



AUTONOME PROVINZ
BOZEN SÜDTIROL



PROVINCIA AUTONOMA
DI BOLZANO ALTO ADIGE

PROVINZIA AUTONOMA DE BULSAN SÜDTIROL

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO - ECONOMICA
PROJEKT ÜBER DIE TECHNISCH-WIRTSCHAFTLICHE MACHBARKEIT

Elaborato n.
Unterlage Nr.

Rel-02

Data
Datum

28.03.2023

Progetto | Projekt:

NUOVO IMPIANTO DI RIFORNIMENTO IDROGENO (H2)
PRESSO AREALE DEPOSITO DI MERANO
NEUE WASSERSTOFF-BETANKUNGSANLAGE (H2)
AM DEPOT-GELÄNDE IN MERAN

Elaborato | Unterlage:

RELAZIONE TECNICA
TECHNISCHER BERICHT

Comune:
Gemeinde:

Merano | Meran

Indirizzo:
Adresse:

Via Foro Boario 6-8 | Viehmarktstraße 6-8

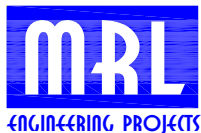
Provincia:
Provinz:

Bolzano | Bozen

Regione:
Region:

Trentino - Alto Adige
Trentino - Südtirol

Progettista | Planer:



MARRA-ROSSI-LARCHER ING. PARTNERS
39012 MERANO (BZ) | VIA G. CARDUCCI N. 1
39012 MERAN (BZ) | G.-CARDUCCI-STRASSE NR.1
TEL 0473 211921-211919 | INFO@STUDIOMRL.IT



ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI BOLZANO
Dr. Ing. GIORGIO ROSSI
Nr. 769
INGENIEURKAMMER
DER PROVINZ BOZEN





1 SOMMARIO

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Relazione tecnica descrittiva..... | 7 |
| 1.1. | Bilancio e analisi delle potenze in gioco..... | 7 |
| 2. | Impianti elettrici | 8 |
| 2.1. | Premessa | 8 |
| 2.2. | Misure di sicurezza | 8 |
| 3. | Valutazione del rischio scariche atmosferiche | 10 |
| 3.1. | Premessa | 10 |
| 3.2. | Generalità..... | 10 |
| 3.3. | Relazione di calcolo..... | 10 |
| 3.4. | Il principio della sicurezza contro le esplosioni | 11 |
| 3.5. | Documentazione progettuale | 12 |
| 4. | Progetto antincendio e relazione tecnica | 13 |
| 4.1. | Premessa | 13 |
| 4.2. | Generalità..... | 13 |
| 4.3. | Progetto e relazione illustrativa..... | 13 |
| 4.4. | Documentazione progettuale | 14 |
| 4.5. | Verifiche e controlli | 15 |
| 5. | Classificazione delle aree a rischio di esplosione..... | 16 |
| 5.1. | Premessa | 16 |
| 5.2. | Generalità..... | 16 |
| 5.3. | Procedura di classificazione..... | 17 |
| 5.4. | Documento di classificazione..... | 17 |
| 6. | Documentazione finale impianti..... | 18 |
| 6.1. | Elaborati grafici finali di cantiere (AS BUILT) | 18 |
| 6.2. | Raccolta documentazione tecnica | 18 |
| 6.3. | Tarature, prove, misure..... | 19 |
| 6.4. | Manuale di conduzione | 19 |
| 6.5. | Manuale di manutenzione | 19 |
| 7. | Documentazione finale e dichiarazioni impianto idrogeno, gas, etc e verifiche..... | 20 |
| 7.1. | Progetto antincendio. | 20 |
| 7.2. | Compressori. | 20 |
| 7.3. | Unità di stoccaggio. | 21 |
| 7.4. | Box per i carri bombolai. | 22 |

| | | |
|--------|--|----|
| 7.5. | Impianto gas. | 22 |
| 7.6. | Sistema di emergenza | 25 |
| 7.7. | Costruzioni elettriche..... | 26 |
| 7.8. | Protezione antincendio. | 27 |
| 7.9. | Distanze di sicurezza. | 27 |
| 7.10. | Documenti tecnici..... | 27 |
| 7.11. | Chiamata di soccorso..... | 28 |
| 8. | Impianti elettrici - Caratteristiche tecniche e costruttive..... | 29 |
| 8.1. | Generalità..... | 29 |
| 8.2. | Prescrizioni generali | 29 |
| 8.3. | Sistemi di posa e di distribuzione | 29 |
| 8.4. | Linee e cavi..... | 30 |
| 8.5. | Gradi di protezione delle apparecchiature | 30 |
| 8.6. | Prescrizioni tecniche generiche | 31 |
| 8.6.1. | Generalità..... | 31 |
| 8.6.2. | Protezione contro i contatti diretti | 31 |
| 8.6.3. | Protezione contro i contatti indiretti | 31 |
| 8.6.4. | Protezione contro i sovraccarichi | 32 |
| 8.6.5. | Protezione contro i cortocircuiti..... | 32 |
| 8.6.6. | Protezione da sovratensioni..... | 33 |
| 8.7. | Tubi e sistemi di distribuzione | 33 |
| 8.7.1. | Generalità..... | 33 |
| 8.7.2. | Tubi | 33 |
| 9. | Cavi e linee | 34 |
| 9.1. | Varie..... | 34 |
| 10. | Quadri elettrici | 34 |
| 10.1. | Prescrizioni generali | 34 |
| 11. | Impianto di messa a terra | 35 |
| 11.1. | Posa dei dispersori | 36 |
| 11.2. | Collegamenti..... | 36 |
| 11.3. | Conduttori di protezione ed equipotenziali..... | 36 |
| 11.4. | Collegamenti equipotenziali | 37 |
| 11.5. | Misura della resistenza di terra | 37 |
| 11.6. | Prestazioni | 37 |

| | | |
|---------|---|----|
| 12. | Protezione da sovratensioni..... | 37 |
| 12.1. | Generalità..... | 37 |
| 12.2. | Protezione da sovratensioni..... | 37 |
| 13. | Rete cablata strutturata e trasmissione dati | 38 |
| 13.1. | Definizione dell'impianto | 38 |
| 13.2. | Armadi di distribuzione..... | 38 |
| 13.3. | Messa in opera degli armadi in locali dedicati..... | 38 |
| 14. | Reti in fibra ottica | 38 |
| 14.1. | Premesse | 38 |
| 15. | Gruppi soccorritori d'emergenza - Gruppi statici di continuità (UPS) | 39 |
| 15.1. | Generalità..... | 39 |
| 15.2. | Tipo di alimentazione | 39 |
| 15.3. | Condizioni di funzionamento | 39 |
| 15.4. | Batterie | 40 |
| 16. | Illuminazione puntuale e generale | 40 |
| 16.1. | Generalità..... | 40 |
| 16.2. | Apparecchi illuminanti | 40 |
| 17. | Illuminazione d'emergenza..... | 42 |
| 17.1. | Generalità..... | 42 |
| 17.2. | Indicazioni principali | 42 |
| 17.3. | Calcoli illuminotecnici | 42 |
| 18. | Rete idrica antincendio - Caratteristiche tecniche e costruttive..... | 43 |
| 18.1. | Generalità..... | 43 |
| 18.2. | Aree che devono essere avere gli idranti nell'impiantistica antincendio | 43 |
| 18.3. | Caratteristiche degli impianti idrici..... | 43 |
| 18.4. | L'alimentazione degli idranti..... | 43 |
| 18.5. | Requisiti richiesti per idrante | 43 |
| 18.6. | Componenti della rete idranti | 44 |
| 18.6.1. | Tubazioni per installazione fuori terra (idranti soprasuolo)..... | 44 |
| 18.6.2. | Tubazioni per installazione interrata (idranti sottosuolo) | 44 |
| 18.6.3. | Valvole di intercettazione..... | 44 |
| 18.6.4. | Idranti sottosuolo..... | 44 |
| 18.6.5. | Idranti a colonna soprasuolo | 44 |
| 18.6.6. | Idranti a muro | 44 |

| | | |
|---------|---|----|
| 18.6.7. | Attacchi di mandata per autopompa | 45 |
| 18.6.8. | Installazione delle tubazioni | 45 |
| 18.7. | Le norme UNI | 46 |
| 19. | Considerazioni integrative | 46 |
| 19.1. | Matrice causa effetto | 46 |
| 19.2. | Documentazione | 46 |
| 19.3. | Sopralluogo..... | 46 |
| 20. | Azioni di monitoraggio intervento e raccolta dati | 47 |
| 20.1. | Data Point per monitoraggio delle stazioni e volumi di traffico | 47 |
| 20.2. | Data Points Consumi Energetici Stazione | 47 |

1. Relazione tecnica descrittiva

La realizzazione presso il deposito di Merano di una nuova stazione di rifornimento ad idrogeno comporta la necessità di realizzare tutta una serie di interventi impiantistici propedeutici all'opera.

1.1. Bilancio e analisi delle potenze in gioco

Sulla base della situazione attuale e dei possibili sviluppi futuri, è intenzione di Sasa di uniformare il sistema di distribuzione dell'energia elettrica, eliminando l'attuale fornitura in bassa tensione e trasferire tutta la potenza in prelievo sull'attuale impianto in media tensione.

La tabella riepiloga la situazione attuale.

| BT MT | POD | Destinazione | Potenza contrattuale kW | Potenza media utilizzata kW |
|----------|----------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| 400V | IT005E00000554 | Officina e servizi generali | 200 | 80 |
| 16kV | IT250E60030017 | Stazioni di ricarica | 650 | 250 |

L'impianto di media tensione ha una potenza installata massima di 1MW.

Nuova impostazione con unica fornitura in media tensione 16 kV POD IT250E60030017

Potenza contrattuale 650 kW

| Destinazione | Potenza media utilizzata kW | Potenza impianto idrogeno kW Kc e Ku= 1 |
|---|--------------------------------|--|
| Tutto l'areale comprendente officina, stazioni di ricarica elettrica, impianto idrogeno | | |
| Impianto officina e servizi | 80 | |
| Stazioni di ricarica elettrica | 250 | |
| Compressore/i | | 100 |
| Raffreddamento idrogeno | | 156 |
| Multidispenser | | 4 |
| Ausiliari (illuminazione, impianto analisi idrogeno, ecc.) | | 10 |
| A sommare | 330 | 270 |
| Totale | 600 | |
| Potenza installata | 1.000 | |

2. Impianti elettrici

2.1. Premessa

In considerazione delle previsioni-ipotesi, di cui al capitolo precedente per la realizzazione degli impianti elettrici di potenza sono necessari interventi propedeutici e finali di seguito orientativamente evidenziati.

La dismissione della fornitura in Bt, comporta che l'energia per la zona officina e uffici venga prelevata a partire dal Power Center presente in cabina MT/Bt parzialmente utilizzato per le stazioni di ricarica degli autobus elettrici. Dal PC andranno previste due/tre dorsali che si attesteranno la prima all'esistente quadro generale di officina/servizi, una seconda dorsale andrà ad alimentare il quadro generale dell'impianto di rifornimento ad idrogeno e la terza per l'alimentazione di un quadro servizi generali delle aree esterne di movimentazione mezzi. Con riferimento a quest'ultimo punto l'aggiudicatario dovrà proporre una soluzione tecnica con uno o più quadri di zona, finalizzata all'alimentazione e gestione dei servizi delle aree di manovra (ad esempio l'illuminazione esterna), impianti indipendenti non direttamente connessi alle attività presenti (stazioni di ricarica elettrica e impianto rifornimento idrogeno) e quindi gestibili direttamente dal personale operante nell'areale.

Nell'ipotesi quindi, di dismettere la fornitura esistente in bassa tensione e prelevare tutta la potenza disponibile dalla rete di media tensione è necessario prevedere una serie di interventi a livello impiantistico in modo tale da evitare disservizi sulla fornitura, se non programmati e temporanei, le necessarie modifiche sui quadri elettrici esistenti, nonché la predisposizione dei necessari tracciati interrati per il posizionamento delle polifore che dovranno garantire comunque la possibilità di raddoppio delle linee installate, al netto dello spazio necessario per l'infilaggio e quello normativamente richiesto.

Vanno quindi fatte e presentate, in base all'attuale consistenza degli impianti le giuste considerazioni circa gli interventi da eseguirsi anche dal punto di vista temporale.

