

“TACCU SA PRUNA”

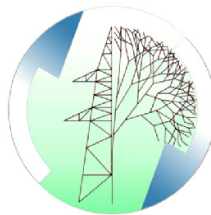
Progetto di impianto di accumulo idroelettrico ad alta flessibilità

Connessione alla RTN – Piano Tecnico delle Opere Utenza

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE



GEOTECH S.r.l.

SOCIETA' DI INGEGNERIA
Via T.Nani, 7 Morbegno (SO)
Tel. +39 0342610774
E-mail: info@geotech-srl.it
Sito: www.geotech-srl.it

Progettista: Ing. Pietro Ricciardini

Relazione tecnica illustrativa – Stazione Utente



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	Giugno 2022	Geotech S.r.l	Geotech S.r.l	Edison S.p.A.
Codice commessa: G929		Codifica documento: G929_DEF_R_005_Ut_rel_tec_ill_SU_1-1_REV00			



Sommario

1	PREMESSA	2
2	PROPONENTE.....	3
3	CONTESTO E SCOPO DELL'OPERA	4
4	UBICAZIONE DELL'INTERVENTO	5
5	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERVENTO	6
6	RIFERIMENTI NORMATIVI	8
7	PRESCRIZIONI PER LA REALIZZAZIONE.....	9
7.1	GENERALITA'	9
7.2	REQUISITI FUNZIONALI	11
7.3	DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA.....	11
7.3.1	<i>Quadro blindato a 380kV.....</i>	<i>11</i>
7.3.2	<i>Trasformatori elevatori MT/AT.....</i>	<i>11</i>
7.3.3	<i>Collegamento tra trasformatori e quadro GIS</i>	<i>13</i>
7.3.4	<i>Apparecchiature.....</i>	<i>13</i>
7.4	SERVIZI AUSILIARI.....	14
7.4.1	<i>Alimentazione di emergenza.....</i>	<i>15</i>
7.5	IMPIANTO DI TERRA	15
8	ATTIVITA' SOGGETTE ALLA PREVENZIONE INCENDI.....	16
8.1	ASPETTI TEORICI (TRATTO DA NFPA-12 – ANNEX D).....	16
9	ISOLAMENTO DELLE RETI AT	22
10	EMISSIONI SONORE E LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO	23
10.1	CAMPO MAGNETICO E CAMPO ELETTRICO	23
10.2	EMISSIONI SONORE.....	23
11	SERVIZI GENERALI	24
11.1	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	24
11.2	IMPIANTI TECNOLOGICI DI EDIFICIO	24
12	OPERE CIVILI E ACCESSORIE.....	26
13	INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE.....	27
14	SICUREZZA NEI CANTIERI	28
	NOTA A MARGINE	29



1 PREMESSA

Il presente documento redatto dalla Società d'Ingegneria GEOTECH S.r.l., con sede in via Nani, 7 a Morbegno (SO) costituisce la relazione tecnica illustrativa del Piano Tecnico delle Opere relativa alla futura Stazione Utente "SU Taccu Sa Pruna", da realizzarsi in caverna, per la connessione alla RTN dell'impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio ad alta flessibilità per una potenza in immissione di 341,1 MW e in prelievo di 391,8 MW, da realizzarsi nel territorio comunale di Esterzili, nella ex provincia del Sud Sardegna, da parte della società Edison S.p.A. in qualità di proponente.

La Stazione Utente permetterà di connettere, per tramite di un elettrodotto misto aere/interrato/sub lacuale, l'impianto di pompaggio Edison alla futura Stazione Elettrica RTN 380/150 kV "SE Nurri 2". La SU è prevista in realizzazione vicino alla centrale in caverna dell'impianto di pompaggio.

L'elettrodotto "SU Taccu Sa Pruna – SE Nurri 2" attraverserà tre comuni della ex provincia del Sud Sardegna: Esterzili, Orroli e Nurri, attualmente facenti parte del territorio della Città Metropolitana di Cagliari.

Oggetto della presente relazione tecnica illustrativa è la descrizione degli aspetti tecnici specifici dell'intervento relativo alla Stazione Utente "SU Taccu Sa Pruna".



2 PROPONENTE

Edison, con più di 130 anni di storia, è la società energetica più antica d'Europa ed è oggi uno dei principali operatori energetici in Italia, attivo nella produzione e vendita di energia elettrica, nell'approvvigionamento, vendita e stoccaggio di gas naturale, nella fornitura di servizi energetici, ambientali al cliente finale nonché nella progettazione, realizzazione, gestione e finanziamento di impianti e reti di teleriscaldamento a biomassa legnosa e/o gas o biogas.

Attualmente Edison è il terzo operatore italiano per capacità elettrica installata con 6,5 GW di potenza e copre circa il 7% della produzione nazionale di energia elettrica. Il parco di produzione di energia elettrica di Edison è costituito da oltre 200 impianti, tra cui centrali idroelettriche (64 mini-idro), 50 campi eolici e 64 fotovoltaici e 14 cicli combinati a gas (CCGT) che permettono di bilanciare l'intermittenza delle fonti rinnovabili.

Oggi opera in Italia, Europa e Bacino del Mediterraneo impiegando circa 5000 persone.

Edison è impegnata in prima linea nella sfida della transizione energetica attraverso lo sviluppo della generazione rinnovabile e low carbon, i servizi di efficienza energetica e la mobilità sostenibile, in piena sintonia con il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC) e gli obiettivi definiti dal Green Deal europeo. Nell'ambito della propria strategia di transizione energetica Edison punta a portare la generazione da fonti rinnovabili al 40% del proprio mix produttivo entro il 2030, attraverso investimenti mirati nel settore (con particolare riferimento all'idroelettrico, all'eolico ed al fotovoltaico).

Con riguardo al settore idroelettrico Edison è attiva nella produzione di energia elettrica attraverso la forza dell'acqua da oltre 120 anni quando, sul finire dell'800, ha realizzato le prime centrali idroelettriche del Paese che sono tutt'ora in attività. L'energia rinnovabile dell'acqua rappresenta la storia ma anche un pilastro del futuro della Società, impegnata a consolidare e incrementare la propria posizione nell'ambito degli impianti idroelettrici ed a cogliere ulteriori opportunità per contribuire al raggiungimento degli obiettivi di decarbonizzazione.



3 CONTESTO E SCOPO DELL'OPERA

Oggetto del presente Piano Tecnico delle Opere è la Stazione Utente 380/13,8 kV in caverna “SU Taccu Sa Pruna”.

Tale opera è necessaria per il collegamento alla RTN dell'impianto di pompaggio descritto al capitolo precedente: la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG), rilasciata da Terna con codice pratica 202101454 del 29/01/2022, prevede un collegamento in antenna a 380 kV su una nuova Stazione Elettrica di smistamento a 380 kV della RTN che dovrà essere a sua volta collegata, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 380 kV, con una nuova SE RTN 380 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN 380 kV “Ittiri – Selargius”. A seguito di un tavolo di coordinamento tecnico intervenuto tra Edison, la scrivente e Terna, si è deciso di prevedere la realizzazione di una nuova stazione di trasformazione 380/150 kV a Nurri al posto di una “di solo smistamento”.

