



## RELAZIONE TECNICA IMPIANTO FOTOVOLTAICO

PERMESSO DI COSTRUIRE  
CONVENZIONATO  
COMPARTI C2-C7-C8

Via dell'Industria  
07046 Porto Torres (SS)

### IL COMMITTENTE

Società Edile Turritana srl

Codice Fiscale 02382030902

Via Amendola n 28 - 07100 Sassari

### IL TECNICO

Ing. Emiliano VANNI

Via Fontana delle Rose, 81

00049 Velletri - ROMA





Il presente progetto ha per oggetto la realizzazione di un IMPIANTO FOTOVOLTAICO (anche definito FV) della potenza nominale di 36,080 kWp. L'impianto sarà asservito al ristorante McDonald's di PORTO TORRES, via dell'Industria e sarà strutturato da 88 moduli da 410 Wp, in funzione della singola potenza dei pannelli scelti, facenti capo a inverter, con uscita monofase/trifase.

Per quanto riguarda la stima di produttività si sono considerati i valori di insolazione locali e la normativa UNI 10349-8477

Gli impianti sono costituiti dai seguenti componenti principali:

- Campo fotovoltaico
- Inverter
- Quadro di campo CC
- Quadro generale AC

L'installazione dell'impianto verrà realizzata sulla copertura del ristorante. I blocchi nei quali è suddiviso l'impianto verranno installati sul piano di copertura, per poter rendere ottimale la realizzazione dell'impianto dal punto di vista elettrico-strutturale. L'impianto verrà realizzato senza modificare in alcun modo l'isolamento termico e idrico previsto. L'installazione avverrà tramite l'utilizzo di strutture in alluminio montate su delle apposite staffe in acciaio zincato. Le staffe sono realizzate con un profilo tale che è possibile il loro fissaggio su apposite barre filettate attraverso l'utilizzo di bulloni in acciaio zincato. Le barre filettate saranno fissate sul solaio utilizzando appositi sistemi di ancoraggio. La struttura di sostegno prevista per l'installazione dell'impianto in oggetto, dovrà essere dimensionata in maniera adeguata ad assicurare la stabilità all'azione del vento. La superficie di installazione si trova ad una altezza di circa 5 metri ed è raggiungibile tramite scala interna. Il posizionamento del campo fotovoltaico deriva dall'esigenza di garantire un'esposizione ottimale, affinché la produttività dell'impianto sia sufficiente a soddisfare tutto il fabbisogno energetico della struttura, oltre a ridurre ulteriormente il già di per se limitato impatto visivo. L'impianto sarà posizionato in maniera tale da evitare ombreggiamenti dovuti ad ostacoli. Ogni modulo ha dimensioni normalizzate ed è composto da celle ad alta efficienza realizzate in silicio monocristallino. L'opera è composta moduli fotovoltaici realizzati in silicio poli/monocristallino, di cui sopra, e da Inverter con la funzione di trasformare la corrente da continua in alternata. Il gruppo di conversione ha le caratteristiche di inverter a commutazione forzata ed è in grado di operare in modo completamente automatico e di recepire il punto di massima potenza del generatore fotovoltaico stesso. Ad opera completata, l'impianto fotovoltaico verrà inserito in parallelo alla rete dell'ente Distributore, dando così la possibilità di interscambiare l'energia elettrica in conto energia. L'inserimento dovrà avvenire in totale



accordo con la normativa CEI 0-16 e con la Guida CEI 82-25 "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa Tensione", in particolare con le ultime normative promulgate da TERNA vedi A70 e A72. Gli impianti elettrici di cui al presente progetto saranno eseguiti nel rispetto di tutte le prescrizioni tecniche nel seguito indicate, nonché nel totale rispetto delle Leggi, dei Regolamenti, delle Disposizioni regionali, di Norme tecniche, quando applicabili, anche se non direttamente richiamate all'interno della presente. La collocazione di: quadro lato DC, inverter, quadro lato AC di connessione alla rete trifase di distribuzione Utenza e contatore di generatore FV, sarà al coperto, nelle immediate vicinanze dell'impianto fotovoltaico stesso, nel locale apposito, che è stato individuato come particolarmente adatto ad accogliere questo tipo di apparecchiature.

L'energia prodotta dal generatore FV verrà veicolata al gruppo di sezionamento e conversione mediante cavi bipolari tipo SOLARE di sezione 6 mm<sup>2</sup> (1 cavo per stringa), collocati in canala metallica. Tutte le strutture e gli involucri metallici saranno collegati all'impianto di terra della struttura.