2.2. Misure di sicurezza

Gli impianti elettrici sia a servizio degli impianti di rifornimento idrogeno che in generale per tutte le attività presenti devono rispondere alle seguenti misure di sicurezza:

- essere dotati di almeno un dispositivo di sezionamento di emergenza ubicato in posizione protetta tale da togliere tensione a tutto l'impianto
- essere suddivisi in più circuiti terminali in modo da garantire l'indipendenza elettrica dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza e dei circuiti di alimentazione dei servizi erogati al pubblico;
- essere dotati di circuiti, protetti dal fuoco, per l'alimentazione dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio secondo le specifiche previste dalle norme tecniche di riferimento applicabili e, comunque, non inferiore a quanto di seguito riportato:

| Tipo di impianto | Autonomi a (min) | Tempi di commutazione tra alimentazione ordinaria e di emergenza (sec) |
|--|------------------------|--|
| illuminazione di emergenza | 60 | 0,5 |
| Sistemi di controllo | 60 | 15 |
| Impianti di spegnimento/raffreddamento | 120 | 15 |

3. Valutazione del rischio scariche atmosferiche

3.1. Premessa

L'obbligo di prevedere misure di protezione non è legato ad un calcolo.

Per tutti gli impianti in cui il fulmine può colpire direttamente un'atmosfera esplosiva oppure può provocare su una superficie una temperatura elevata (che porta all'esplosione) è necessario adottare misure di protezione.

È obbligatorio prevedere le misure di protezione anche per fulminazioni indirette vicino alla struttura/impianto o per fulminazione tramite linee elettriche o tubazioni entranti.

Quando la protezione contro il fulmine di strutture con rischio di esplosione sia richiesto dalle autorità competenti dovrebbe essere installato un LPS almeno di classe II. Eccezioni all'installazione di un livello di protezione II possono essere consentite quando siano tecnicamente giustificabili e autorizzate dalle autorità competenti.

3.2. Generalità

Le fulminazioni sono fenomeni di origine naturale, prevedibili in termini probabilistici, i cui effetti possono essere distruttivi. Un fulmine che colpisce una struttura (in generale, quelle di maggiori dimensioni sono soggette a rischio di fulminazione più elevato) può causare danni, oltre che alla struttura stessa, anche ai suoi occupanti e al suo contenuto nonché agli impianti elettrici e/o elettronici. In alcuni casi i danni possono estendersi anche alle strutture vicine e possono interessare l'ambiente.

Per ridurre la perdita (definita come la conseguenza a un tipo di danno dovuto al fulmine) è necessario adottare misure di protezione le cui caratteristiche devono essere determinate attraverso un'attenta **valutazione del rischio di fulminazione**.

La valutazione del rischio di fulminazione consiste nel verificare la necessità di dotare l'impianto di uno specifico impianto o di dispositivi di protezione contro le **scariche atmosferiche**, se necessario.

La fulminazione è un rischio che rientra nel Capo III del Titolo III del dlgs 81/2008 dedicato agli "Impianti ed apparecchiature elettriche". In particolare, l'art. 80 del dlgs 81/08 stabilisce che il datore di lavoro deve applicare le misure necessarie affinché gli impianti, i materiali, le apparecchiature e i dispositivi abbiano requisiti tali da proteggere i lavoratori da fulminazione diretta e indiretta.

3.3. Relazione di calcolo

Deve essere fornito un documento di calcolo che consideri tutto l'areale Sasa di Merano e che contempli e sviluppi almeno i punti di seguito elencati:

- DATI INIZIALI
- INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
- NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

- DENSITÀ ANNUA DI FULMINI A TERRA
- DATI RELATIVI ALLA STRUTTURA
- DATI RELATIVI ALLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
- DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELLE ZONE
- CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
- CALCOLI PRELIMINARI
- DETERMINAZIONE DELLE COMPONENTI DI RISCHIO PER LA STRUTTURA (RA, RB, RC, RM, RU, RV, RW E RZ)
- COMPONENTE DI RISCHIO (DANNO AD ESSERI VIVENTI - FULMINE SULLA STRUTTURA), RA
- COMPONENTE DI RISCHIO (DANNO MATERIALE ALLA STRUTTURA - FULMINE SULLA STRUTTURA), RB
- COMPONENTE DI RISCHIO (GUASTO DI IMPIANTI INTERNI - FULMINE SULLA STRUTTURA), RC
- COMPONENTE DI RISCHIO (GUASTO DI IMPIANTI INTERNI - FULMINE IN PROSSIMITÀ DELLA STRUTTURA), RM
- COMPONENTE DI RISCHIO (DANNO AD ESSERI VIVENTI - FULMINE SUL SERVIZIO CONNESSO),
- COMPONENTE DI RISCHIO (DANNO MATERIALE ALLA STRUTTURA - FULMINE SUL SERVIZIO CONNESSO), RV
- COMPONENTE DI RISCHIO (DANNO AGLI IMPIANTI - FULMINE SUL SERVIZIO CONNESSO) COMPONENTE DI RISCHIO (GUASTO DI IMPIANTI INTERNI - FULMINE IN PROSSIMITÀ DI UN SERVIZIO CONNESSO), RZ
- DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DI PERDITA DI VITE UMANE (R1)
- INTEGRAZIONI E CONSIDERAZIONI
- VALUTAZIONE DEI RISCHI
- RISCHIO R1: PERDITA DI VITE UMANE
- CALCOLO DEL RISCHIO R1
- ANALISI DEL RISCHIO R1
- SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

3.4. Il principio della sicurezza contro le esplosioni

Le misure di prevenzione delle esplosioni al fine di evitare la formazione di un'atmosfera esplosiva (p.es. idrogeno) ed eliminare fonti di innesco (energia in forma di calore o scintilla - derivante p.es. da fulminazione diretta o indiretta), saranno attentamente valutate e potranno portare a soluzioni riconducibili in:

- Sistema di protezione con LPS esterno (impianto parafulmine), dimensionato almeno secondo classe dell'LPS II (sfera rotolante raggio 30 m);
- Sistema di protezione interno mediante SPD per linee di energia e linee di segnale, spinterometri di sezionamento per tubazioni e flange sotto protezione catodica.
- Equipotenzialità, ovvero una rete equipotenziale conforme alla norma CEI EN 62305-4 in cui le parti metalliche della struttura (ferri di armatura del cemento armato elettricamente continui, facciate metalliche, pavimenti metallici, tubazioni metalliche, telai metallici di porte e finestre, schermi metallici di locali, canali metallici portacavi, schermi metallici dei cavi, barre di equipotenzialità, ecc.) sono state collegate fra loro e all'impianto di terra con connessioni multiple in modo da realizzare una rete di equipotenzialità.

3.5. Documentazione progettuale

Vanno fornite tavole grafiche di dettaglio in cui si evinca la rete di terra principale e secondaria, e tutti i punti di connessione sulla base delle indicazioni di cui al paragrafo precedente.

4. Progetto antincendio e relazione tecnica

4.1. Premessa

Sul sito di Merano e nello specifico nell'area del deposito/officina è presente una rete idrica antincendio, che alimenta 4 idranti, due in corrispondenza dell'ingresso (nord-est) e due sul lato opposto (sud-ovest) vicino alla zona lavaggio.

4.2. Generalità

Il DM 23 ottobre 2018 "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione", disciplina, ai fini della prevenzione incendi, la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione, con l'obiettivo di conseguire gli obiettivi di sicurezza relativi alla salvaguardia delle persone e alla tutela dei beni contro i rischi di incendio, ovvero in modo tale che le attività legate alla progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione, sono realizzate e gestite in modo da:

- a) minimizzare le cause di incendio e di esplosione;
- b) limitare, in caso di evento incidentale, danni alle persone;
- c) limitare, in caso di evento incidentale, danni ad edifici o locali contigui;
- d) permettere ai soccorritori di operare in condizioni di sicurezza.

4.3. Progetto e relazione illustrativa

In accordo con il DM 23 ottobre 2018 andrà quindi redatta una relazione tecnica indicante i principali parametri e requisiti che l'impianto deve garantire ovvero:

- distanze di sicurezza con gli elementi pericolosi dell'impianto e unità di erogazione, sia interne che esterne
- distanze di sicurezza da locali e servi accessori
- indicazioni circa il sistema di emergenza
- indicazioni circa valvole di intercettazione d'emergenza
- indicazioni circa valvole di scarico impianti di emergenza
- indicazioni circa valvole di intercettazione e scarico manuali
- indicazioni circa la protezione antincendio di ogni elemento pericoloso dell'impianto
- indicazioni circa la segnaletica di sicurezza e cartellonistica.

La relazione conterrà anche le indicazioni relative ai compressori, unità di stoccaggio, carri bombolai, la rete tubiera a gas, le costruzioni elettriche e tecnologiche a servizio dell'impianto.

La relazione tecnica deve riportare la classificazione del livello di pericolosità dell'impianto, le caratteristiche dell'alimentazione e le prestazioni idrauliche.

La verifica della rete esistente e il calcolo della nuova rete idranti, valutando anche la possibilità di derivazione dalla rete esistente.

Il progetto deve contenere le informazioni, analisi e motivazioni tecniche nel caso si valuti un funzionamento della rete a secco (soluzione prevista quando le condizioni climatiche potrebbero causare il congelamento dell'acqua nelle tubazioni). Nel caso gli impianti a secco devono essere realizzati a regola d'arte con riferimento al disposto della norma UNI/TS 11559:2014 e UNI 10779:2014. Tali reti si compongono di alimentazione idrica, rete di tubazioni fisse, preferibilmente ad anello, a uso esclusivo antincendio, opportuni ancoraggi (a distanza reciproca non superiore a 4 metri), attacco di mandata per autopompa VVF, valvole di sezionamento e apparecchi erogatori, nonché punti di drenaggio. Come noto l'attacco in mandata per autopompa è un dispositivo per mezzo del quale può essere immessa acqua in pressione nella rete idranti/naspi in condizioni di emergenza; deve essere montato in modo da poter essere collegato alla tubazione di alimentazione senza che si determinino strozzature e deve essere ubicato in posizione protetta rispetto all'incendio presumibile in modo da poter essere utilizzato agevolmente in emergenza; l'attacco inoltre deve essere perfettamente visibile e segnalato, protetto da urti e danni meccanici e stabilmente ancorato al suolo o a strutture di fabbricati.

Infine le disposizioni e procedure gestionali considerando anche le attività già presenti.

4.4. Documentazione progettuale

Gli impianti devono essere corredati da una relazione tecnica di calcolo ed essere sottoposti a collaudo con pressione di 1,5 Mpa per 2 ore.

La documentazione di progetto che deve consistere nella relazione tecnica, la relazione di calcolo, disegni e lay-out dell'impianto. Il progetto dell'impianto deve includere una planimetria riportante l'esatta ubicazione dei dispositivi di sfiato e delle valvole a diluvio della rete, la posizione dei punti di prova e di verifica e delle attrezzature nonché i dati tecnici dell'impianto.

Dovranno essere redatte planimetrie indicanti:

- le varie distanze di sicurezza anche in riferimento alle altre attività soggette alla prevenzione incendi presenti all'interno dell'areale,
- i mezzi di estinzione, i dispositivi di intercettazione e scarico dell'impianto, eventuali sistemi di rivelamento e controllo fughe;
- schema a blocchi di funzionamento del sistema di rifornimento, indicanti anche i vari dispositivi di sicurezza, blocco e intercettazione ecc.;

Lo stadio progettuale si esplicita attraverso le seguenti fasi essenziali:

1. Stabilire i fabbisogni idrici per far fronte in modo adeguato all'incidente credibile per il tipo di attività in esame;
2. Scelta ed ubicazione del tipo di attrezzatura da installare (lance, naspi, cannoni, ecc.) in relazione al livello di protezione che si intende raggiungere;
3. Ricerca del tracciato più idoneo per le tubazioni, tenendo presenti le esigenze di protezione da esplosioni, gelo, collisioni ecc. e di manutenzione;
4. Realizzare delle tubazioni adeguate a garantire le portate previste;

4.5. Verifiche e controlli

Nella documentazione di progetto dovranno essere riportate tutte le verifiche e controlli da eseguirsi sull'impianto come a titolo esemplificativo e non esaustivo:

- Esame generale dell'impianto
- Verifica del regolare flusso dei collettori di alimentazione per azione sulle valvole di intercettazione.
- Misura della pressione statica e dinamica
- Verifica di tutti i sistemi di emergenza attiva.
- Verifica dei sistemi di intercettazione
- Verifica della portata d'acqua effettiva sull'idrante UNI 45 del distributore idrogeno (prescritta minimo 120 l./min).
- Verifica della pressione effettiva della lancia in situazioni diverse come apertura singola e apertura con una contemporaneità di altre lance 2 idranti aperti a protezione dell'officina.
- Altro...