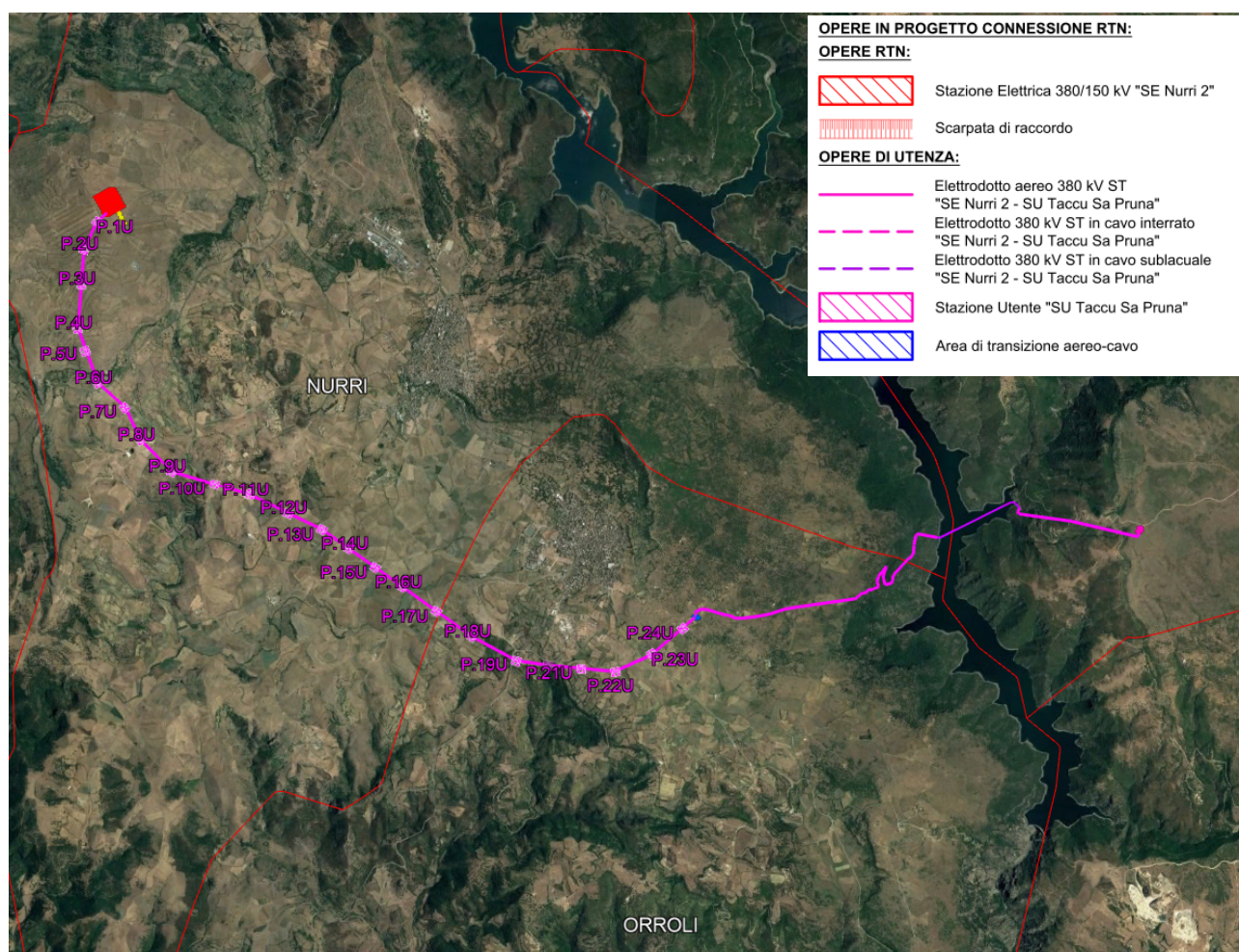
Si prevede pertanto la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica 380/150 kV nel Comune di Nurri (ex provincia SU) da collegare alla Stazione Elettrica in progetto “SE Sanluri”, mediante due elettrodotti aerei 380 kV ciascuno di lunghezza circa pari a 30 km. La “SE Nurri 2” verrà a sua volta collegata tramite un elettrodotto di utenza 380 kV misto aereo/cavo alla futura Stazione Utente in caverna “SU Taccu Sa Pruna” da realizzarsi in prossimità della centrale in caverna dell'impianto di pompaggio. Tale ultimo elettrodotto di utenza è l'oggetto del presente PTO.



4 UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

La progettazione delle opere è stata sviluppata tenendo in considerazione un sistema di indicatori sociali, ambientali e territoriali che hanno permesso di valutare gli effetti della pianificazione elettrica nell'ambito territoriale considerato nel pieno rispetto degli obiettivi della salvaguardia, tutela e miglioramento della qualità dell'ambiente, della protezione della salute umana e dell'utilizzazione accorta e razionale delle risorse naturali.

L'elaborato "Corografia generale di progetto" (cod. G929_DEF_T_002_Ut_coro_prog_CTR_X-3_REV00) riporta, su cartografia CTR in scala 1:10.000, l'ubicazione degli interventi relativi alle opere di utenza previsti in progetto. Di seguito se ne riporta un estratto.



Estratto non in scala su base Google Earth

Per avere una visione più dettagliata, è possibile fare riferimento alle seguenti tavole:

- "Corografia di progetto - CTR" (cod. G929_DEF_T_002_Ut_coro_prog_CTR_X-3_REV00);
- "Corografia di progetto – ortofotocarta" (cod. G929_DEF_T_003_Ut_coro_prog_ortofoto_X-5_REV00).