## **PRESCRIZIONI RIGUARDANTI I CIRCUITI ELETTRICI**

### **Normative di riferimento**

Si richiamano di seguito le principali Norme e Leggi cui si è fatto riferimento nella redazione del presente Progetto che hanno regolamentato la costruzione dell'impianto in oggetto:

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici -Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici -Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) -Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;



- CEI EN 61646 (82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri -Qualifica del progetto e approvazione di tipo; CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici -moduli esclusi (BOS) -Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) -Parte 3: Limiti -Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso  $I_n = 16$  A per fase);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
  - o serie composta da:
- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso -Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione -Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori -Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini;
  - o serie composta da:
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;



- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformita' e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici -Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica -Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) -Prescrizioni particolari -Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparati per la misura dell'energia elettrica (c.a.) -Prescrizioni particolari -Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione.
- Delibera N 224/00 Dell'autorità per l'energia elettrica e il gas -Disciplina delle condizioni tecnico-economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW -6/12/2000
- TERNA A70
- TERNA A72



## TERMINOLOGIA

### *Cella fotovoltaica*

Dispositivo semiconduttore che genera elettricità quando è esposto alla luce solare.

### *Modulo fotovoltaico*

Assieme di celle fotovoltaiche elettricamente collegate e protette dagli agenti atmosferici, anteriormente mediante vetro e posteriormente con vetro e/o materiale plastico. Il bordo esterno è protetto da una cornice in alluminio anodizzato.

### *Pannello fotovoltaico*

Un gruppo di moduli fissati su un supporto metallico.

### *Stringa fotovoltaica*

Un gruppo di moduli elettricamente collegati in serie. La tensione di lavoro dell'impianto è quella determinata dal carico elettrico "equivalente" visto dai morsetti della stringa.

### *Campo fotovoltaico*

Un insieme di stringhe collegate in parallelo e montate su strutture di supporto

### *Corrente di cortocircuito di un modulo o di una stringa*

Corrente erogata in condizioni di cortocircuito, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

### *Tensione a vuoto di un modulo o di una stringa*

Tensione generata ai morsetti a circuito aperto, ad una particolare temperatura e radiazione solare.

### *Caratteristica corrente-tensione di un modulo o di una stringa*

Corrente erogata ad una particolare temperatura e radiazione, tracciata quale funzione della tensione di uscita.

### *Potenza massima di un modulo o di una stringa*

Potenza erogata, ad una particolare temperatura e radiazione, nel punto della caratteristica corrente-tensione dove il prodotto corrente-tensione ha il valore massimo.



***Condizioni standard di funzionamento di un modulo o di una stringa***

Un modulo opera alle "condizioni standard" quando la temperatura delle giunzioni delle celle è 25 °C, la radiazione solare è 1000 W/m<sup>2</sup> e la distribuzione spettrale della radiazione è quella standard (AM 1,5).

***Condizioni operative di funzionamento di un modulo o di una stringa***

Un modulo lavora in "condizioni operative" quando la temperatura ambiente è di 20°C, la radiazione di 800 W/m<sup>2</sup> e la velocità del vento di 1 m/s.

***Potenza di picco***

Potenza erogata nel punto di potenza massima alle condizioni standard.

***Efficienza di conversione di un modulo***

Rapporto tra la potenza massima del modulo ed il prodotto della sua superficie per la radiazione solare, espresso come percentuale.

***Quadro protezioni di sottocampo B.T.***

Quadro in cui vengono convogliate le terminazioni di tutte le stringhe e dove ne viene eseguita la messa in parallelo;

***Quadro di parallelo B.T.***

Quadro in cui viene eseguita la connessione in parallelo di tutti gli inverter. Il quadro è fornito di protezioni all'ingresso delle linee ac dagli inverter e all'uscita in trifase con interruttore magnetotermico differenziale per la consegna in parallelo rete dell'impianto.

***Convertitore cc/ca (Inverter)***

Convertitore statico in cui viene effettuata la conversione dell'energia elettrica da continua ad alternata, tramite un ponte a semiconduttori, opportune apparecchiature di controllo, che permettono di ottimizzare il rendimento del campo fotovoltaico, e un trasformatore.



## CAVI E CONDUTTORI

- a) isolamento dei cavi: I cavi di energia (230/400V) sono adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale ( $U_o/U$ ) non inferiori a 450/750V (simbolo di designazione 07), non inferiori a 0,6/1kV per le sezioni di impianto previste in cavidotto di PVC interrato. I cavi utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando sono previsti adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V (simbolo di designazione 05).
- b) colori distintivi dei cavi: I conduttori impiegati nell'esecuzione dell'impianto sono contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare, i conduttori di neutro e protezione sono contraddistinti, rispettivamente ed esclusivamente, con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. Per quanto riguarda i conduttori di fase, sono contraddistinti in modo univoco per tutto l'impianto dai colori: nero, grigio o marrone.
- c) sezioni minime e cadute di tensione ammesse: le sezioni dei conduttori, sono state calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4% della tensione a vuoto), sono scelte tra quelle unificate. In ogni caso non verranno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL 35024e CEI-UNEL 35026. La sezione dei conduttori di neutro è prevista non inferiore a quella del corrispondente conduttore di fase nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, e nei circuiti trifase.