5. Classificazione delle aree a rischio di esplosione

5.1. Premessa

Lo scopo della classificazione è quello di caratterizzare il comportamento dell'idrogeno in aria e verificare le condizioni che ne favoriscono l'accumulo in concentrazioni pericolose. In particolare si deve valutare, sia in ambienti chiusi che all'esterno, o in presenza di strutture dove la miscela aria-idrogeno può rimanere intrappolata, i seguenti aspetti:

- le modalità di diffusione del gas e la direzione del suo moto;
- le modalità di interessamento del campo vicino e lontano dalla sorgente di emissione da parte della distribuzione di concentrazione;
- la tendenza o meno a raggiungere valori di concentrazione stazionaria in condizioni di emissione;
- la forma geometrica della zona interessata dalla concentrazione di idrogeno in aria e la sua estensione;
- i tempi necessari al raggiungimento di valori prefissati di concentrazione;
- i tempi di persistenza dell'atmosfera esplosiva al cessare dell'emissione e le modalità di riduzione progressiva della concentrazione;
- la tendenza all'accumulo di miscela esplosiva in prossimità di coperture, strutture concave (rispetto al moto del gas), l'influenza della distanza dal punto di emissione e della portata. È importante valutare anche le modalità di accumulo, il tipo di stratificazione (laminare o turbolenta), l'influenza della zona di interfaccia con il resto dell'ambiente;
- la capacità dei sensori di rilevare una situazione di pericolo in funzione del loro numero e della loro disposizione.

5.2. Generalità

Con riferimento a quanto si attiene alle problematiche legate alla valutazione e classificazione zone con pericolo di esplosione, è necessario procedere sulla base delle indicazioni contenute nella norma ATEX EN 60079-10-1, che tratta la classificazione dei luoghi dove possono manifestarsi pericoli associati alla presenza di gas o vapori infiammabili, e specificatamente con riferimento all'ultima edizione della norma pubblicata come CEI EN IEC a Settembre 2021.

La classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione va eseguita in conformità alle disposizioni legislative vigenti e alle norme e guide tecniche esistenti:

- UNI EN 1127-1:2019: Atmosfere esplosive - Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione Parte 1: Concetti fondamentali e metodologia.
- CEI EN 60079-10-1:2016-11 (CEI 31-87) – Fascicolo 15241. Atmosfere esplosive. Parte 10-1: classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
- Guida CEI 31-35:2012-02 e della relativa Variante CEI 31-35;V1:2014-05 per quanto applicabile
- UNI EN ISO 14121:2007: Sicurezza del macchinario – Valutazione del rischio – Parte 1: Principi

-UNI EN 15198:2008: Metodologia per la valutazione del rischio di apparecchi e componenti non elettrici destinati a essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive.

5.3. Procedura di classificazione

La procedura per la classificazione dei luoghi con pericolo d'esplosione sarà la seguente:

- a) analisi schematica dell'oggetto della classificazione dei luoghi con definizione dei limiti di competenza;
- b) individuazione di tutte le sostanze, in qualunque stato fisico, presenti in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito e tra queste vengono individuate quelle, ritenute pericolose ai fini del rischio esplosione;
- c) le sostanze infiammabili sono state specificate attraverso le caratteristiche significative;
- d) individuazione delle aree interessate dalle zone pericolose e definite le loro caratteristiche (temperatura, pressione, dati della ventilazione);
- e) per ciascuna area vengono individuate ed elencate le sorgenti di emissione (SR) con i dati significativi (codice di individuazione, descrizione, ubicazione);
- f) per ciascuna sorgente di emissione (SR) sono stati individuati il grado o i gradi di emissione e le condizioni di emissione della sostanza (temperatura, pressione, modalità di emissione);
- g) per ciascun grado di emissione sono definiti
 - la portata W_g di emissione di sostanze infiammabili, la distanza di estensione della zona;
 - il tipo o i tipi di zone pericolose
 - forma della zona o zone pericolose;
- h) si procede all'involuppo delle zone pericolose originate dalle singole sorgenti di emissione
- i) si stabiliscono i dati per la definizione dei requisiti dei Prodotti (apparecchiature ed impianti) a supporto del sistema idrogeno;
- j) redazione della documentazione tecnica di classificazione dei luoghi.

5.4. Documento di classificazione

Il documento redatto, ai sensi dell'Art.1.5.7 Allegato I Direttiva 2006/42/CE e relativo decreto attuativo (D.Lgs. 17/2010) è parte integrante del progetto e del fascicolo tecnico ed è relativo all'analisi del Rischio esplosione, secondo UNI EN 14121:07 e UNI EN 15198:08.

In particolare sono individuate e classificate le zone nelle quali sussiste il rischio d'esplosione originato dalle sorgenti d'emissione proprie del sistema di convogliamento e pompaggio, applicando i metodi d'analisi definite nelle norme EN 60079-10-1, norma CEI 31-87: Atmosfere esplosive. Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas.

Il rischio esplosione del compressore in esame è conseguente alle perdite strutturali e di possibile guasto dei sistemi di convogliamento e compressione di gas idrogeno, che determinano zone classificate che vanno riportate su uno o più elaborati grafici.

6. Documentazione finale impianti

6.1. Elaborati grafici finali di cantiere (AS BUILT)

Sono gli elaborati grafici finali che raffigurano lo stato reale di quanto eseguito, in modo da permettere di avere una esatta documentazione dei lavori così come effettivamente realizzati.

Praticamente sono i disegni costruttivi di cantiere, aggiornati con tutte le varianti e messe a punto avvenute durante i lavori.

Oltre a quanto già detto nel PDM, tali elaborati in generale devono comprendere:

- disegni generali d'insieme
- planimetrie
- piante
- schemi a blocchi
- schemi uni/ multifilare e funzionali
- tipici di installazione
- dettagli costruttivi
- disegni costruttivi di macchine ed apparecchiature
- relazioni di calcolo (quando necessario).

Gli elaborati devono essere realizzati secondo le indicazioni della Direzione Lavori con sistemi informatici e devono essere riproducibili su supporto magnetico in formato AUTOCAD (dwg).

La tipologia dei caratteri per simboli, lettere, numeri, ecc. deve essere concordata con la Direzione Lavori secondo gli standard del Committente.

Le parti ripetitive del disegno devono essere realizzate mediante "blocchi / simboli" da utilizzarsi sui disegni anche se differenti.

Tutti i disegni devono essere realizzati facendo ampio uso di "Layer" predefiniti dalla Direzione Lavori, contenenti informazioni omogenee, al fine di consentire elaborazioni separate per ognuna di tali tipologie di informazioni.

L'Appaltatore è inoltre tenuto ad apportare agli elaborati predetti tutte le modifiche eventualmente prescritte dal Collaudatore entro 15 giorni dalla richiesta.

Prima della stesura dei disegni "as built" l'Appaltatore è ovviamente tenuto ad elaborare e fornire tutti i disegni costruttivi di cantiere per la corretta esecuzione dei lavori, nel numero di copie specificato nella D.A..

6.2. Raccolta documentazione tecnica

È costituita da fascicoli ordinati in cui sono raccolti:

- copia delle denunce ai vari enti (ISPESL, ASL, VV.F., ecc.) per impianti soggetti
- certificazioni di laboratori ufficiali per prove su materiali
- dichiarazioni di conformità D.M. del 22 Gennaio 2008, n. 37
- certificati di collaudo e dichiarazioni di conformità di apparecchiature

- certificati di omologazione di apparecchiature
- certificati di garanzia di materiali e apparecchiature
- certificati e verbali di ispezioni ufficiali
- rapporti di controlli, verifiche, messe a punto e prove effettuate in sede di collaudo degli impianti

6.3. Tarature, prove, misure

È l'attività che l'Appaltatore deve eseguire in corso d'opera ed al termine dei lavori per fornire gli impianti regolarmente funzionanti, come richiesto dal PDM.

Tale attività è documentata in generale da verbali e schede interne fornite dalla D.L. relativi a:

- prove effettuate sui circuiti elettrici;
- prove e misure effettuate sugli impianti di appalto completi di schede, diagrammi, calcoli, ecc. come detto nel PDM.

Altre usuali attività, come:

- verifiche in officina
- prove in fabbrica
- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto
- avviamenti
- verifiche e prove preliminari
- verifiche e prove definitive rappresentano i normali interventi che l'Appaltatore deve eseguire per fornire gli impianti ultimati e funzionanti.

6.4. Manuale di conduzione

È costituito da fascicoli ordinati in cui sono raccolti:

- descrizione particolareggiata degli impianti
- descrizione discorsiva delle procedure di avviamento e di spegnimento dei vari componenti degli impianti, nonché delle procedure per la modifica dei regimi di funzionamento, ecc.
- descrizione dettagliata delle logiche di funzionamento
- descrizione grafica delle sequenze operative con identificazione codificata dei componenti impiantistici interessati
- tavole grafiche riferentisi a schemi funzionali ed a particolari costruttivi particolarmente significativi (tavole in aggiunta al fascicolo "as built")
- schedario delle tarature dei dispositivi di sicurezza
- schedario delle tarature dei dispositivi di regolazione.

L'onere per quanto sopraddeito deve essere compreso in tutti i singoli prezzi unitari.

6.5. Manuale di manutenzione

È costituito da fascicoli ordinati in cui sono raccolti:

- elenco apparecchiature

- schede tecniche apparecchiature (sono i manuali tecnico / manutentivi originali dei vari costruttori per ciascun componente di impianto, siano essi cataloghi, disegni, pubblicazioni varie)
- certificati di garanzia
- elenco fornitori
- elenco parti di ricambio e materiali di consumo
- elenco centri di assistenza o di servizio.

L'onere per quanto sopraddeito deve essere compreso in tutti i singoli prezzi unitari.

Programma di manutenzione

Sono precisate le istruzioni formali per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica ordinaria.

Programma di controllo della strumentazione; ecc.).

In questo capitolo vanno incluse le tabelle riassuntive per la manutenzione ordinaria delle macchine, delle apparecchiature e dei componenti dei vari impianti.

La manutenzione ordinaria indicata su queste tabelle va suddivisa su sette periodi, precisamente: Giornaliero

- Settimanale - Quindicinale - Mensile - Bimestrale - Semestrale ed Annuale (o pluriennale).

Dette tabelle possono essere anche consultate per programmare una manutenzione preventiva di tutti gli impianti, aiutandosi anche con le informazioni riportate nei manuali "originali" dei costruttori inclusi nelle singole monografie.

Questi ultimi possono essere consultati per effettuare manutenzioni straordinarie.

7. Documentazione finale e dichiarazioni impianto idrogeno, gas, etc e verifiche

Con riferimento al DM 23 ottobre 2018 (G.U. 05 novembre 2018, n. 257) "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione", di seguito si sintetizzano i punti salienti per quanto non esaustivi del decreto che vanno rispettati per quanto applicabili.

7.1. Progetto antincendio.

Documentazione relativa al progetto antincendio ai sensi del testo coordinato del DM 23 ottobre 2018 "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione" attività n.13

7.2. Compressori.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

- a) I compressori sono progettati, realizzati ed installati in conformità alla regola dell'arte, ovvero conformi alla norma EN 1012-3.
- b) Il dispositivo di intercettazione d'emergenza ne arresti il funzionamento quando la pressione, sul lato di aspirazione, scenda al di sotto della pressione minima di alimentazione.