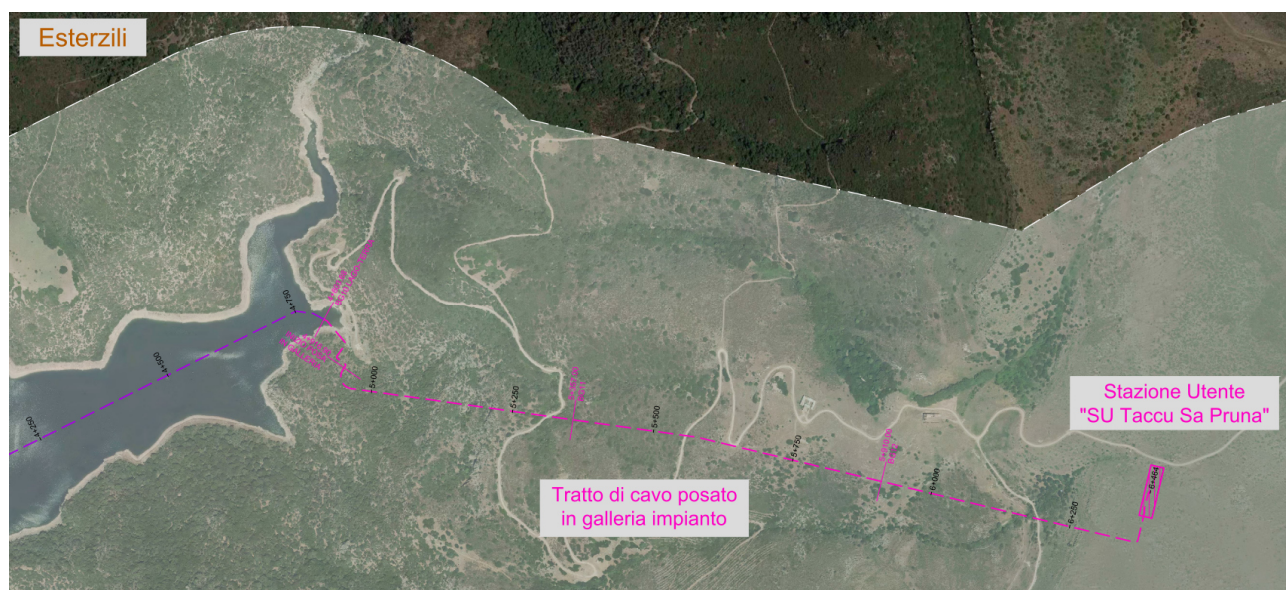
Il comune interessato dall'intervento in progetto è quella di Esterzili (ex provincia SU).



5 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI INTERVENTO

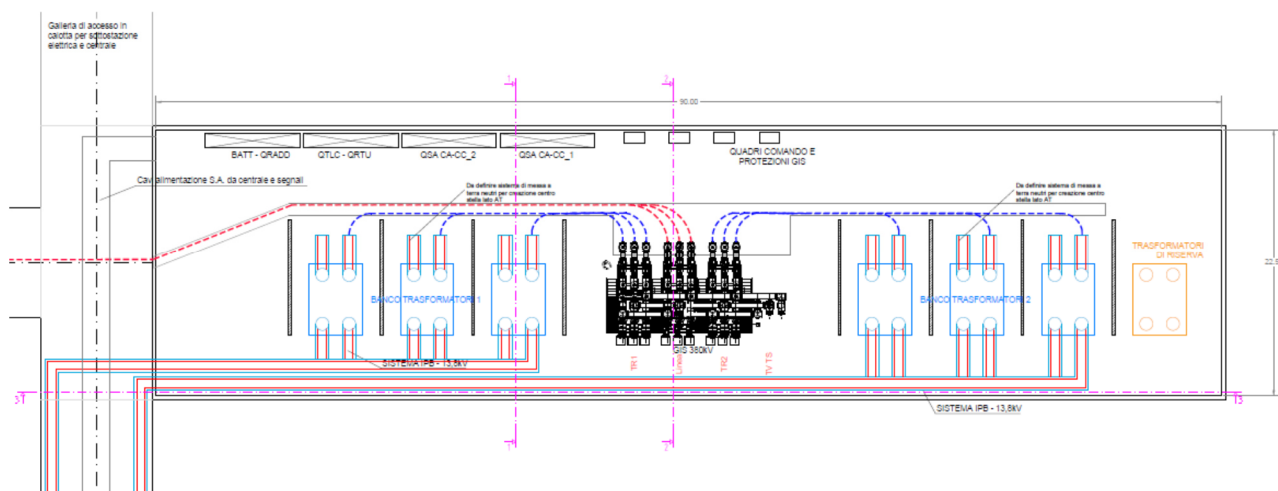
Le opere in progetto verranno realizzate nel Comune di Esterzili, facente parte del territorio della Città Metropolitana di Cagliari (ex provincia del Sud Sardegna), in una caverna artificiale situata a circa 1.700 m di distanza dall'imbocco della galleria di servizio posta in fregio al lago artificiale denominato Lago Basso di Flumendosa.

Si riporta anche un estratto della corografia di progetto su ortofoto per un migliore inquadramento della zona oggetto di studio.



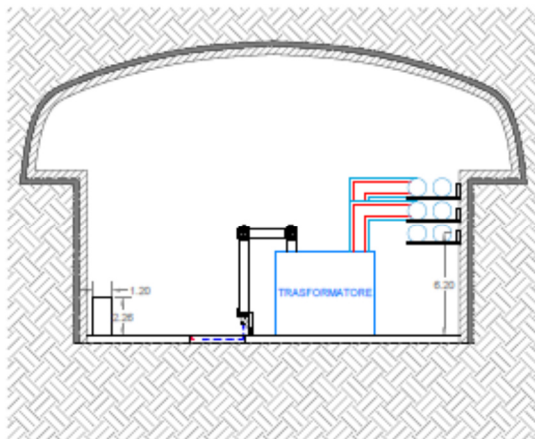
Estratto non in scala della corografia di progetto su ortofoto

La nuova SU occuperà una superficie di 2.025 m²; l'accesso avverrà dalla galleria di accesso alla centrale in caverna per tramite di un'apposita diramazione laterale.

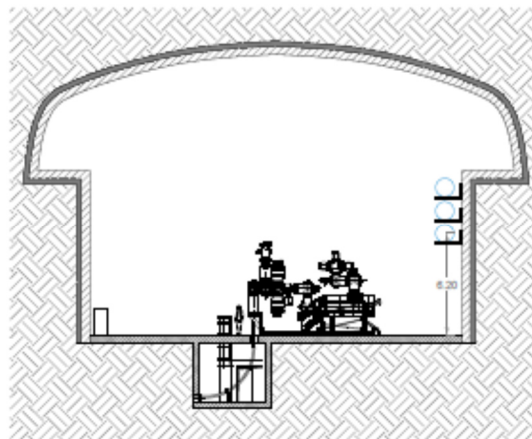




Sezione 1-1



Sezione 2-2





6 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le opere in argomento, saranno progettate, costruite e collaudate in osservanza di:

- Legislazioni Europee, Nazionali e Regionali (Leggi, Decreti Legislativi, ecc.),
- Regolamenti Locali,
- Norme Tecniche CEI, IEC, CENELEC, UNEL e UNI,
- Vincoli paesaggistici ed ambientali;
- Norma UNI EN ISO 9001,
- Norma UNI EN ISO 14001,
- Norma BS OHSAS 18001.

In particolare, saranno applicati:

- D.Lgs 81/08 “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro” e s.m.i.;
- D.Lgs. 152/06 “Norme in materia ambientale” e s.m.i.;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM del 8.7.2003 Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti";
- D.P.C.M. del 01/03/1991 Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno;
- DPCM 14/11/1997 – Valori limite delle sorgenti sonore;
- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 Legge quadro sull'inquinamento acustico;
- T.c. del regolamento regionale 23 novembre 2017, n. 7, Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio)» e s.m.i.



