6164 | 0,0040 | 0,0800 | 366,5908 |
| REALIZZAZIONE CAVIDOTTI | Escavatore 50 q.li | 1 | 6 | 0,6534 | 0,4758 | 0,0006 | 0,0156 | 68,0862 |
| | | | | | | | | |
| | | | | 0,6534 | 0,4758 | 0,0006 | 0,0156 | 68,0862 |
| POSA PALI STRUTTURA MODULI | Mezzo di sollevamento | 1 | 2 | 0,8244 | 0,5654 | 0,0014 | 0,0288 | 124,8000 |
| | Escavatore 150 | 1 | 6 | 1,3494 | 0,8658 | 0,0024 | 0,0402 | 200,3682 |
| | Autocarro gru | 1 | 4 | 1,8988 | 1,2992 | 0,0036 | 0,0696 | 321,2000 |
| | | | | 4,0726 | 2,7304 | 0,0074 | 0,1386 | 646,3682 |
| MONTAGGIO STRUTTURA MODULI | Mezzo di sollevamento | 1 | 2 | 0,8244 | 0,5654 | 0,0014 | 0,0288 | 124,8000 |
| | Autocarro gru | 1 | 6 | 2,8482 | 1,9488 | 0,0054 | 0,1044 | 481,8000 |
| | | | | 3,6726 | 2,5142 | 0,0068 | 0,1332 | 606,6000 |

Tabella 2

Le fasi sopra indicate non si sovrappongono mai tutte contemporaneamente, solo alcune possono sovrapporsi tra di loro e solo per brevi periodi di tempo. La mitigazione delle emissioni di sostanze inquinanti emesse da motori endotermici sarà ottenuta in via indiretta mediante l'impiego di mezzi sottoposti a regolare manutenzione a garanzia dell'efficienza dei motori.

4. FORMAZIONE E STOCCAGGIO DI CUMULI (FASE DI ESCAVAZIONE)

La quantità di polveri emesse a causa delle operazioni di escavazione per la realizzazione dei cavidotti che comporta la formazione di cumuli, seppur distribuiti a fianco della trincea scavata e quindi di altezza molto limitata, viene calcolata utilizzando la metodologia AP42 della US-EPA (AP-42 Fifth Edition, Volume I, Chapter 13, 13.2.4 Aggregate Handling and storage Piles).

Il fattore di emissione F espresso in kg di polveri per Ton di inerti movimentati è il seguente:

$$F = 0,0016 k \frac{\left(\frac{U}{2,2}\right)^{1,3}}{\left(\frac{M}{2}\right)^{1,4}}$$

Dove:

- k è un parametro adimensionale il cui valore dipende dalla granulometria delle polveri in esame (vedi Tabella 3)
- U è la velocità del vento (m/s)
- M è l'umidità del materiale movimentato (%).

| GRANULOMETRIA | k |
|------------------------------|------|
| PTS [polveri totali sospese] | 0,74 |
| PM 10 | 0,35 |
| PM 2,5 | 0,11 |

Tabella 3

La formula è applicabile per velocità U comprese nell'intervallo 0,6 ÷ 6.7 m/s e per umidità M comprese tra 0.25% e 4.80%, e per silt content (cioè il contenuto di particelle di diametro non superiore a 75 μm) compreso tra 0.44% e 19%, che è caratteristico dell'area di lavoro.

Considerando una lunghezza totale dei cavidotti da realizzare pari a circa 250 m ed una sezione di scavo pari a 0,8 m², la quantità totale di terra movimentata è stimata in 200 m³ totali; considerando una velocità di escavazione di circa 20 m/h, la movimentazione oraria sarà pari a circa 20x0,8 = 16 m³/h. Utilizzando una densità di 1.600 kg/m³, un valore di velocità media del vento di 2.8 m/s e un valore di umidità pari al 2% si ottengono i valori di emissione in gr/h (grammi per ora) riportati in Tabella 4.