- c) Il compressore è equipaggiato con un sistema di sicurezza per impedire le sovrappressioni.
- d) Il compressore è munito di un sistema di valvole di scarico per la depressurizzazione di emergenza.
- e) Il compressore è connesso con il resto dell'impianto attraverso l'impiego di opportuni sistemi per lo smorzamento delle vibrazioni.
- f) I compressori sono dotati di idonei sistemi per lo svuotamento e l'inertizzazione per consentire le operazioni di manutenzione.
- g) Gli accessori di sicurezza (valvole di sicurezza) installati a valle dei compressori, a garanzia che non siano superate le pressioni massime di esercizio, sono montati indipendentemente da quelli esistenti nei compressori stessi.
- h) I compressori, comprensivi degli eventuali dispositivi di pertinenza (ad esempio serbatoi adibiti a smorzare le pulsazioni di pressione) sono collocati in box adeguati all'uso ovvero, in area delimitata da muri perimetrali costruiti in calcestruzzo armato, o in altro materiale incombustibile di adeguata resistenza meccanica, con caratteristiche costruttive dei manufatti tali da garantire solo perimetralmente la mitigazione degli effetti dovuti a scenari da rilascio e di incendio ed ai materiali che venissero proiettati a seguito di un eventuale scoppio. L'altezza della delimitazione è maggiore di almeno 1 m rispetto al punto più alto degli elementi pericolosi in esso contenuti. La pavimentazione e la copertura, che qualora presente è di tipo leggero, sono realizzate in materiali incombustibili. Al suo interno sono adottati idonei accorgimenti per prevenire la formazione e la permanenza di atmosfere esplosive.
- i) I recipienti adibiti a smorzare pulsazioni di pressione hanno volume geometrico non superiore a 0,4 m³.

7.3. Unità di stoccaggio.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

- a) L'accumulo di idrogeno gassoso, costituito da più recipienti, con pressione di esercizio variabile, non superiore a 1000 bar, e quantitativo massimo di idrogeno in deposito non superiore a 6000 Nm³.
- b) Gli stoccaggi sono progettati e realizzati in conformità alla regola dell'arte, ovvero conformi alla norma ISO 19884.
- c) Ogni unità di stoccaggio di idrogeno gassoso ha i seguenti requisiti di sicurezza:
 - I. la struttura di supporto è incombustibile con caratteristiche di resistenza al fuoco almeno R60 o essere protetta in modo da garantire prestazioni equivalenti a R60;
 - II. dispone di dispositivi di sicurezza che impediscano alla pressione di superare il valore di progetto, indipendentemente dalla temperatura di stoccaggio;
 - III. disporre di un dispositivo di sicurezza, attivato termicamente, che intervenga in caso di superamento della temperatura di progetto del mantello;

IV. Ciascuna unità di stoccaggio risulta isolabile dal resto dell'impianto tramite valvole di intercettazione di emergenza.

V. Ogni unità di stoccaggio (singolo box), è dotata di sistema di misura della pressione e della temperatura interna del gas.

VI. Le unità di stoccaggio sono collocate in apposito box (punto Ah). Se il volume complessivo del deposito è superiore a 6000 Nm³, il box è suddiviso in porzioni delimitate da muri costruiti in calcestruzzo armato, o in altro materiale incombustibile di adeguata resistenza meccanica, con caratteristiche costruttive dei manufatti tali da garantire solo perimetralmente la mitigazione degli effetti dovuti ad incidenti.

VII. Le unità di stoccaggio sono disposte all'interno di ciascun box in maniera tale da limitare i rischi di impatto diretto di un eventuale rilascio da un'unità a quella adiacente.

VIII. Le unità di stoccaggio sono posizionate ad una distanza tra loro e dalle pareti del box tale da garantire l'effettuazione delle operazioni di sorveglianza e di manutenzione.

7.4. Box per i carri bombolai.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/ prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

a) Le aree sono come definite come al punto Bh.

b) I carri bombolai utilizzati all'interno dei distributori devono rispettare la normativa ADR e durante lo scarico dell'idrogeno gassoso, i tubi del carro bombolaio sono considerati parte dell'installazione.

c) Il percorso previsto per il carro bombolaio, dall'ingresso dell'impianto di distribuzione fino al punto di scarico, deve essere privo di ostacoli. (Planimetria con tracciato), inoltre il carro bombolaio deve essere parcheggiato in modo che la motrice possa agganciare il carro e trainarlo anche in caso di emergenza senza compiere manovre (in direzione di uscita dall'impianto).

d) L'impianto di travaso dal carro bombolaio alle unità di stoccaggio/compressione dispone di un dispositivo di arresto che interrompe il flusso dell'idrogeno sia lato impianto che lato carro bombolaio non appena viene premuto il pulsante di emergenza, presente all'esterno del box.

e) Il locale con le unità di stoccaggio, garantisce in ogni caso l'effettuazione, in sicurezza, delle operazioni di sorveglianza e manutenzione.

7.5. Impianto gas.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

a) I materiali impiegati corrispondono ai requisiti di cui al decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 26, ovvero con riferimento a tubazioni, valvole di intercettazione, di scarico e di sicurezza, nonché di apparecchiature che compongono la rete di alimentazione, compressione, smorzamento, accumulo, distribuzione del gas e sistema di emergenza.

b) Le pressioni di progetto dell'impianto sono almeno del 10% superiori alle massime pressioni nominali di esercizio e, in ogni caso, non inferiori alle pressioni di intervento delle valvole di sicurezza.

c) La sovrappressione nella linea di alimentazione del dispositivo di erogazione gas non è superiore all'1% della pressione di erogazione, con pulsazioni della pressione non superiori al 4%. Le macchine installate debbono essere conformi alle vigenti norme.

d) Dispositivo di misura. Se all'aperto con adeguata protezione dagli agenti atmosferici. La distanza di protezione tra il dispositivo di misura e la recinzione dell'impianto, è non inferiore a 3 m.

e) Tubazioni rigide in pressione sono:

I. progettate, costruite e collaudate secondo decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 26;

II. collocate a vista, facilmente ispezionabili, soprassuolo, in posizione protetta da possibili urti, posate in appositi cunicoli carrabili dotati di griglie di aerazione con superficie almeno pari alla sezione del cunicolo, oppure possono essere collocate interrate, a profondità di interrimento non inferiore a 0,50 m;

III. protette da fenomeni di corrosione esterna e devono risultare non significative le eventuali sollecitazioni all'interno del materiale a causa del montaggio, degli assestamenti o delle differenze di temperatura;

IV. realizzate preferibilmente con giunti saldati, le giunzioni non saldate sono comunque ispezionabili;

V. chiaramente segnalate e individuate, anche a terra.

VI. La scelta delle modalità di posa delle tubazioni dovrà essere condotta tenendo conto delle attività di ispezione, controllo e manutenzione.

f) Tubazioni flessibili.

I. Le tubazioni flessibili, sono utilizzate unicamente per i collegamenti dei compressori e dei carri bombolai.

II. hanno pressione di esercizio non inferiore a quella del sistema di condotte in cui vengono inserite.

III. Le tubazioni flessibili in pressione sono progettate, costruite e collaudate secondo il decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 26.

g) Dispositivi di limitazione della pressione ed accessori di sicurezza.

I. I dispositivi di limitazione della pressione e gli accessori di sicurezza sono progettati e realizzati secondo le disposizioni di cui al decreto legislativo 15 febbraio 2016, n. 26.

II. La pressione di erogazione dell'idrogeno non deve superare la pressione equivalente di 700 bar, alla temperatura di erogazione.

III. La compressione è realizzata con pressione non superiore a 700 bar, la linea che adduce il gas alle unità di erogazione deve essere dotata di idonei dispositivi per la limitazione della pressione a 700 bar.

IV. Sulle medesime linee è installato un dispositivo di scarico in atmosfera tarato a non più del 110% della pressione massima di esercizio stabilita e con condotta di valle di sezione non inferiore a 20 volte la sezione di calcolo del dispositivo di sicurezza stesso.

IV. I dispositivi di limitazione della pressione delle linee di adduzione alle unità di erogazione devono intervenire prima che la pressione effettiva abbia superato la pressione massima di esercizio stabilita per non più dell'1%.

h) Unità di erogazione.

I. Le unità di erogazione sono provviste della marcatura CE e devono soddisfare ai requisiti essenziali di sicurezza del decreto legislativo 19 maggio 2016, n. 85.

II. Il collegamento dell'apparecchio di distribuzione alla linea di adduzione del gas è effettuato tramite una valvola di eccesso di flusso.

III. L'unità di erogazione è dotata di idoneo sistema di protezione dalle sovrappressioni.

IV. L'erogatore è dotato di un dispositivo che garantisca che l'erogazione possa avvenire unicamente solo dopo averlo collegato al serbatoio del veicolo e che impedisca l'erogazione quando lo stesso è scollegato.

V. L'erogatore è dotato di un dispositivo che esegue, prima del consenso all'erogazione, il test di tenuta del sistema di collegamento al veicolo.

VI. A monte dell'erogatore è prevista una valvola di intercettazione di emergenza.

i) La tubazione flessibile dell'erogatore:

I. non supera i 5 m di lunghezza;

II. è adatta al trasporto di idrogeno;

III. ha una pressione di rottura pari ad almeno tre volte la pressione di esercizio;

j) è presente un'etichetta stampata contenente almeno le seguenti informazioni:

I. la pressione massima ammessa;

II. la data di fabbricazione;

III. il nome del produttore o il logo aziendale;

IV. l'ultima data di prova.

k) La tubazione flessibile dell'erogatore dispone di un dispositivo che, in una situazione in cui un veicolo si muova con il tubo di mandata ancora connesso, interrompa automaticamente il flusso di idrogeno sia lato unità di erogazione che lato veicolo (intercettazione automatica alla rottura).

l) Se il dispositivo di intercettazione automatica alla rottura interviene, la tubazione potrà essere ricollegata solo da personale appositamente formato.

m) Le unità di erogazione sono collegate elettricamente a terra.

n) È assicurata l'equipotenzialità tra il veicolo stradale e l'impianto di erogazione. In assenza di equipotenzialità, l'erogazione non deve avvenire.

o) L'unità di erogazione è dotata di un sistema di controllo atto ad impedire il superamento della temperatura massima consentita del serbatoio del veicolo.

- p) Ogni singolo distributore dispone di un proprio pulsante di arresto di emergenza con segnalazione visiva della entrata in funzione.
- q) I pulsanti di arresto d'emergenza sono collegati alle valvole di intercettazione dell'unità di erogazione.
- r) L'installazione è dotata di un sistema che ne consenta il riavvio solo a seguito di intervento di personale appositamente formato.
- s) Dispositivi di intercettazione e scarico dell'impianto.
- I. valvole di intercettazione d'emergenza, con la funzione di arresto del trasferimento dell'idrogeno tra le varie parti dell'impianto. Tali valvole sono del tipo normalmente chiuso, a funzionamento automatico asservito ad un sistema di controllo di sicurezza;
- II. valvole di scarico impianti di emergenza, con la funzione di consentire la depressurizzazione rapida di una parte di impianto o il convogliamento dell'idrogeno in particolari parti di impianto con finalità di sicurezza. Tali valvole sono del tipo normalmente aperto. Sono a funzionamento manuale e automatico, eventualmente asservite a un sistema di controllo e attivazione manuale da remoto;
- III. valvole di intercettazione e scarico manuali: dispositivi con la funzione di intercettazione, isolamento e/o scarico di parti di impianto per scopi di manutenzione.
- IV. I dispositivi di intercettazione e scarico dell'impianto, sia con funzioni di emergenza che di esercizio, sono facilmente accessibili per la manutenzione e l'ispezione.
- V. I dispositivi di intercettazione e scarico con funzione di emergenza sono progettati per poter funzionare in tali condizioni.
- VI. Gli stessi sono chiaramente individuati da apposita segnaletica di identificazione.
- VII. I dispositivi di intercettazione e scarico di emergenza dovranno essere installati al fine di poter intercettare e depressurizzare apparecchiature e tratti di tubazioni in seguito di eventi anomali/incidentali.
- VIII. Tutti i dispositivi di scarico sono convogliati in appositi collettori aventi resistenza meccanica adeguata alle sollecitazioni indotte dallo scarico.
- IX. Lo scarico in atmosfera dell'idrogeno deve avvenire ad un'altezza sufficiente da non costituire pericolo per persone e impianti in caso di innesco.

7.6. Sistema di emergenza

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/ prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

- a) comandato da pulsanti di sicurezza, con riarmo manuale, collocati in prossimità del box compressori, delle unità di stoccaggio, dell'impianto di produzione, dei carri bombolai, della zona rifornimento veicoli e del locale gestore, in grado di:
- I. isolare completamente le tubazioni di mandata alle unità di erogazione mediante valvole di intercettazione di emergenza;

- II. isolare completamente la linea di bassa pressione dall'aspirazione e la linea di mandata dei compressori;
- III. isolare completamente gli stoccaggi;
- IV. isolare completamente i carri bombolai e l'impianto su box;
- V. interrompere integralmente il circuito elettrico dell'impianto e delle installazioni accessorie, ad esclusione delle linee che alimentano impianti di sicurezza.