7 PRESCRIZIONI PER LA REALIZZAZIONE

7.1 GENERALITA'

La nuova Sottostazione d'utenza AT/MT 380/15 kV verrà realizzata in caverna artificiale nei pressi della centrale di generazione/pompaggio; tale ubicazione è stata scelta per due principali motivi: limitare la visibilità della stazione medesima e limitare la lunghezza del sistema di conduzione di media tensione tra la stazione e le macchine della centrale dovendo queste essere dimensionate per portate di corrente molto importanti. La stazione sarà in esecuzione "Blindata" (GIS Gas Insulated Switchgear), con tutte le parti attive AT ad eccezione dei terminali cavo, degli scaricatori e dai trasformatori AT/MT, racchiuse in involucri metallici ed isolate con gas SF₆. Tale modalità realizzativa porta ad avere i seguenti vantaggi:

Tale configurazione consente di minimizzare la superficie utilizzata con i seguenti vantaggi:

- Dimensioni ridotte a circa 1/3 rispetto ad analoga sezione AT tradizionale isolata in aria;
- Campi elettromagnetici ed elettrici indicativamente nulli per le parti in GIS (gli involucri metallici schermano l'ambiente circostante);

Come rappresentato nello schema unifilare la SSE prevede un sistema a semplice sbarra con uno stallo arrivo linea e due stalli per i due gruppi di trasformatori monofase. La centrale è infatti composta da due gruppi sincroni di potenza nominale 230MVA ciascuno aventi tensione nominale pari a 13,8kV, ogni gruppo è collegato a un banco di trasformatori monofase ciascuno di potenza nominale pari a 80MVA per elevare la tensione al livello di consegna pari a 380kV. I due gruppi trasformatori monofase, la scelta dell'utilizzo di trasformatori monofase è dovuta principalmente per la migliore facilità di trasporto, sono posti nelle apposite baie a loro dedicate nella S.U. e collegati, lato MT, con un sistema tipo IPB (Isolated Phase Bus) ai generatori ovvero tramite un sistema di sbarre in MT che attraverseranno la galleria di accesso in calotta per Stazione elettrica e centrale per una lunghezza media di circa 250 m fino all'interruttore di macchina (GCB), installato su ogni montante generatore e lato AT, con cavi interrati XLPE che collegano le macchine al quadro blindato e precisamente ai due stalli TR.



Figura 1 - esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus) – fonte: Duresca ® Bus bar system (Moser Glaser)



Figura 2 - esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus) – fonte: Duresca ® Bus bar system (Moser Glaser)



Figura 3 - esempio di installazione Sistema IPB (Isolated Phase Bus)



7.2 REQUISITI FUNZIONALI

I requisiti funzionali generali per la realizzazione della opere civili relative alla Stazione Utente sono:

- Vita utile non inferiore a 100 anni. Con tale requisito si sono effettuate le scelte di progetto, di esercizio e di manutenzione ordinaria;
- Elevate garanzie di sicurezza nel dimensionamento strutturale, effettuato in coerenza con le prestazioni richieste;
- Elevato standard di prevenzione ai rischi d'incendio, ottenuta mediante attenta scelta dei materiali,
- Uso di costruzioni non combustibili, applicazione di criteri di segregazione.

7.3 DISPOSIZIONE ELETTROMECCANICA

La SSE come detto al paragrafo precedente è composta da:

7.3.1 Quadro blindato a 380kV

Il quadro blindato a 380kV con isolamento in gas SF₆ e sarà costituita dai seguenti componenti:

- n°1 sistema a semplice sbarra;
- n°1 stallo linea in cavo (Connessione alla RTN);
- n°2 stalli trasformatore;
- n°1 stallo terra e TV sbarre;

Ogni "montante" ("stallo linea" o "stallo trasformatore") sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra, interruttore, sezionatore di linea, sezionatori di terra, TV e TA per protezioni e misure.

Per la sbarra è prevista una terna di TV di sbarra ed i sezionatori di terra alle estremità.

Tutte le unità funzionali sopra descritte saranno immerse in gas SF₆ in pressione a costituire la stazione di tipo blindato GIS.

7.3.2 Trasformatori elevatori MT/AT

All'interno della S.U., in posizione adiacente alla caverna di centrale, verranno ubicati i due gruppi di trasformatori monofase elevatori; è prevista la posa di un trasformatore di riserva "freddo". I trasformatori poggeranno su apposite fondazioni con al di sotto opportune vasche per la raccolta dell'olio in caso di fuoriuscita dalla macchina.

Ciascun trasformatore monofase avrà indicativamente le caratteristiche di seguito che andranno confermate in fase di progetto esecutivo:

- Potenza Nominale del singolo trasformatore monofase: 80 MVA
- Tensione Nominale: 380±10x1,25% / 13,8 kV
- OFWF
- Vcc%: =14,
- Commutatore sotto carico lato AT.



Figura 4 - esempio di trasformatore monofase analogo a quello in progetto



Figura 5- esempio di trasformatore monofase analogo a quello in progetto - fase di trasporto



Figura 6 - esempio di trasformatore monofase analogo a quello in progetto - fase di trasporto

7.3.3 Collegamento tra trasformatori e quadro GIS

Il collegamento tra i trasformatori e il quadro GIS verrà realizzato con cavi isolati aventi conduttore unipolare costituito da una corda rotonda rigida e compatta in alluminio o rame, l'isolante in gomma sintetica, lo schermo metallico costituito da fili di rame ricotto non stagnato o in alluminio, strati di semiconduttore elastomerico tra il conduttore e l'isolante e tra l'isolante e lo schermo metallico, un rivestimento protettivo esterno costituito da una guaina in polietilene.

Ciascun collegamento sarà costituito dai seguenti componenti:

- n. 3 conduttori di energia;
- n. 3 terminali GIS, lato trasformatore;
- n. 3 terminali per apparato GIS, lato quadro blindato;
- Sarà inoltre previsto, da valutare in dettaglio nelle successive fasi della progettazione, il collegamento dei neutri dei tre trasformatori al fine di creare il centro stella da connettere francamente a terra come richiesto da TERNA per l'esercizio della rete AT.

7.3.4 Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti la sezione 380 kV in esecuzione blindata isolati in SF₆, sono interruttori, sezionatori di linea e di terra, trasformatori di tensione e di corrente. Le principali caratteristiche tecniche complessive delle nuove installazioni saranno le seguenti:

- tensione massima (tensione di riferimento per l'isolamento) 420 kV
- frequenza nominale 50 Hz



- corrente nominale sbarre 4'000 A
- corrente nominale stalli linea 3'150 A
- corrente nominale stalli TR 2'000 A
- potere di interruzione interruttori 50 kA
- corrente di breve durata 50 kA
- condizioni ambientali limite -25/+40°C
- salinità di tenuta superficiale degli isolamenti 40 g/l

7.4 SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari della SSE nel servizio normale saranno alimentati direttamente dal quadro PMCC di centrale a sua volta alimentato dal quadro MT a 6kV di centrale tramite due trasformatori TSA 6/0,42 kV da 1.600 kVA come illustrato nello schema unifilare allegato.