Polveri emesse

| GRANULOMETRIA | F (kg/Mg) | gr/h |
|------------------------------|-------------|-------|
| PTS [polveri totali sospese] | 0,001620 | 41,47 |
| PM 10 | 0,000766 | 19,61 |
| PM 2,5 | 0,000241 | 6,16 |

Tabella 4

5. TRANSITO DI MEZZI SU STRADE NON ASFALTATE

Per il calcolo dell'emissione di particolato dovuto al transito su strade non asfaltate di veicoli dei lavoratori e per il trasporto di materiali è stata adottata la metodologia AP42 della US-EPA (capitolo "Unpaved roads"). L'equazione utilizzata per la stima delle emissioni di particolato da risollevaramento è la seguente:

$$E = k \left(\frac{s}{12} \right)^a \left(\frac{W}{3} \right)^b$$

- dove E indica le emissioni in termini di kg/km,
- s è il già definito silt content (contenuto di limo)
- W è il peso del veicolo (ton)

I coefficienti k , a e b dipendono dalla granulometria del particolato come indicato in Tabella 5.

| GRANULOMETRIA | k | a | b |
|------------------------------|--------|-----|------|
| PTS [polveri totali sospese] | 1,38 | 0,7 | 0,45 |
| PM 10 | 0,423 | 0,9 | 0,45 |
| PM 2,5 | 0,0423 | 0,9 | 0,45 |

Tabella 5

Per quanto riguarda il peso dei veicoli dei mezzi elencati in Tabella 5, è stato considerato un peso medio pari a 15 Ton, mentre riguardo alla distanza percorsa si considera una distanza complessiva giornaliera percorsa di circa 1 km/giorno, per un periodo lavorativo giornaliero di 8 h/giorno.

I calcoli sono stati effettuati ipotizzando strade non asfaltate e assumendo un silt content pari a 8.3%, come suggerito dalla metodologia AP-42 per siti di costruzione.

Le emissioni di polveri per risollevaramento stimate, sono riportate in Tabella 6 relativamente alle fasi in cui è previsto il movimento di mezzi di lavoro.

Polveri emesse

| GRANULOMETRIA | E (kg/Mg) | gr/h |
|------------------------------|-----------|--------|
| PTS [polveri totali sospese] | 2,1996 | 274,95 |
| PM 10 | 0,6263 | 78,29 |
| PM 2,5 | 0,0626 | 7,83 |

Tabella 6

In totale la stima delle emissioni orarie di polveri, tra cui il particolato PM10, sono indicate in Tabella 7.

Totale Polveri emesse

| GRANULOMETRIA | gr/h |
|------------------------------|--------|
| PTS [polveri totali sospese] | 316,42 |
| PM 10 | 97,90 |
| PM 2,5 | 13,99 |

Tabella 7

Si sottolinea che, al fine di ridurre la movimentazione di polveri, durante le attività di cantiere più intense è prevista la bagnatura delle strade che verranno percorse dai mezzi di cantiere e il contenimento delle velocità di transito dei mezzi (max 20 km/h).

6. EMISSIONI POLVERULENTE

In merito alle emissioni in atmosfera polverulente generate durante tutte le fasi di cantiere identificare i recettori più prossimi all'area di progetto e verificare il rispetto dei limiti prendendo come riferimento tecnico le "Linee guida per la valutazione delle emissioni di polveri provenienti da attività di produzione, manipolazione, trasporto, carico o stoccaggio di materiali polverulenti" predisposte da ARPA Toscana, individuando eventuali accorgimenti per la mitigazione;

si precisa che i valori ottenuti sono stati calcolati secondo le Linee guida predisposte da ARPA Toscana.

Si utilizzano quindi questi valori per metterli in relazione ai recettori più prossimi esterni all'area di progetto.

I recettori più prossimi che prenderemo in considerazione sono:

- R1 – residenziale – distanza dall'impianto: 36 mt
- R2 – residenziale – distanza dall'impianto: 32 m
- R3 – residenziale – distanza dall'impianto: 22 m
- R4 – residenziale – distanza dall'impianto: 126 m
- R5 – residenziale – distanza dall'impianto: 100 m



Figura 1

Le distanze sono considerate dal punto dell'area più prossimo ai 5 recettori.

Tenendo presente i valori delle emissioni polverulente calcolati precedentemente e considerando il caso peggiore in cui entrambe le fasi sono contemporanee, si sommano i valori sopra riportati, per cui si avrà:

Totale Polveri emesse

| GRANULOMETRIA | gr/h |
|------------------------------|--------|
| PTS [polveri totali sospese] | 316,42 |
| PM 10 | 97,90 |
| PM 2,5 | 13,99 |

Tabella 8

Riferendosi all'elaborato CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI, queste fasi sono presenti in cantiere dalla settimana 3 fino alla settimana 19, quindi per un totale di 17 settimane.