7.7. Costruzioni elettriche.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/ prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

- a) È presente almeno un dispositivo di sezionamento di emergenza ubicato in posizione protetta tale da togliere tensione a tutto l'impianto;
- b) I circuiti terminali sono suddivisi in modo da garantire l'indipendenza elettrica dei circuiti di alimentazione dei servizi di sicurezza e dei circuiti di alimentazione dei servizi erogati al pubblico;
- c) i circuiti sono protetti dal fuoco, per l'alimentazione dei servizi di sicurezza destinati a funzionare in caso di incendio secondo le specifiche previste dalle norme tecniche di riferimento applicabili 60 min illuminazione di emergenza e sistemi di controllo.
- d) gli elementi pericolosi dell'impianto, i compressori, le unità di stoccaggio, carri bombolai, le unità di erogazione e gli elementi di connessione tra elementi pericolosi per il trasferimento dell'idrogeno (tubazioni e connessioni), sono sorvegliati mediante l'installazione dei sistemi di controllo di seguito specificati:
 - I. sistema di rilevamento e controllo di temperatura, ove possano essere raggiunti elevati valori di temperatura sono soggetti a monitoraggio e controllo della temperatura;
 - II. sistema di rilevamento e controllo fughe di gas; è previsto un sistema di rilevazione e controllo delle fughe di gas in tutte le aree dell'impianto suscettibili di essere interessate dalla possibile formazione di un'atmosfera esplosiva pericolosa secondo gli esiti della valutazione del rischio da condursi in conformità al titolo XI del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.
 - III. sistema di rilevazione di fiamma: deve essere previsto un sistema di rilevazione di fiamma collocato in tutte le aree dell'impianto suscettibili di essere interessate dall'accensione di eventuali perdite di idrogeno.
 - IV. le segnalazioni dei sistemi di controllo devono pervenire ad apposite centrali collocate all'interno dell'ufficio del gestore e sono collegate ai sistemi di emergenza di cui al precedente punto "E". È installato un segnale esterno luminoso e sonoro collegato all'attivazione dei sistemi di controllo.
- e) Dichiarazione di conformità dell'impianto, completo di tutti gli allegati
- f) Dichiarazione impianto di messa a terra
- g) Planimetrie aggiornate e As-Built
- h) Documento di valutazione rischio scariche atmosferiche

7.8. Protezione antincendio.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/ prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

- a) Gli estintori portatili sono installati a protezione di ogni elemento pericoloso dell'impianto, inoltre deve essere presente almeno un estintore ogni 100 m² di superficie in pianta per i locali destinati a servizi accessori.
- b) Gli estintori sono ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, e hanno una carica nominale non inferiore a 6 kg con capacità estinguente non inferiore a 21 A 113 B.
- c) Gli elementi pericolosi (compressore) sono protetti con una rete idranti progettata e realizzata in conformità alle disposizioni del decreto del Ministero dell'interno del 20 dicembre 2012.

7.9. Distanze di sicurezza.

Attestazione/dichiarazione/verifica funzionale/ prove di collaudo, certificazione etc. relative a, e che:

- a) Siano rispettate le distanze di sicurezza con gli elementi pericolosi dell'impianto e unità di erogazione nello specifico con riferimento alla distanza di protezione (m), distanza di sicurezza interna (m), distanza di sicurezza esterna (m)

7.10. Documenti tecnici.

Presso l'impianto sono disponibili i seguenti documenti:

- a) un manuale operativo contenente le istruzioni per l'esercizio dell'impianto;
- b) pianificazione di emergenza contenente le procedure per la messa in sicurezza dell'impianto;
- c) uno schema di flusso semplificato degli impianti di stoccaggio e/o di produzione, di misura, compressione e distribuzione dell'idrogeno per autotrazione;
- d) una planimetria riportante l'ubicazione degli impianti e delle attrezzature antincendio, nonché l'indicazione delle aree protette dai singoli impianti antincendio;
- e) gli schemi degli impianti elettrici, di segnalazione e allarme;
- f) il registro di manutenzione dell'impianto con indicazione delle periodicità manutentive previste e dell'evidenza dell'attività svolta.

K. Segnaletica di sicurezza.

Sono osservate le disposizioni sulla segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81. Inoltre, in posizione ben visibile, deve essere esposta idonea cartellonistica riproducente uno schema di flusso dell'impianto con indicazioni delle valvole, in modo da renderle facilmente individuabili, delle apparecchiature e delle unità di stoccaggio.

Deve essere esposta una planimetria dell'impianto ed affisse istruzioni per gli addetti inerenti:

- a) il comportamento da tenere in caso di emergenza;
- b) la posizione dei dispositivi di sicurezza;
- c) le manovre da eseguire per mettere in sicurezza l'impianto (ad esempio: azionamento dei pulsanti di emergenza, funzionamento dei presidi antincendio).

In prossimità delle unità di erogazione idonea cartellonistica dovrà indicare le prescrizioni ed i divieti per gli automobilisti, fra cui anche i cartelli indicanti che il veicolo può essere messo in moto soltanto dopo che il dispositivo di erogazione è stata disinserito da parte dell'addetto al rifornimento.

7.11. Chiamata di soccorso.

I servizi di soccorso devono poter essere avvertiti in caso di emergenza tramite rete telefonica fissa. La procedura di chiamata deve essere chiaramente indicata a fianco di ciascun apparecchio telefonico dal quale questa sia possibile.

8. Impianti elettrici - Caratteristiche tecniche e costruttive

8.1. Generalità

Il presente documento fornisce le prescrizioni minime di carattere generale relative alle modalità esecutive degli impianti alle quali ci si dovrà attenere. Le indicazioni specifiche dei singoli impianti speciali, nonché dei relativi componenti costitutivi devono essere riportate negli elaborati di progetto.

Gli impianti devono essere realizzati, configurati e messi in servizio con le modalità indicate dal costruttore al fine di renderli eseguiti a perfetta regola d'arte e perfettamente funzionanti.

8.2. Prescrizioni generali

Generalità sugli impianti elettrici,

- realizzazione di tutti i collegamenti elettrici dell'impianto d'illuminazione, dei sistemi di sicurezza e di sorveglianza, dei motori elettrici, dei sistemi di ventilazione, dei sensori elettrici, delle colonnine di comando locale, ecc.,
- taratura ed allineamento dei termici e dei sistemi di protezione a quadro,
- realizzazioni delle connessioni di potenza, di comando e di telegestione,
- l'alimentazione delle centraline di gestione degli impianti speciali (PLC, nodi di rete, centrali rivelazione incendi, ecc.) deve essere efficacemente protetta contro le sovratensioni transitorie provenienti dalla rete elettrica con dispositivi di protezione realizzati con scaricatori di adeguate caratteristiche,
- i componenti in campo, come cartelli illuminati, telecamere, semafori, controllo altezza, ecc., devono essere completi di punto terminale di alimentazione e/o segnale, realizzato con cassette di derivazione con grado di protezione IP67 con eventuale morsettiera e protezioni adatte, tubazioni in acciaio inox staffate a parete e cavi di collegamento derivati dalla dorsale di distribuzione e/o segnale. Le caratteristiche dei cavi utilizzati devono rispondere alle prescrizioni progettuali,
- ogni connessione deve essere compiuta in modo da assicurare il contatto stabile e meccanicamente solido a mezzo l'uso di connettori a compressione e morsettiera adeguata,
- tutti gli apparecchi, quadri locali e cassette di giunzione e/o smistamento devono essere messi a terra tramite piastrine,
- la manovra, le verifiche e la normale manutenzione di tutti le parti o apparecchiature elettrotecniche devono essere possibili senza l'uso di mezzi ausiliari, come scale, trabattelli, ecc. e non essere impedita da altre parti d'impianto,
- ogni singolo componente deve essere identificato con la codifica che sarà definita in sede di DL a mezzo targhette adesive in tela plastificata.

8.3. Sistemi di posa e di distribuzione

I sistemi di posa e di distribuzione devono essere eseguiti in osservanza di, - tutto l'impianto elettrico luce e forza motrice deve essere realizzato con passerelle e sistemi di posa separati da

quelli necessari per l'impianto strumentale. Questo criterio deve essere rispettato anche negli attraversamenti e nei cunicoli presenti nelle varie planimetrie,

- i pozzetti, le tubazioni e le cassette di derivazione/transito devono essere dedicate agli impianti speciali ed indipendenti da quelle utilizzate per gli altri servizi (illuminazione, ventilazione, ecc.),
- ogni sistema di posa a vista, passerella o cassetta di giunzione deve poter essere montata e/o smontata senza che questo comporti il danneggiamento della stessa o di altra parte dell'impianto, -
- le cassette di giunzione (ove necessarie) devono essere ubicate in zone sicure per l'operatore,
- tutti i tubi o passerelle porta conduttori in vista devono essere fissati in modo sicuro, con graffette e supporti,
- per fissaggio degli stessi su pareti in muratura o cemento armato non sarà permesso l'uso di chiodi sparati,
- tutti i tubi posati nelle strutture murarie devono essere installati prima della gettata,
- non saranno permesse scanalature nei manufatti della galleria,
- i tubi porta cavi devono avere percorso esclusivamente orizzontale o verticale e il più diritto possibile e le eventuali curve devono essere le più ampie possibili o saranno installate curve apribili,
- i porta conduttori devono essere lavorati a perfetta regola d'arte, sbavati alle estremità, tagliati a squadra, ecc.,
- tutte le passerelle poste in verticale saranno coperte per un'altezza di 2,5 m da piano di camminamento,
- le cassette di distribuzione elettriche devono avere l'ingresso cavi dal basso e l'uscita laterale.

8.4. Linee e cavi

Le linee e i cavi devono essere posati in osservanza di,

- i cavi elettrici di potenza e di controllo/comando devono avere un percorso separato dai cavi di dati/misura,
- tutti i conduttori e le linee di alimentazione saranno identificabili nei quadri, negli incroci e/o nelle derivazioni di percorso e sull'utilizzatore,
- tutte le linee di alimentazione devono essere posate rispettando le prescrizioni consigliate dai fornitori degli stessi,
- non sono ammessi collegamenti elettrici sulle passerelle; ove si presentasse la necessità devono essere installate delle cassette di derivazione,
- tutte le morsettiere delle cassette elettriche devono essere opportunamente numerate.

8.5. Gradi di protezione delle apparecchiature

Il grado di protezione minimo degli equipaggiamenti elettrici e strumentali deve essere,

- quadri elettrici posizionati entro vani tecnici IP31,
- quadri elettrici posizionati al di fuori dei vani tecnici IP55,
- part interne quadri elettrici IP20,

- apparecchiature elettriche e strumenti in campo IP55,
- motori elettrici entro vani tecnici IP54,
- motori al di fuori dei vani tecnici IP55,
- apparecchi illuminanti per uffici IP20,
- altri apparecchi illuminanti IP55.

8.6. Prescrizioni tecniche generiche

8.6.1. Generalità

Prescrizioni ed indicazioni da osservare nell'esecuzione delle opere in oggetto.

8.6.2. Protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione dai contatti diretti saranno ottenute utilizzando esclusivamente componenti elettrici aventi adeguato isolamento delle parti attive, o aventi involucri o barriere capaci di assicurare almeno un grado di protezione pari a IP2X od IPXXB.

Ogni singolo circuito deve essere dotato di dispositivo onnipolare in grado di garantire il sezionamento di tutti i conduttori attivi (quindi neutro compreso).

di chiavi e/o attrezzi.

Si devono realizzare tutti gli interblocchi necessari per evitare chiusure accidentali che possono generare situazioni di pericolo per il personale addetto alla manutenzione.

La protezione contro i contatti diretti si può realizzare attraverso,

- isolamento delle parti attive con materiali non removibili (l'isolante può essere rimosso solamente tramite distruzione),
- involucri o barriere per impedire l'accesso alle parti pericolose (l'involucro può essere rimosso tramite l'uso di un attrezzo o di una chiave affidata a personale responsabile),
- mediante ostacoli,
- distanziamento in modo da impedire un contatto accidentale,
- interruttori differenziali ad alta sensibilità con correnti di soglia $I(d) \leq 30 \text{ mA}$ (protezione addizionale non dispensa dall'applicazione di una o più delle misure sopra indicate),
- utilizzo di particolari impianti (sistema IT).