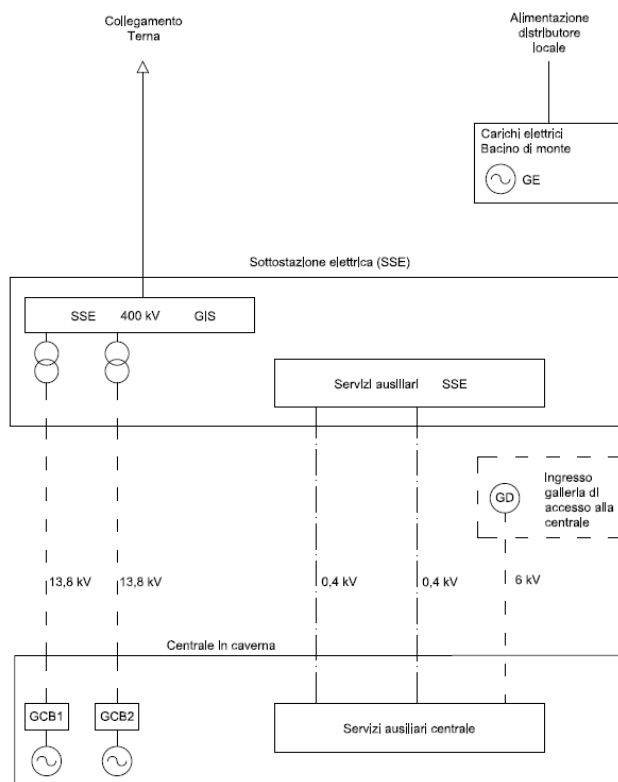


Figura 8 – Schema di principio servizi ausiliari impianto

Il Quadro PMCC dei servi ausiliari della SSE sarà di tipo Power Center. Sarà realizzato con sbarre trifasi con adeguata capacità di tenuta al corto circuito, e sarà dimensionato per le massime correnti in BT. Sarà suddiviso in due semi-sbarre, di cui una a servizio delle utenze “Essenziali”, che potrà essere alimentata anche in caso di Emergenza.

Le principali utenze in corrente alternata saranno i motori degli interruttori, le lampade di illuminazione esterna ed interna, le scaldiglie, i raddrizzatori ca/cc, le apparecchiature di climatizzazione e distribuzione FM dell'edificio.



Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

7.4.1 Alimentazione di emergenza

All'imbocco della galleria di accesso alla Centrale, sarà installato un gruppo elettrogeno di emergenza (GE) diesel da 2.500 kVA a 6 kV, che sarà collegato tramite cavi MT alle semi sbarre denominate *Essential loads* del quadro QMT che, a loro volta, potranno alimentare tramite un trasformatore da 1.600 kVA (TSA3 su schema unifilare) le semi sbarre *Essential loads* del quadro PMCC Centrale e, in cascata il PMCC della Sottostazione Elettrica.

7.5 IMPIANTO DI TERRA

Le principali norme a cui si fa riferimento sono:

- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni" e CEI EN 50522 2011-03 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a."
- CEI 11-37 2003-07: "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1kV."

In particolare la norma CEI EN 50522 2011-03 (CEI 99-3) detta le prescrizioni generali necessarie alla realizzazione dell'impianto di terra a regola d'arte ovvero:

- Avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- Essere in grado di sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- Evitare danni a componenti elettrici ed a beni;
- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti per effetto delle correnti di guasto a terra.

La rete di terra della stazione interesserà l'area dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno dimensionati per la corrente di guasto che sarà calcolata in fase di progetto esecutivo. Esso indicativamente sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame da 63 mm² posata ad una profondità di circa 0,7 m composta da maglie regolari di lato adeguato al di sotto del piano di stazione; quest'ultima sarà collegata mediante idonei cavi dispersori fino al collettore del sistema di messa a terra della centrale di produzione/pompaggio. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) e CEI EN 50522 (CEI 99-3).

All'interno degli edifici occorrerà particolare attenzione in fase realizzativa, nella connessione dei ferri delle strutture e delle reti di ripartizione meccanica dei carichi nelle pavimentazioni, in modo da garantire l'equipotenzialità.

Nelle aree esterne, nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature (esempio passanti cavi AT) per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica. Tutte le apparecchiature, comprese quelle di futura installazione, saranno collegate al dispersore di terra mediante quattro corde di rame con sezione di 125 mm². Ove ritenuto necessario, al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.



8 ATTIVITA' SOGGETTE ALLA PREVENZIONE INCENDI

Nella SSE saranno installati

- n°2 banchi di trasformatori monofase elevatori di gruppo ciascuno formato da n°3 macchine da 80MVA.
- n° 1 trasformatore monofase elevatore di gruppo avente funzione di riserva e non allacciato alla rete "trasformatore freddo" da 80MVA.

Realizzati in conformità al DPR 01.08.2011 n.151 e successiva Lettera Circolare del Ministero dell'Interno Prot. n.0013061 del 6.10.2011, con riferimento alle attività:

- 48.1.B - Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori 1 m³.

Considerato l'impianto e l'ambiente particolare, nella fattispecie dall'impianto elettrico di trasformazione in caverna, si è ipotizzato un sistema di spegnimento a CO₂.

8.1 Aspetti teorici (tratto da NFPA-12 – Annex D)

Dal punto di vista delle prestazioni, un sistema di allagamento totale è progettato per sviluppare una concentrazione di anidride carbonica che estingue gli incendi in materiali combustibili situati in uno spazio chiuso, lo stesso impianto dovrebbe anche mantenere una concentrazione efficace fino a quando la temperatura massima non è stata ridotta al di sotto del punto di riaccensione.

Per molti materiali potrebbe essere necessario mantenere una concentrazione di anidride carbonica per consentire il raffreddamento delle parti coinvolte nell'incendio. I condotti in lamiera, per esempio, possono essere riscaldati rapidamente, in tali parti di impianto può essere necessario mantenere la concentrazione per un tempo maggiore al fine di permetterne il raffreddamento

La concentrazione di anidride carbonica richiesta dipende dal tipo di materiale combustibile coinvolto. La concentrazione di anidride carbonica è stata determinata con precisione per la maggior parte degli incendi di tipo superficiale (materiali che sviluppano l'incendio sulla superficie esterna del corpo stesso), in particolare quelli che coinvolgono liquidi e gas. La maggior parte di queste informazioni è stata ottenuta dal Bureau of Mines degli Stati Uniti (ufficio miniere). Per gli incendi profondi (materiali che sviluppano l'incendio sulla superficie esterna del corpo stesso ma che hanno concentrazioni di calore molto elevata al loro interno), la concentrazione critica richiesta per l'estinzione è meno definita ed è stata generalmente stabilita attraverso metodi sperimentali.