Considerando 5 giorni lavorativi a settimana, si contano 85 giorni, valutati per eccesso in quanto nella realtà le fasi considerate non saranno sempre presenti in tutti gli 85 giorni e non saranno sempre contemporanee.

I valori della Tabella 3 vanno quindi confrontati con quelli della Tabella 19 delle Linee Guida predisposte da ARPA Toscana (durata fase lavorativa < 100 giorni / anno) nella quale la soglia di emissione di PM10 in gr/h per un recettore ad una distanza inferiore di 50 mt **(R1)** è pari a **104 gr/h** (Tabella 4).

Tabella 19 Valutazione delle emissioni al variare della distanza tra recettore e sorgente per un numero di giorni di attività inferiore a 100 giorni/anno

| Intervallo di distanza (m) del recettore dalla sorgente | Soglia di emissione di PM10 (g/h) | risultato |
|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 ÷ 50 | <104 | Nessuna azione |
| | 104 ÷ 208 | Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici |
| | > 208 | Non compatibile (*) |
| 50 ÷ 100 | <364 | Nessuna azione |
| | 364 ÷ 628 | Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici |
| | > 628 | Non compatibile (*) |
| 100 ÷ 150 | <746 | Nessuna azione |
| | 746 ÷ 1492 | Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici |
| | > 1492 | Non compatibile (*) |
| >150 | <1022 | Nessuna azione |
| | 1022 ÷ 2044 | Monitoraggio presso il recettore o valutazione modellistica con dati sito specifici |
| | > 2044 | Non compatibile (*) |

(*) fermo restando che in ogni caso è possibile effettuare una valutazione modellistica che produca una quantificazione dell'impatto da confrontare con i valori limite di legge per la qualità dell'aria, e che quindi eventualmente dimostri la compatibilità ambientale dell'emissione.

Tabella 9

Il valore totale di polveri PM10 emesse indicato in Tabella 8, pari a **97,90 gr/h**, risulta inferiore al limite individuato di **104 gr/h**, per cui non è necessaria alcuna azione e tale emissione può essere considerata a priori compatibile con i limiti di legge per la qualità dell'aria secondo i criteri delle Linee Guida predisposte da ARPA Toscana.

Il limite viene rispettato a maggior ragione anche per i recettori (R1)-(R2)-(R3)-(R4)-(R6).

Si sottolinea che comunque, al fine di ridurre la movimentazione di polveri, durante le attività di cantiere più intense verrà imposto il contenimento delle velocità di transito dei mezzi (max 20 km/h) e potrà essere prevista, se risultasse necessario in caso di periodo molto siccitoso, la bagnatura delle strade percorse dai mezzi di cantiere.

7. CONCLUSIONI

Dai dati sopra esposti, dalla temporaneità dei lavori e dalla modesta presenza dei mezzi impiegati si può ritenere accettabile l'entità delle emissioni in atmosfera.

I quantitativi emessi, anche in virtù dell'attuazione delle misure di mitigazione elencate al Capitolo 5 della relazione INQUADRAMENTO AMBIENTALE [SEZIONE 6 – 6.3], sono da ritenersi scarsamente significativi e paragonabili, come ordine di grandezza, a quelli che attualmente si riscontrano normalmente all'interno dell'ambito produttivo in cui l'area di progetto si trova.

La realizzazione dell'intervento avrà invece ripercussioni positive in termini di emissioni di CO2 evitate, rispetto alla produzione di energia da fonte fossile, pari a:

- Produzione impianto: 41.725.944 kWh/anno
- CO2 immessa da fonte fossile 0,491 kg/kWh (Fonte ISPRA rapporto 303/2019)
- $41.725.944 \times 0.000491 = \underline{\underline{20.487,438 \text{ tonnellate/anno di CO2 evitate ogni anno}}}$

Anche se la realizzazione ha come obiettivo di mantenere l'impianto in esercizio per un periodo molto lungo (in teoria fino a quando non ci saranno tecnologie in grado di essere più efficienti e ancor meno impattanti tali da rendere obsoleto un impianto come quello in progetto), ipotizzando un periodo di esercizio di almeno 30 anni, la CO2 complessivamente non immessa nell'atmosfera durante tale periodo sarà pari a:

$20.487,438 \times 30 = 614.623,14$ tonnellate di CO2 non immesse in atmosfera.