Le misure di protezione mediante ostacoli o distanziamento sono permesse in locali accessibili solo a persone addestrate.

8.6.3. Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse metalliche).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento di impianti, contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze, deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

Oltre all'impianto di messa a terra per garantire la protezione dai contatti indiretti è necessario installare a monte degli apparecchi utilizzatori un dispositivo in grado di rilevare la dispersione di corrente verso terra (interruttore differenziale) che interrompa il flusso di corrente elettrica prima che la stessa assuma valori pericolosi.

Gli interruttori magnetotermici, i fusibili e gli interruttori differenziali devono essere coordinati con l'impianto di messa a terra in modo da garantire il rispetto delle condizioni di sicurezza richieste dalla Norma CEI 64-8.

La protezione dai contatti indiretti può essere ottenuta mediante,

- interruzione automatica dell'alimentazione,
- uso di componenti elettrici di classe II o isolamento equivalente,
- bassissima tensione di sicurezza (SELV) o di protezione (PELV),
- bassissima tensione funzionale (FELV),
- separazione elettrica fornendo l'alimentazione attraverso un trasformatore di isolamento.

La prevenzione dei contatti indiretti si basa sui controlli periodici degli interruttori e dell'efficienza dell'impianto di messa a terra.

8.6.4. Protezione contro i sovraccarichi

Tutti i circuiti devono essere protetti nel senso che i dispositivi di protezione devono interrompere la corrente prima che diventi pericolosa per le sollecitazioni termiche e meccaniche. I dispositivi devono essere introdotti nei punti in cui ci sia variazione di sezione dei conduttori o qualunque altra variazione che dia luogo ad una riduzione del coefficiente K (rapporto tra la corrente d'intervento e quella nominale del dispositivo di protezione).

La corrente nominale del dispositivo automatico di protezione deve essere compresa tra la corrente d'impiego del circuito e la portata massima del cavo.

La corrente di sicuro intervento del dispositivo automatico (relè termici accoppiati, interruttori automatici magnetotermici, ecc.) non deve essere superiore a $\leq 1,45$ volte la portata del cavo. Il tempo di interruzione deve essere inferiore al tempo che porta i conduttori alla massima temperatura ammissibile.

8.6.5. Protezione contro i cortocircuiti

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Essi devono avere un potere d'interruzione superiore o almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono essere omessi dove l'apertura intempestiva del circuito è fonte di pericolo (vedi norma CEI 64-8).

Non è necessario proteggere contro il cortocircuito derivazioni di lunghezza non superiore a 3m purché sia ridotto al minimo il rischio di cortocircuito, non siano in vicinanza di materiali combustibili, trattasi di cavi entro tubo e non ci si trovi in luoghi a maggior rischio d'incendio ed esplosione.

Ogni circuito o gruppi di circuiti deve poter essere sezionato dall'alimentazione per permettere di eseguire lavori su o in vicinanza di parti in tensione. Il sezionamento deve essere realizzato con dispositivi multipolari e deve riguardare anche il neutro se distribuito.

8.6.6. Protezione da sovratensioni

Al fine di proteggere l'impianti e le apparecchiature elettriche ed elettroniche a esso collegate, contro le sovratensioni di origine atmosferica (fulminazione indiretta) e le sovratensioni transitorie di manovra e limitare scatti intempestivi degli interruttori differenziali, l'impianto dovrà essere dotato di limitatori di sovratensione che garantiscano la separazione galvanica tra conduttori attivi e terra.

Per la protezione di particolari utenze molto sensibili alle sovratensioni, quali computer, centraline elettroniche in genere (centrale rivelazione incendio, gas, ecc.), dispositivi elettronici a memoria programmabile (PLC), le alimentazioni di corrente dedicate alla loro inserzione nell'impianto devono essere dotate di un dispositivo limitatore di sovratensione in aggiuntivo.

8.7. **Tubi e sistemi di distribuzione**

8.7.1. Generalità

Le tubazioni e i sistemi di posa sono utilizzati per l'alloggiamento dei cavi di alimentazione e di segnali.

8.7.2. Tubi

Tubi per impianti elettrici, protettivo, isolante, in materiale secondo indicazioni di progetto e forma di utilizzo, autoestinguente, conforme alle norme CEI, completo di giunzioni, curve, manicotti, cavallotti di fissaggio, dato in opera sotto traccia, a vista o interrato direttamente.

Distribuzione orizzontale marciapiedi

In partenza dalla centrale di servizio avviene l'alimentazione, risp. la fornitura di energia elettrica alle varie utenze e in particolare,

- tubazioni in materia plastica posati nei sottofondi dei marciapiedi con pozzetti dedicati. Le distanze tra i pozzetti sono definite dalle risalite necessarie in volta per le varie utenze, nonché per facilitare la posa dei cavi,
- tubazioni separate per impianti di potenza e di segnalazione,
- sufficiente dimensionamento in considerazione dei carichi termici, nonché di un eventuale ampliamento futuro degli impianti.

9. Cavi e linee

9.1. Varie

La scelta del tipo di cavo, se unipolare o multipolare, corda singola o cavo multipolare con caratteristiche particolari d'incendio, dipende dalle prescrizioni del progetto, dal tipo di impiego, dal luogo di posa e dal sistema di distribuzione e dalle caratteristiche ambientali.

Per la posa in tubazioni sottotraccia vengono usate normalmente corde unipolari, mentre per la posa a vista, in canali a parete o in passerelle, sono da utilizzare cavi multipolari.

Per locali con elevato rischio d'incendio, risp. impianti con pericolo d'incendio sono da usare condutture con caratteristiche particolari di incendio. Le condutture nei cavedi o comunque in canali o passerelle sono da proteggere contro la trazione. I cavi devono rispondere almeno alla norma CEI 20-22. Per impieghi speciali devono essere utilizzati cavi con caratteristiche più restrittive.

I cavi devono riportare stampigliato sulla guaina il tipo di cavo, la composizione e sezione, la tensione di isolamento, la rispondenza normativa, nonché il nome del produttore.

È stata pubblicata la Tabella CEI UNEL 35016 - Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (CPR) (305/2011, EN 50757), essa definisce quattro classi di reazione al fuoco, che consentono di rispettare le prescrizioni installative previste dalla Norma CEI 64-8.

Norma CEI UNEL si applica a tutti i cavi elettrici, siano essi per il trasporto di energia o di trasmissione dati con conduttori metallici o dielettrici, per installazioni permanenti negli edifici e opere di ingegneria civile. Di conseguenza tutti i cavi devono rispettare il Regolamento UE prodotti da costruzione (CPR) (305/2011, EN 50757), anche se non esplicitamente definito nel progetto.

10. Quadri elettrici

10.1. Prescrizioni generali

Tutte le opere di carpenteria dei quadri elettrici dovranno essere con carpenteria metallica.

La ditta appaltatrice, prima dell'inizio della costruzione dei quadri, dovrà far pervenire alla Direzione dei Lavori i disegni esecutivi meccanici mostranti il sistema di costruzione adottato ed in particolari più importanti quali,

- sistema di fissaggio degli interruttori e delle altre apparecchiature,
- sistema di barratura,
- sistema di cernieratura,
- fissaggio delle morsettiere e delle canalette di cablaggio.

La Direzione dei Lavori si riserva il diritto di indicare prescrizioni o modifiche tecniche da apportare nella costruzione delle carpenterie, al fine di migliorare la qualità o per adattarli alle specifiche esigenze dell'impianto.

Nella fornitura dei quadri saranno forniti i supporti necessari per il montaggio ed il fissaggio di tutte le apparecchiature elettriche, completi di bulloneria ed accessori metallici trattati galvanicamente.

Saranno forniti inoltre i seguenti materiali accessori del quadro,

- terminali dei cavi in ingresso ed uscita corredati di capicorda preisolati o rivestiti di isolante auto restringente, nonché ammaraggi, bulloneria zinco cadmiata e quanto altro necessario,
- sistema di distribuzione in sbarre in rame di adeguata sezione, corredate di supporti isolanti ed attacchi per il collegamento degli interruttori e sezionatori generali e quelli di distribuzione,
- cavi di sezione adeguata allo stesso tipo di collegamento di cui al precedente punto, isolati in materiale termoplastico tipo FS17 450/750 V,
- barra di terra di rame di adeguata sezione, collegata con l'anello generale di terra, opportunamente contraddistinta da verniciatura gialla,
- cavi di sezione adeguata al cablaggio interno del quadro, isolati in materiale termoplastico, tipo FS17 450/750 V
- morsettiera in materiale plastico termoindurente ad alta rigidità dielettrica e resistenza meccanica,
- capicorda preisolati,
- cartellini segnafile numerati,
- targhette per l'indicazione dei vari circuiti in partenza,
- schema elettrico di potenza e funzionale aggiornato con le eventuali varianti concordate in corso d'opera,
- targhetta di identificazione in accordo alle norme CEI 17 -13/1 (CEI 23-51 ove concesso)

11. Impianto di messa a terra

Per ogni costruzione contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8.

Tale impianto deve essere realizzato in modo da poter compiere le verifiche periodiche di efficienza.

L'impianto di terra svolge un ruolo fondamentale nell'impianto elettrico per la sicurezza e per la sua funzionalità e comprende,

- il dispersore (o i dispersori) di terra,
- il conduttore di terra,
- il conduttore di protezione,
- il collettore (o nodo) principale,
- i conduttori equipotenziali.

Le principali finalità sono,

- scaricare, rispettivamente disperdere le correnti dovute a cedimento dell'isolamento dei circuiti attivi,

- scaricare, rispettivamente disperdere le correnti dovute ai fulmini,
- scaricare, rispettivamente disperdere le correnti dipendenti dall'innesco degli scaricatori di sovratensione,
- creare un potenziale di riferimento,
- vincolare il potenziale di determinati punti dei sistemi dell'impianto elettrico.

11.1. Posa dei dispersori

L'impianto di terra, inteso come dispersori orizzontali e verticali, sono esistenti.

11.2. Collegamenti

I vari dispersori di terra esistenti, distribuiti in tutta l'area dell'impianto, devono essere collegati tra di loro e al collettore equipotenziale principale di terra per realizzare un impianto di terra comune e unico per tutta la costruzione.

I collegamenti devono essere eseguiti in materiale non ossidante, vale a dire con bandella in acciaio zincato di sezione minima di 30x3,5 mm, pari 100 mm².

Eventuali collegamenti tra materiali diversi, come rame con ferro, possono essere effettuati esclusivamente con appositi morsetti.

Le suddette prescrizioni sono da eseguire scrupolosamente per garantire una messa a terra ottimale e la sicurezza degli utenti.

11.3. Conduttori di protezione ed equipotenziali

Il conduttore di protezione (PE) è prescritto per le misure di protezione contro i contatti indiretti per il collegamento delle seguenti parti,

- masse,
- masse estranee,
- collettore principale di terra,
- dispersore,
- punto di terra della sorgente o neutro artificiale.

Sezione minima del conduttore di protezione,

- sezione conduttore di fase (L) $\leq 16 \text{ mm}^2$,
- sezione conduttore di protezione (PE) uguale alla sezione della fase (L),
- sezione conduttore di fase (L) $> 16 \text{ a } \leq 35 \text{ mm}^2$,
- sezione conduttore di protezione (PE) uguale 16 mm²,
- sezione conduttore di fase (L) $> 35 \text{ mm}^2$,
- sezione del conduttore di protezione (PE) uguale a $\frac{1}{2}$ della sezione di fase (L).

I conduttori equipotenziali per il collegamento delle masse e delle masse estranee devono essere con corda flessibile stagnata in rame ed isolata con guaina di PVC di colore giallo/verde.

Sezione pari a quanto stabilito dalle norme in vigore.

Non sono ammessi conduttori diversi dal tipo N07G9-K.

11.4. Collegamenti equipotenziali

Collettori equipotenziali di terra, di forma costruttiva e modello secondo le specifiche del progetto, devono essere installati nei seguenti locali,

- in ogni locale tecnico degli impianti elettrici,
- in tutti i locali tecnici adibiti a compressori e raffrescamento,
- nei punti di rifornimento.