Il volume di anidride carbonica necessaria per sviluppare una data concentrazione sarà maggiore del volume finale rimanente nel comparto interessato. Nella maggior parte dei casi, l'anidride carbonica dovrebbe essere applicata in modo da favorire la progressiva miscelazione dell'atmosfera. L'atmosfera esistente prima dell'iniezione della CO₂ viene espulsa liberamente dal comparto attraverso varie piccole aperture o attraverso appositi sfati. Un po' di anidride carbonica viene quindi persa con l'atmosfera ventilata. Questa perdita diventa maggiore ad alte concentrazioni. Questo metodo di applicazione è chiamato allagamento ad efflusso libero

Nelle condizioni precedenti, il volume di anidride carbonica necessario per sviluppare una data concentrazione nell'atmosfera è espresso dalle seguenti equazioni:



[D.1a]

$$e' = \frac{100}{100 - \%CO_2}$$

or

[D.1b]

$$X = 2.303 \log_{10} \frac{100}{100 - \%CO_2}$$

where:

$e = 2.718$ (natural logarithm base)

X = volume of carbon dioxide added per volume of space

Dalle equazioni precedenti si può calcolare il volume di anidride carbonica necessaria per sviluppare una data concentrazione. Questa quantità di anidride carbonica può essere espressa in metri cubi di spazio protetto per chilogrammo di anidride carbonica per mc. Questi risultati sono stati calcolati e tracciati su appositi grafici per una facile consultazione.

Una di queste curve è mostrata nella Figura D.1. Questa funzione parte dal presupposto che l'anidride carbonica si espanda fino ad un volume di 0,56 mc/kg ad una temperatura di 30°C. tale ipotesi vale solo la curva superiore (spostamento completo) e per la curva inferiore. La curva mediana (afflusso libero), curva da utilizzare per le verifiche, deve essere corretta da opportuni fattori di sicurezza. Informazioni simili sono fornite anche nella figura D.1 (b) sotto forma di nomogramma:

- La colonna A mostra il contenuto di ossigeno delle miscele aria-anidride carbonica;
- la colonna B mostra i pesi dell'anidride carbonica nelle miscele aria-anidride carbonica;
- la colonna C mostra i mc/kg di anidride carbonica in miscele aria-anidride carbonica.

In questo caso si è ipotizzato che la temperatura finale fosse di circa 10°C, con un volume di 0,52 mc/kg di anidride carbonica. Va notato che, in alcuni ambienti ben isolati, come congelatori e camere di prova anecoiche, la completa e rapida vaporizzazione dell'anidride carbonica potrebbe non avvenire.

Il tempo necessario per il raffreddamento al di sotto del punto di riaccensione dipende dal tipo di incendio e dall'effetto isolante del materiale combustibile. Per gli incendi di tipo superficiale, definiti nei paragrafi precedenti, si può presumere che l'incendio si estinguerà non appena si ottiene la concentrazione desiderata. L'involucro dovrebbe, ovviamente, mantenere una concentrazione ragionevole per un po' di tempo dopo che l'anidride carbonica è stata iniettata, il che fornisce un ulteriore fattore di sicurezza.

Per incendi profondi, i cosiddetti "deep-seated fires" (incendi che bruciano molto al di sotto della superficie), la concentrazione dovrebbe essere mantenuta per un periodo di tempo più lungo perché il materiale caldo si raffredderà lentamente. Il tempo di raffreddamento varia considerevolmente, a seconda della natura del materiale. Poiché il tempo di raffreddamento tende ad essere lungo, è necessario prestare molta attenzione al problema del mantenimento della concentrazione di spegnimento.

Tali sistemi antincendio a saturazione totale dell'ambiente sono molto efficaci per esempio nei casi in cui sono progettati per locali compartimentali o chiusi, vani, macchine chiuse, condotti, contenitori di forni e il loro contenuto. Per tale motivo si è ipotizzato nel progetto in oggetto l'utilizzo di questo sistema di spegnimento.

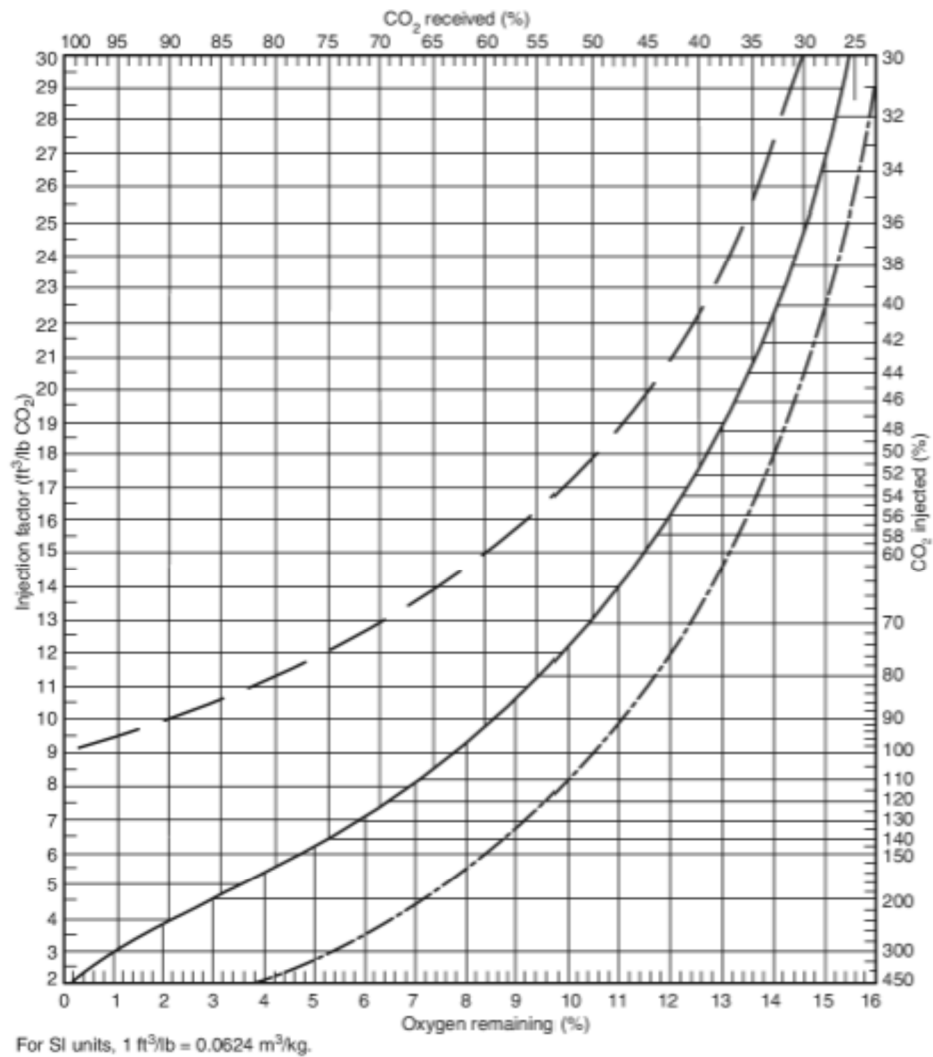
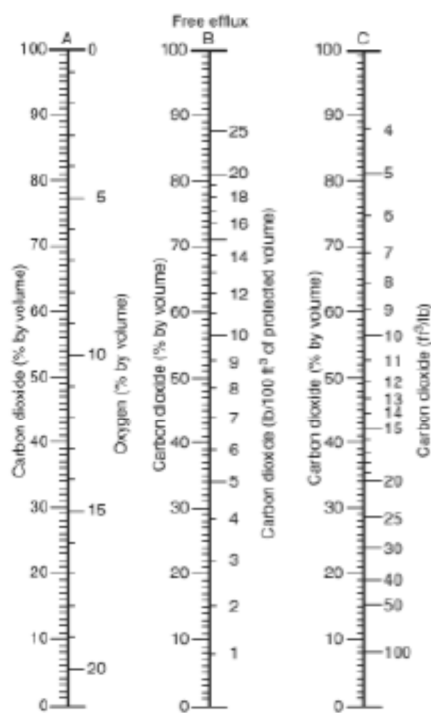