### Canalizzazioni

Tutti i conduttori saranno protetti e salvaguardati meccanicamente, mediante condotti passacavo in alluminio (per quanto riguarda il lato DC) e in PVC (relativamente al lato AC).

Il tracciato dei condotti passacavo avrà un andamento rettilineo orizzontale o verticale; le curve saranno effettuate con raccordi o con piegature in modo tale da non danneggiare il tubo e non pregiudicare la sfilabilità dei cavi. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura del sito, ad ogni derivazione da linea principale o secondaria e in ogni locale servito, il condotto verrà interrotto mediante cassette di derivazione, nelle quali saranno eseguite le giunzioni dei conduttori mediante l'impiego di opportuni morsetti o morsettiere. Dette cassette saranno installate in modo che non sia possibile l'introduzione di corpi estranei. Il tutto è previsto in ottemperanza alle norme CEI 23-32. La sezione occupata dai cavi sarà tale da risultare inferiore alla metà di quella interna disponibile dell'intera canalizzazione. Inoltre, in





applicazione dalle norme CEI 64-8 a protezione dai contatti diretti, è previsto l'utilizzo dei necessari accessori (angoli, derivazioni, ecc.).

### **Normative di riferimento**

L'impianto FV oggetto del presente progetto segue lo schema di collegamento IT, tipico di un Generatore flottante: il campo FV rimane isolato da terra, mentre dall'inverter compreso a valle i componenti sono connessi all'impianto di terra. Tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico saranno protette contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, art. 413.1, e utilizzando componenti di classe II, norma CEI 64-8, art. 413.2.

### **Protezione tramite doppio isolamento**

Verranno installati alcuni componenti per i quali la protezione nei confronti dei contatti indiretti sarà realizzata tramite doppio isolamento (classe II). In particolare, saranno di classe II:

- tutti gli involucri in materiale plastico dei componenti installati a vista;
- le condutture realizzate in cavo FG16OM16 0,6/1 kV, indipendentemente dal tipo di posa;
- i moduli fotovoltaici.

### **Protezione per interruzione automatica dell'alimentazione**

La protezione dai contatti indiretti per interruzione automatica dell'alimentazione sarà realizzata per tutte le linee mediante interruttori automatici magnetotermici differenziali con  $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ . Di conseguenza, la resistenza di terra rispetta le seguenti condizioni (per gli ambienti ordinari):

$$RT \cdot 50 / I_{dn} = 1667 \, \Omega \text{ con: } I_{dn}=30\text{mA dove } RT: \text{resistenza di terra}$$

$I_{dn}$ : corrente nominale dell'interruttore differenziale

### **Misure di protezione contro i contatti diretti**

La protezione contro i contatti diretti si realizzerà mediante isolamento completo di tutte le parti attive (CEI 648/4 art. 412.1) e mediante involucri e barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP 2X o IP XXB (CEI 648/4 art. 412.2). La rimozione delle barriere e l'apertura degli involucri sarà possibile solo nel rispetto di almeno una delle seguenti condizioni:

- con l'uso di una chiave o di un attrezzo;



- se, in assenza di tensione alle parti attive, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la

sostituzione delle barriere e la chiusura degli involucri. Inoltre, le linee saranno protette con interruttore differenziale avente  $I_{dn}$  30 mA, secondo quanto previsto dalla norma CEI 64-8/4, art. 412.5. Tale interruttore differenziale è previsto sia nel Quadro Generale Utenza (esistente) sia nel Quadro AC, a valle del gruppo di conversione.

#### **Misure di protezione contro le sovracorrenti**

La protezione delle linee contro le sovracorrenti verrà realizzata tramite interruttori di tipo automatico magnetotermico, in modo che lo stesso dispositivo assicuri sia la protezione contro sovraccarico sia contro cortocircuito (Norma CEI 64-8/4, sez. 433). La protezione magnetotermica sarà assicurata, oltre che dall'interruttore Generale del Quadro Utente (già esistente), dall'interruttore generale di Generatore FV, collocato nel quadro AC, a valle dell'inverter. Ulteriore protezione dalle sovratensioni, anche di origine meteorica, sarà costituita da scaricatori di sovratensione a varistori SPD, la cui collocazione è stata prevista sui conduttori di stringa (lato DC), nella misura di tre scaricatori per ogni coppia di cavi + e -, che andranno ad aggiungersi agli scaricatori interni al gruppo di conversione.



## IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Dati di Progetto dell'impianto FV:

PORTO TORRES, Via dell'Industria

Inclinazione (tilt) 0°

Potenza di picco complessiva: 36,080 kWp

La corrente continua prodotta dal Generatore per conversione fotovoltaica della radiazione solare viene trasformata in corrente alternata dall'Inverter, alla tensione e frequenza di rete, e secondo un'intensità, funzione della potenza dell'irraggiamento incidente, ed immessa nella rete utente BT. A protezione della rete ENEL da immissioni di energia indesiderate da parte del generatore FV (ad es. durante operazioni manutentive), è presente un dispositivo d'interfaccia, in grado di sezionare i conduttori in uscita dall'inverter (in definitiva, staccare il generatore FV) in caso di mancanza di rete. Nel caso del generatore FV oggetto del presente progetto, il dispositivo di interfaccia risulta come dispositivo presente all'interno di ogni inverter in rispetto della normativa vigente. I moduli FV saranno vincolati ad una struttura di sostegno ed ancorati con inclinazione pari a 0° rispetto all'orizzontale (angolo di tilt). I moduli fotovoltaici all'interno della stringa sono connessi in serie, in modo tale da garantire tensioni e correnti di campo, compatibili con il range di ingresso ammissibile dell'inverter utilizzato. I blocchi sono così costituiti da moduli FV ciascuno collegati in serie. L'inverter preso in considerazione nel presente elaborato è caratterizzato dall'aver due ingressi con MPPT indipendente. Ogni blocco sarà poi collegato ad 1 ingresso dell'inverter, su ognuno dei quali di conseguenza andranno collegati i rispettivi moduli. Ogni inverter sarà poi collegato ad una fase della rete elettrica esistente sulla struttura, ottenendo in tal modo un impianto perfettamente equilibrato.



## IMPIANTO DI TERRA

Norme e leggi di riferimento:

Norme CEI 11-1. Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica – Norme generali

Norme CEI 64-8. Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

In relazione alla norma CEI 64-8 per impianti utilizzatori con tensione fino a 1000V in corrente alternata e fino a 1500V in corrente continua, è raccomandata l'unicità dell'impianto di terra. Infatti l'installazione di impianti separati comporterebbe un'attenzione particolare nel posizionamento delle masse: in caso di guasto, l'accessibilità a due masse collegate a due impianti diversi potrebbe non garantire le condizioni di sicurezza. Da qui la scelta progettuale di un impianto di terra unico per tutto il campo fotovoltaico. Dopo aver verificato l'idoneità dell'impianto di terra preesistente si è optato di collegare l'impianto FV oggetto del presente elaborato allo stesso. Affianco alla equipotenzialità, raggiunta con l'impianto di terra, la sicurezza delle persone è garantita dalla presenza dei dispositivi di interruzione, i quali garantiscono l'apertura della linea nei tempi previsti dalla norma, ovvero, per ciascuno di essi è verificata la relazione:

$U_0/Z_g < I_\bullet$  In cui  $U_0$  = tensione di fase  $Z_g$  = impedenza dell'anello di guasto  $I_\bullet$  = corrente differenziale nominale di intervento del dispositivo di protezione.



## QUALITÀ E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Tutti i materiali e gli apparecchi saranno previsti di caratteristiche idonee all'ambiente in cui saranno installati ed alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi saranno rispondenti alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL relative. Tutti gli apparecchi riporteranno dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana. Le apparecchiature installate nei quadri saranno del tipo modulare e componibile, con fissaggio a scatto sul profilato. In particolare: l'interruttore automatico magnetotermico sarà modulare e componibile con potere di interruzione fino a 10000 A; i quadri saranno caratterizzati da grado di protezione IP 65 adeguato all'ambiente di installazione, conformi alle norme CEI 17-13 e tali da consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

I moduli fotovoltaici sono previsti del tipo munito di certificazione IEC 61215, con garanzia sul decadimento delle prestazioni inferiore al 10% nei primi 12 anni ed inferiore al 20% sui 20 anni.



## IMPATTO AMBIENTALE

I vantaggi dei sistemi FV sono la modularità, la ridotta manutenzione e, soprattutto, un impatto ambientale estremamente contenuto. I benefici ambientali ottenibili sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, che altrimenti sarebbe fornita da fonti convenzionali: per produrre 1 kWh elettrico occorrono circa 0,25 Kg di combustibili fossili alla centrale elettrica e l'immissione in atmosfera di circa 0,707 kg di anidride carbonica. L'impianto fotovoltaico in esercizio non provoca inquinamento ambientale, in quanto:

- chimicamente non produce emissioni, residui o scorie;
- non produce rumori;
- non richiede organi in movimento o circolazione di fluidi in pressione.