Sul collettore di equipotenzialità devono confluire i seguenti conduttori di terra ove presenti,

- gabbia delle fondazioni,
- conduttori di protezione,
- tubazione in metallo per l'acqua,
- condotti in metallo di scarico,
- messa a terra della centralina del telefono o sistema di comunicazione equivalente ove presente,
- impianto di protezione contro le scariche atmosferiche, se necessario.

11.5. Misura della resistenza di terra

La resistenza di terra dell'intero impianto deve essere misurata e collaudata con uno strumento apposito.

11.6. Prestazioni

La fornitura e messa in opera dell'impianto di messa a terra comprende il collegamento ultimato di tutti gli utilizzatori ed impianti elettrici, compreso tutto il materiale necessario, come conduttori verdi/gialli di sezione adeguata, morsetti equipotenziali, capicorda ed eventuali, necessarie forature.

12. Protezione da sovratensioni

12.1. Generalità

Protezione degli impianti contro le sovratensioni e le scariche atmosferiche.

12.2. Protezione da sovratensioni

Installazione di un SPD (Surge Protective Device) all'inizio dell'impianto come limitatore di sovratensioni transitorie atto a deviare le correnti impulsive, con particolare riguardo alle diverse tipologie delle sorgenti di danno, come,

- sovratensioni interne ed esterne,
- fulminazione diretta ed indiretta.

Dimensionamento e scelta della protezione adeguata dalle sovratensioni considerando,

- il livello di pericolosità in funzione del livello di esposizione ai fulmini,
- le caratteristiche elettriche delle apparecchiature da proteggere,
- le caratteristiche elettriche della protezione,
- la tensione di innesco del dispositivo di protezione,

- il potere di scarica,
- il valore delle apparecchiature da proteggere.

La valutazione del rischio deve essere fatta considerando le diverse componenti di rischio definite dalle norme vigenti CEI EN.

La scelta e l'installazione dei limitatori di tensione a base della guida CEI 81-8.

13. Rete cablata strutturata e trasmissione dati

13.1. Definizione dell'impianto

Cablaggio strutturato di ultima generazione, di categoria 6, classe E, con velocità di trasmissione fino a 250 MHz. L'impianto deve essere progettato e realizzato in pieno accordo con le norme tecniche e direttive in vigore.

In particolare l'impianto deve corrispondere alle definizioni e prescrizioni delle,

- norma ISO/IEC 11801,
- norma EIA/TIA 568B,
- norma EN 50173, ed essere realizzato secondo queste disposizioni.

13.2. Armadi di distribuzione

Armadi di distribuzione a rack da 19" per un totale di fino a 42 unità EIA, atti al contenimento dei pannelli di distribuzione RJ45 schermati ed apparati attivi. Equipaggiati all'interno con guidacavi sulle fiancate laterali per il contenimento delle scorte di lunghezza dei patchcord.

13.3. Messa in opera degli armadi in locali dedicati.

Le posizioni degli armadi sono da definire in modo tale da rispettare le normative ISO/IEC 11801 in materia di distanze tra armadio di distribuzione ed altri impianti.

14. Reti in fibra ottica

Posa dei cavi di fibra ottica ove necessari

14.1. Premesse

Le prestazioni comprendono la posa dei cavi nelle infrastrutture precedentemente predisposte e/o esistenti.

La tipologia di infrastruttura utilizzata nella posa sarà prevalentemente costituita da tubazione per telecomunicazioni per cui composta da mono e/o tritubo con diametro esterno 50 mm, posati generalmente sottosuolo in trincea.

All'interno degli edifici saranno utilizzati ove è possibile percorsi esistenti che dovranno essere verificati per la posa dei cavi.

L'appaltatore sarà tenuto ad osservare le prescrizioni di posa stabilite dalla Committente e di seguito riportate,

- evitare tagli del cavo che darebbero luogo a giunzioni non motivate e non previste dal piano di posa,
- tagli necessari devono essere eseguiti con apposita attrezzatura e le teste del cavo dovranno essere immediatamente richiuse con materiali idonei allo scopo (es. cappucci termorestringenti),
- cura nel tiro del cavo in fase di posa al fine di evitare abrasioni, danneggiamenti e/o stress che possono compromettere la funzionalità delle fibre,
- cura nella posa delle scorte all'interno dei pozzetti di linea o sede dei giunti affinché non intralci od occluda i tubi disponibili e possa essere recuperata facilmente nel momento di necessità,
- garantire la protezione del cavo da roditori,
- non applicare durante il tiro con argano a motore, forze superiori alle indicazioni del costruttore,
- ridurre all'interno del pozzetto, nei casi in cui non lo sia già, la sporgenza del tubo prescelto fino alla misura di circa 15 cm, al fine di consentire successivamente una più agevole sistemazione del cavo e di eventuali muffole,
- in rete di distribuzione in caso di pozzetti interessati al transito di un numero elevato di cavi e all'interno dei quali è previsto l'alloggiamento di contenitori per apparati o muffole di giunzione, ecc. la sporgenza dei tubi attestati al pozzetto può essere ridotta fino a 5cm,
- identificare tramite etichette autoadesive indelebili il cavo posato all'interno dei pozzetti, il contenuto di tali etichette sarà concordato con la Committente.

15. Gruppi soccorritori d'emergenza - Gruppi statici di continuità (UPS)

15.1. Generalità

Gruppo di continuità di tipo statico (UPS) con convertitore in ingresso AC/DC che alimenta un inverter monofase o trifase e provvede contemporaneamente alla ricarica delle batterie. Le batterie ermetiche al piombo sono sempre contenute all'interno di un armadio che, per le potenze più piccole, è lo stesso della parte elettronica, mentre per potenze più elevate sono disposte in armadio dedicato accanto al gruppo.

Le batterie devono essere dimensionate per garantire l'autonomia richiesta.

Gruppo di continuità alimentato dalla sbarra preferenziale del quadro generale.

15.2. Tipo di alimentazione

Gruppo di continuità utilizzato per alimentare sistemi essenziali di sicurezza conforme alla norma EN 50091-1, alle sue relative parti e alle prescrizioni aggiuntive della presente norma.

Il carico viene continuamente alimentato senza interruzioni dal sistema, sia con rete presente che con rete assente, così che non si ha alcun tempo di risposta.

15.3. Condizioni di funzionamento

Il sistema deve funzionare nelle seguenti condizioni,

- il campo di tolleranza della frequenza della tensione d'ingresso deve essere entro $\pm 2\%$



del valore nominale,

- il campo di temperatura entro il quale l'apparecchio può funzionare deve essere dichiarato,
- l'apparecchio deve essere in grado di funzionare ad un'umidità relativa dell'aria pari al 85 %



senza condensa,

- il sistema deve essere in grado di funzionare ad altitudine fino a 1500 m sopra il livello del mare,
- la batteria deve essere protetta da scarica completa.

15.4. Batterie

Le batterie devono essere installate e le disposizioni per la manutenzione devono essere conformi sia alla norma EN 50272-2 che alle raccomandazioni del costruttore.

16. Illuminazione puntuale e generale

16.1. Generalità

L'appaltatore avrà a suo carico la progettazione fornitura e posa in opera dell'impianto di illuminazione costituito da apparecchi illuminanti posizionati sull'area esterna e nei locali tecnici, sia in zone Atex che non Atex.

16.2. Apparecchi illuminanti

Come apparecchi illuminanti per l'illuminazione delle aree esterne sono da prevedere proiettori a fascio con dotazione a LED in esecuzione testa palo. L'altezza del palo e la disposizione dei corpi illuminanti dovranno essere tali da garantire un illuminamento minimo mantenuto di 50 Lux sul piano viabile e uniformità di 0,4.

Apparecchi illuminanti locali tecnici a servizio dell'impianto di rifornimento idrogeno.

Nel caso si configurano delle ZONE 1, i componenti da installare devono riportare la seguente marcatura in accordo alla Direttiva ATEX 2014/34/UE o una che indichi caratteristiche più elevate del modo di protezione. Nelle ZONE 1 si adottano tutti quegli accorgimenti per limitarne il più possibile l'estensione, così facendo diventa più attuabile il proposito di non installare componenti elettrici che potrebbero innescare l'atmosfera esplosiva e, conseguentemente, aumentare la sicurezza.

In una ZONA 1 presenza di idrogeno l'elemento dell'impianto deve rispondere alla nomenclatura

II 2G Ex-e IIC T1 Gb

dove:

| | |
|-------------|--|
| II | luoghi con presenza di atmosfera esplosiva diversi dalle miniere |
| 2 | apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un livello di protezione elevato |
| G | gas |
| EX e | modo di protezione a sicurezza aumentata |
| IIC | gruppo di appartenenza dell'idrogeno |



| | |
|-----------|--|
| T1 | temperatura di innesco gas >450 °C; temperatura superficiale massima ammessa 440 °C |
| Gb | l'apparecchiatura non innesca in condizioni di funzionamento normale e nemmeno se si verificasse un guasto |

Nelle ZONE 2 (generalmente più estese delle ZONE 1), si prevede un'atmosfera esplosiva solo nel caso di un'anomalia, ovvero una condizione non voluta dovuta anche a una disattenzione dell'operatore

II 3G Ex-n IIC T3 Gc

dove:

| | |
|-------------|--|
| II | luoghi con presenza di atmosfera esplosiva diversi dalle miniere |
| 3 | apparecchi progettati per funzionare conformemente ai parametri operativi stabiliti dal fabbricante e garantire un livello di protezione normale |
| G | gas |
| EX n | modo di protezione n |
| IIC | gruppo di appartenenza dell'idrogeno |



| | |
|-----------|---|
| T3 | temperatura di innesco gas >200 °C; temperatura superficiale massima ammessa 195 °C |
| Gb | l'apparecchiatura non innesca in condizioni di funzionamento normale |

Le apparecchiature utilizzate in zone classificate ATEX "Zona 1" e "Zona 2", devono garantire un livello di protezione elevato sia in presenza di miscele di gas, vapori e nebbie (Zona 1) con un EPL Livello di Protezione dell'Apparecchiatura Gb, Db.

Illuminamento minimo mantenuto di 250 Lux.

17. Illuminazione d'emergenza

17.1. Generalità

L'illuminazione d'emergenza viene attivata in modo automatico in caso di interruzione di erogazione della energia elettrica e garantisce una sufficiente illuminazione a livelli di illuminamento nell'area di processo e rifornimento.

17.2. Indicazioni principali

Requisiti minimi,

- condizioni di visibilità necessarie per misure di evacuazione,
- garantita e sufficiente visibilità,
- pittogrammi segnaletici illuminati o retroilluminati indicanti i percorsi di fuga e i mezzi estinguenti,
- indicazioni sulla direzione da prendere per raggiungere il punto di raccolta,
- mantenimento dell'uniformità prevista,
- evitare l'abbagliamento fisiologico.

Il circuito di illuminazione di emergenza viene alimentato come da circuiti distinti da altri, con cavi FTG18(O)M16 0,6/1 kV PH 120 CEI 20-45. Nel caso si utilizzi un soccorritore (UPS) quale sorgente lo stesso non deve essere adibito ad altre funzioni, se non legate all'illuminazione.

Nei locali tecnici possono essere previsti apparecchi di emergenza autonomi, o lampade con propria batteria interna. Nel caso la fonte di alimentazione per la lampada è interna all'apparecchio, lo sono anche l'unità di controllo, la lampada a LED stessa e gli eventuali dispositivi di prova e segnalazione.

17.3. Calcoli illuminotecnici

L'appaltatore è obbligato a emettere i calcoli illuminotecnici di tutta l'area oggetto dell'intervento. Dal calcolo deve emergere chiaramente, che sono garantite le intensità medie luminose richieste per l'illuminazione di base e di emergenza.

18. Rete idrica antincendio - Caratteristiche tecniche e costruttive

18.1. Generalità

La rete idranti ha lo scopo di fornire acqua in quantità adeguata per combattere, tramite gli idranti ad esse collegati, l'incendio di maggiore forza prevedibile nell'area protetta. La norma UNI 10779 ne stabilisce l'uso e le caratteristiche.

La presenza di altri sistemi antincendio non esclude la necessità di installare una rete di idranti, a meno che l'acqua sia controindicata come agente estinguente.

18.2. Aree che devono essere avere gli idranti nell'impiantistica antincendio

L'area su cui insiste l'impianto di rifornimento ad idrogeno può considerarsi protetta se l'impianto è esteso all'intera area, comprendendo comunque anche quelle zone dove sono presenti materiali pericolosi ai fini dell'incendio, e dove queste zone sono raggiungibili con il getto d'acqua di perlomeno un idrante. Deve quindi essere inoltre realizzata una apposita rete naspi/idranti le cui caratteristiche prestazionali e di alimentazione sono quelle definite per la protezione interna dalla norma UNI 10779 con riferimento al livello di rischio 2.