FIGURE D.1(a) Carbon Dioxide Requirements for Inert Atmospheres [based on a carbon dioxide expansion of $9 \text{ ft}^3/\text{lb}$ ($0.56 \text{ m}^3/\text{kg}$)].



For SI units, 1 lb/ft³ = 16.018 kg/m³, 1 ft³/lb = 0.0624 m³/kg.

FIGURE D.1(b) Carbon Dioxide Requirements for Inert Atmospheres [based on a carbon dioxide expansion of 8.95 ft³/lb (0.52 m³/kg)].

Il dimensionamento di massima qui descritto prevede che l'impianto antincendio sia dimensionato a protezione di ogni singolo trasformatore.

Utilizzando il principio della "Local Application" ai sensi della NFPA12 sarà necessario utilizzare un quantitativo di 16 kg/mc maggiorato del 40%. Il numero di bombole che ne risulta è pari a 52. Si è ipotizzato pertanto un'unica batteria bombole, più una batteria di scorta, con valvole direzionali sui 6 trasformatori. Per ogni trasformatore saranno previsti 20 ugelli erogatori.

Di seguito l'estratto del calcolo del fabbisogno di CO₂ per soddisfare le esigenze del progetto.



	FOGLIO DI CALCOLO PER ANIDRIDE CARBONICA - CO₂ (conforme alla NFPA 12) LOCAL APPLICATION - Rate by Volume				
				DATA 23/06/22	
CLIENTE	GEOTECH				
OGGETTO	PROTEZIONE TRASFORMATORE DIM 4,5 X 6,00 X H 5,00 MT				
SIMBOLO	DESCRIZIONE			VALORE	UdM
V	VOLUME DA PROTEGGERE AL NETTO DI ELEMENTI STRUTTURALI E/O IMPERMEABILI AL GAS ESTINGUENTE L'OGGETTO DA PROTEGGERE NON E' CONTENUTO TRA PARETI NE' HA SOFFITTO AD UN'ALTEZZA INFERIORE A 60 cm DALL'OGGETTO PROTETTO (Vedi metodo di calcolo Volume) (3-5,2)			229,82	m ³
Vs	VOLUME DA PROTEGGERE AL NETTO DI ELEMENTI STRUTTURALI E/O IMPERMEABILI AL GAS ESTINGUENTE L'OGGETTO DA PROTEGGERE NON E' CONTENUTO TRA PARETI MA HA UN SOFFITTO AD UN'ALTEZZA INFERIORE A 60 cm DALL'OGGETTO PROTETTO (Vedi metodo di calcolo Volume)			0,00	m ³
SDR	SYSTEM DISCHARGE RATE : QUANTITA' DI ESTINGUENTE IN RELAZIONE AL VOLUME CALCOLATO V O Vs			16,00	KG/min x m ³
K	FATTORE D'INCREMENTO CHE TIENE CONTO DELLA SOLA PARTE LIQUIDA DELL'ESTINGUENTE, LA SOLA REALMENTE EFFICACE (3-3,1,1)			1,40	
Q	QUANTITA' DI CALCOLO DELL'ESTINGUENTE V[Vs] X SDR X K X T			2574,03	KG [CO ₂]
Qr	BOMBOLA (litri)	% CARICA	KG/BOM.	N° BOMBOLE NECESSARIE	2613 KG[CO ₂] TOTALE
	67	75,00%	50,25	52	
T	TEMPO DI SCARICA			0,5	MINUTI
Pc	PORTATA AL COLLETTORE			5226,00	KG/H'
Nu	NUMERO UGELLI PREVISTO			20	N
Pu	PORTATA PER UGELLO			261,30	KG/H'
Ø _u	FORO DELL'UGELLO (30 BAR MEDI RESIDUI) (1-10,5,3)			17,5	mm
IL CALCOLO E' STATO ESEGUITO SULLA BASE DELLA NORMATIVA NFPA-12 CAPITOLO 2 - TOTAL FLOODING SYSTEM					



Per tali parti d'impianto soggette al controllo di prevenzione incendi, sarà cura di Edison provvedere, in fase di progettazione esecutiva, agli adempimenti previsti ai fini dell'acquisizione del parere di conformità (art.3 del DPR 151/2011), fornendo tutta la documentazione tecnico-progettuale redatta secondo quanto previsto dall'art.3 comma 2 del succitato Decreto e, una volta completate le opere, presentare una segnalazione certificata di inizio attività (SCIA) che produce gli stessi effetti giuridici dell'istanza per il rilascio del "Certificato di prevenzione incendi" secondo le modalità previste dall'art.4 del D.Lgs. 151/2011.



9 ISOLAMENTO DELLE RETI AT

Le apparecchiature, il macchinario ed i componenti AT di stazione sono progettati per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della rete a cui vengono collegate.

I criteri di coordinamento dell'isolamento utilizzati sono quelli riportati nell'allegato A1 al Codice di Rete TERNA vale a dire la specifica tecnica di riferimento INSIX1016 "Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti a tensione uguale o superiore a 380 kV".

Nel caso in esame, essendoci una sola sezione AT, a 380 kV, è previsto un unico livello di isolamento:

Tensione di tenuta nominale di breve durata a f.i. fase-terra, tra i terminali dell'apparecchio di manovra aperto e fase-fase (kV)	420
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico fase-terra, tra i terminali dell'apparecchio di manovra aperto e fase-fase (kV)	1425



10 EMISSIONI SONORE E LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO E MAGNETICO

10.1 CAMPO MAGNETICO E CAMPO ELETTRICO

I circuiti elettrici durante il loro normale funzionamento generano un campo elettrico caratterizzato dal vettore E (misurato in kV/m) e un campo magnetico caratterizzato dal vettore induzione magnetica B (misurato in Tesla e suoi sottomultipli mT, μ T, ecc...). Il valore di entrambi è direttamente proporzionale rispettivamente alla tensione ed alla corrente della stazione elettrica.