18.3. Caratteristiche degli impianti idrici

Un impianto ad idranti è in pratica costituito da una tubazione ad anello con delle bocchette, un gruppo attacco per i pompieri e un gruppo di pompe corredato da una riserva idrica.

La tipologia degli idranti può essere varia, qui alcuni esempi:

- a colonnina idrante soprasuolo
- idrante sottosuolo
- idrante a muro
- idrante tipo naspo (vedi foto sopra)
- idrante UNI 70 o 45

Gli idranti hanno la funzione principale di:

- estinguere l'incendio;
- controllare l'incendio;
- raffreddare la struttura.

18.4. L'alimentazione degli idranti

L'alimentazione idrica a servizio delle reti di idranti deve essere realizzata secondo i criteri della regola dell'arte, e devono soddisfare le caratteristiche di sicurezza ed affidabilità dell'impianto.

Parte integrante dell'impianto è l'attacco motopompa per i vigili del fuoco, in derivazione o in linea, in sostanza serve ad immettere acqua nel sistema se per un caso l'alimentazione primaria non funzionasse. Pressione massima 12 bar.

18.5. Requisiti richiesti per idrante

Le alimentazioni idriche devono essere in grado, di garantire la portata e la pressione richiesta dall'impianto, nonché avere la capacità di assicurare i tempi di erogazione previsti.

Le alimentazioni idriche devono mantenere permanentemente in pressione la rete di idranti. Si ricorda comunque che, l'edizione Novembre 2014 della norma 10779 introduce la definizione di rete a secco, che viene riempita e pressurizzata in caso di attivazione dell'impianto.

18.6. Componenti della rete idranti

18.6.1. Tubazioni per installazione fuori terra (idranti soprasuolo)

Nei tratti fuori terra si devono utilizzare tubazioni metalliche aventi pressione nominale come definite sopra non inferiore a 1,2 MPa.

Le tubazioni di acciaio devono avere spessori minimi conformi alla UNI 8863 serie leggera, se poste in opera con giunzioni saldate o che non richiedono asportazione di materiale, oppure alla UNI 8863 serie media, se poste in opera con giunzioni filettate.

Possono essere usate anche tubazioni conformi alla UNI 6363 serie b, purché con giunzioni che non richiedano asportazione di materiale. I raccordi, le giunzioni, ed i pezzi speciali relativi devono essere di acciaio o ghisa conformi alla specifica normativa di riferimento ed aventi pressione nominale almeno pari a quella della tubazione utilizzata.

18.6.2. Tubazioni per installazione interrata (idranti sottosuolo)

Le tubazioni per installazione interrata devono essere conformi alla specifica normativa di riferimento ed avere, unitamente ai relativi accessori, le pressioni nominali non inferiori a 1,2 MPa; le tubazioni devono essere scelte tenendo conto delle caratteristiche di resistenza meccanica ed alla corrosione richieste per assicurare la voluta affidabilità dell'impianto.

18.6.3. Valvole di intercettazione

Le valvole di intercettazione devono essere di tipo indicante la posizione di apertura/chiusura; sono ammesse valvole a stelo uscente di tipo a saracinesca o a globo, valvole a farfalla, valvole a sfera. Le valvole di intercettazione devono essere bloccate usando un apposito dispositivo nella posizione di normale funzionamento, oppure sorvegliate mediante dispositivi di controllo a distanza.

18.6.4. Idranti sottosuolo

La posizione degli idranti in sottosuolo deve essere adeguatamente indicata; devono altresì porsi in atto misure per far sì che la segnaletica sia pienamente visibile ai Vigili del Fuoco e che gli idranti siano stati montati correttamente abbiano ricevuto una corretta manutenzione.

18.6.5. Idranti a colonna soprasuolo

Gli idranti a colonna soprasuolo devono essere conformi alla UNI 9485. All'esterno degli edifici, si raccomanda l'uso di idranti a colonna soprasuolo.

Deve essere prevista, per ciascun idrante, sia in sottosuolo che in soprasuolo, l'installazione di una cassetta di contenimento con almeno una dotazione di tubazione flessibile, completa di raccordi e lancia di erogazione, e con i dispositivi di attacco indispensabili all'uso dell'idrante stesso.

18.6.6. Idranti a muro

Sono costituiti da una cassetta al cui interno si trova un rubinetto, una tubazione flessibile dal diametro di 45 mm ed una lancia di erogazione.

18.6.7. Attacchi di mandata per autopompa

L'attacco di **mandata per autopompa** è un dispositivo, collegato alla rete di idranti, attraverso il quale può essere immessa acqua nella **rete di idranti** in condizioni di emergenza.

Il dispositivo costituente l'**attacco per autopompa** deve comprendere almeno:

- una o più bocche di immissione conformi alla **specificativa normativa di riferimento**, protetti contro l'ingresso di corpi estranei nel sistema a mezzo di tappo;
- **valvola di sicurezza** tarata a 1,2 MPa, per sfogare l'eventuale eccesso di pressione dell'autopompa;
- **valvola di non ritorno** o altro dispositivo atto ad evitare fuoriuscita d'acqua dall'impianto in pressione;
- **valvola di intercettazione**, normalmente aperta, che consenta l'intervento di manutenzione sui componenti senza vuotare l'impianto;
- nel caso di possibilità di gelo, eventuale dispositivo di drenaggio.

(per indicazioni più specifiche: Norma UNI 10779)

18.6.8. Installazione delle tubazioni

Le tubazioni fuori terra devono essere ancorate a mezzo di adeguati sostegni.

Tutte le tubazioni devono essere svuotabili senza dover smontare componenti significativi dell'impianto.

Le tubazioni devono essere installate in modo da non risultare esposte a danneggiamenti per urti meccanici, in particolare per il passaggio di automezzi, carrelli elevatori e simili.

In zone sismiche le tubazioni, devono essere realizzate in modo di evitare rotture, causabili dai movimenti tellurici.

Così come nell'attraversamento di pareti, solai, e fondazioni, i tubi devono essere posizionati con giochi adeguati e sigillati infine con lana minerale o altro materiale adatto.

Le tubazioni fuori terra devono essere installate a vista o in spazi nascosti, purché accessibili per eventuali interventi di manutenzione.

Le tubazioni interrate devono essere installate tenendo conto della necessità di protezione dal gelo e da possibili danni meccanici. Particolare cura deve essere posta nei riguardi della protezione delle tubazioni contro la corrosione anche di origine elettrochimica.

Esistono infine sempre nella norma UNI 10779 indicazioni appropriate per il tipo di sostegni adatti al posizionamento e alla protezione delle tubature idriche così come sul posizionamento e distribuzione delle valvole di intercettazione e infine ma non ultimo in importanza, la normativa della Manutenzione Idranti.

18.7. Le norme UNI

Si riportano le più principali norme UNI degli impianti antincendio e anche con riferimento alla manutenzione.

- Serie UNI EN 54 Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio
- UNI EN 671-3 Sistemi fissi di estinzione incendi – Sistemi equipaggiati con tubazioni – Parte 3: Manutenzione dei naspi antincendio con tubazioni semirigide e idranti a muro con tubazioni flessibili
- UNI ISO 7240-19 Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Parte 19: Progettazione, installazione, messa in servizio, manutenzione ed esercizio dei sistemi di allarme vocale per scopi d'emergenza
- UNI 9795 Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio – Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI 10779 Impianti di estinzione incendi – Reti di idranti – Progettazione, installazione ed esercizio.
- UNI 11443 Sistemi fissi antincendio, Sistemi di tubazioni, Valvole di intercettazione antincendio

19. Considerazioni integrative

19.1. Matrice causa effetto

Viene richiesta in fase di progettazione la stesura di una matrice causa effetto che identifichi le procedure previste e da intraprendere in caso di emergenza sull'impianto di idrogeno. Gestione delle emergenze.

19.2. Documentazione

La committenza fornirà tutta la documentazione impiantistica in suo possesso relativamente agli impianti installati. Sarà tuttavia cura dell'aggiudicatario prevedere ad eseguire dei sopralluoghi, verifiche e misure sul posto nel caso detta documentazione risulti non completa o parziale, al fine di definire in modo compito gli interventi impiantistici integrativi previsti nel bando.

19.3. Sopralluogo

L'Appaltatore con l'accettazione del presente appalto dichiara di essersi recato sul posto ed ha perfetta conoscenza di tutte le condizioni locali, sia generali sia particolari, che comunque possano aver influito sulle determinazioni del progetto/offerta in relazione anche al reperimento delle aree per l'installazione degli impianti di cantiere.

20. Azioni di monitoraggio intervento e raccolta dati

L'impianto offerto dovrà fornire i dati in tempo reale al sistema di comunicazione di SASA secondo un protocollo che verrà concordato tra le parti in fase esecutiva. I dati che verranno raccolti dovranno riportare informazioni in termini di performance, operativi ed economici degli impianti stessi.

I dettagli della strategia di monitoraggio continuo (inclusa la necessità di eventuali sensori necessari alla raccolta dei dati) verranno definiti nel corso della progettazione definitiva. La strategia prevederà sicuramente i seguenti indicatori di monitoraggio (lista non esaustiva):

- Volumi di traffico con identificazione dei veicoli leggeri e pesanti
- Numero di ricariche al giorno divise per tipo di veicolo
- Costi di Operation & Maintenance (€/anno)
- Ricavi (€)
- Costo dell'idrogeno per il cliente finale (€/Kg)
- Periodi di Downtime dovuti a manutenzione ordinaria
- Periodi di Downtime dovuti a manutenzione straordinaria
- Analisi energetiche: monitoraggio del consumo energetico della stazione suddiviso per i suoi principali componenti; monitoraggio dei consumi energetici dell'intero impianto.

20.1. Data Point per monitoraggio delle stazioni e volumi di traffico

I seguenti dati saranno raccolti per il monitoraggio dei volumi di traffico presso le stazioni:

- Idrogeno rifornito autobus progetto kg per ogni rifornimento
- Idrogeno rifornito altri veicoli kg per ogni rifornimento
- Codice identificativo della stazione
- Idrogeno rifornito autobus ID kg per ogni rifornimento
- Idrogeno rifornito altri veicoli kg per ogni rifornimento
- Codice ID erogatore per ogni riempimento
- Codice ID veicolo per ogni rifornimento
- Lettura del contachilometri del veicolo; per ogni rifornimento solo per autobus di progetto.

20.2. Data Points Consumi Energetici Stazione

I seguenti dati saranno raccolti per il monitoraggio dei consumi delle stazioni:

| Totali | 2.816,19 kWh | 2.401,65 kWh | 38,22 kWh | 106,51 kWh | 873 kg H2 | 367 kg H2 | Consumo unitario: 2,27 kWh/kg H2 | |
|------------|-------------------------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| Data | Energy Complete Station [kWh] | Energy Compressors [kWh] | Energy Cooling Unit 1 [kWh] | Energy Cooling Unit 2 [kWh] | Mass Dispenser 1 [kg] | Mass Dispenser 2 [kg] | erogazione giornaliera [kg] | consumo unitario giornaliero [kWh] |
| 18/11/2022 | 67,51 | 62,83 | 0,00 | 2,46 | 13,3 | 15,1 | 28,4 | 2,38 |
| 19/11/2022 | 16,91 | 2,10 | 0,00 | 2,81 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| 20/11/2022 | 19,67 | 5,15 | 0,00 | 2,53 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | - |
| 21/11/2022 | 183,05 | 170,75 | 5,64 | 3,08 | 82,8 | 15,1 | 97,9 | 1,87 |
| 22/11/2022 | 89,11 | 69,77 | 1,91 | 5,43 | 57,7 | 0,0 | 57,7 | 1,54 |
| 23/11/2022 | 64,28 | 45,90 | 2,05 | 4,33 | 32,1 | 0,0 | 32,1 | 2,00 |
| 24/11/2022 | 141,09 | 121,30 | 2,03 | 5,75 | 75,5 | 0,0 | 75,5 | 1,87 |
| 25/11/2022 | 187,64 | 167,71 | 2,14 | 5,78 | 76,0 | 0,0 | 76,0 | 2,47 |

Il Tecnico