L'impianto sarà progettato e costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003). Si rileva che la stazione sarà normalmente esercita in teleconduzione, pertanto non è prevista la presenza di personale se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria.

Le apparecchiature a 380 kV, come precedentemente descritto, saranno realizzate con apparecchiature blindate con isolamento in SF₆, in tale tipo di realizzazioni i conduttori di potenza sono interni ad un involucro metallico avente anche la funzione di schermo sia per il campo elettrico che per il campo magnetico.

All'esterno dell'involucro, pertanto, risulta presente solo una piccola percentuale del campo magnetico dovuto alla corrente nel conduttore mentre il campo elettrico all'esterno del condotto, è praticamente trascurabile.

Anche per quanto riguarda le apparecchiature previste in aria ovvero i terminali AT verso i trasformatori e le macchine stesse si può dire che sia il campo elettrico che magnetico sarà confinato all'interno dell'area di stazione.

I campi elettrici e magnetici esternamente all'area di stazione sono riconducibili pertanto ai valori generati dalle linee entranti e quindi l'impatto determinato dalla stazione stessa è compatibile con i valori prescritti dalla vigente normativa.

10.2 EMISSIONI SONORE

Nella stazione elettrica sarà presente esclusivamente macchinari di tipo statico, che comportano una modesta sorgente di rumore ed apparecchiature elettriche che costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra.

Oltre ai TA e TV contenuti all'interno della sezione AT in gas, il macchinario installato nella stazione è a bassa emissione acustica, essendo costituito di fatto dai trasformatori MT/BT per i servizi ausiliari contenuti in appositi locali e ai trasformatori di potenza MT/AT.

Il livello di emissione di rumore è in ogni caso in accordo ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1° marzo 1991, dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 477 del 26/10/1995), in corrispondenza dei recettori sensibili. Al fine di ridurre le radio interferenze dovute a campi elettromagnetici, l'impianto è inoltre progettato e costruito in accordo alle raccomandazioni riportate nei parr. 4.2.6 e 9.6 della Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2).



11 SERVIZI GENERALI

L'alimentazione degli impianti luce e f.m. interni ed esterni alla centrale e l'alimentazione di tutti i servizi generali (climatizzazione, antintrusione, rilevazione incendi, ecc.) verrà eseguita dal quadro PMCC di cui sopra. Il sistema elettrico sarà del tipo TNS, cioè con masse e neutro del sistema elettrico collegati allo stesso impianto di terra; la protezione dai contatti indiretti avverrà per interruzione automatica dei circuiti a mezzo di interruttori magnetotermici o magnetotermici differenziali in conformità alla Norma CEI 64-8.

Si rimanda alla documentazione di progetto dell'impianto di pompaggio per maggiori approfondimenti

11.1 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione normale delle aree di SU verrà realizzata con un sistema che prevede l'installazione di proiettori a led direttamente installati sulle pareti della caverna. Tale sistema garantirà un livello di illuminamento medio di 10 lux (min. 1,5 lux). Limitatamente all'accesso da esterno ed all'area dei trasformatori sarà predisposto un secondo livello di illuminazione che garantirà un illuminamento medio di 30 lux (min. 10 lux) con un fattore di uniformità E_{min}/E_{med} non inferiore a 0,25.

L'illuminazione di sicurezza sarà garantita lungo le gallerie con lampade led e plafoniere poste in calotta, in modo che non distino più di 25 m l'una dall'altra. L'alimentazione dell'illuminazione di emergenza sarà derivata da un quadro di continuità appositamente dedicato. L'illuminazione di sicurezza si accenderà automaticamente al mancare dell'alimentazione, ed avrà un'autonomia di almeno un'ora.

Si rimanda alla documentazione di progetto dell'impianto di pompaggio per maggiori approfondimenti

11.2 IMPIANTI TECNOLOGICI DI EDIFICIO

Nell'edificio saranno realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- Illuminazione e prese F.M.;
- Condizionamento e ventilazione;
- Rilevazione incendi;
- Telefonico.

Gli impianti tecnologici saranno realizzati conformemente alle norme CEI e UNI di riferimento. Verranno, inoltre, impiegate apparecchiature e materiali provvisti di certificazione IMQ o di marchio Europeo internazionale equivalente.

Gli impianti elettrici saranno di norma tutti "a vista", cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo "non incassato" nelle strutture murarie. Dove presenti controsoffitti e pavimenti sopraelevati, le canalizzazioni principali verranno installate in tali intercapedini. Tutti gli impianti elettrici saranno completi di adeguato impianto di protezione.

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici sarà derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo norme CEI EN 61009-1) installati nell'apposito quadro di distribuzione.

Gli impianti elettrici avranno di norma il grado di protezione IP40 secondo norme CEI EN 60529. In alcuni locali particolari, quali per esempio i servizi igienici, gli impianti avranno grado di protezione in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 in relazione alla destinazione d'uso dei locali stessi.

I conduttori e i cavi saranno di tipo flessibile, con grado di isolamento 4, non propaganti la fiamma e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi secondo CEI 20-22 e CEI 20-37, contrassegnati alle estremità e con sezioni dimensionate in accordo alle norme CEI 64-8.

Ogni impianto (luce - FM, antintrusione, rilevazione incendi, telefonico, ecc.) sarà provvisto di distinte vie cavi.



GEOTECH S.r.l.

Sede : via T. Nani, 7 23017 Morbegno (SO) Tel 0342 6107 74 – mail: info@geotech-srl.it – Sito web: www.geotech-srl.it

Le canaline e le tubazioni saranno in materiale isolante (PVC non plastificato) e con sezione utile pari almeno al doppio della sezione complessiva dei conduttori contenuti.

Si rimanda alla documentazione di progetto dell'impianto di pompaggio per maggiori approfondimenti.



GEOTECH S.r.l.

Sede : via T. Nani, 7 23017 Morbegno (SO) Tel 0342 6107 74 – mail: info@geotech-srl.it – Sito web: www.geotech-srl.it

12 OPERE CIVILI E ACCESSORIE

Si rimanda alla documentazione di progetto dell'impianto di pompaggio per maggiori approfondimenti.



13 INQUADRAMENTO GEOLOGICO PRELIMINARE

Si rimanda alla documentazione di progetto dell'impianto di pompaggio per maggiori approfondimenti.



14 SICUREZZA NEI CANTIERI

I lavori si svolgeranno in ossequio alla normativa del dal D.lgs. 81 del 09/04/2008 e alle disposizioni integrative e correttive di cui al D.lgs. 106 del 03/08/09 nonché alle norme modificative ed integrative degli stessi. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva il titolare dell'infrastruttura provvederà a nominare un Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione, abilitato ai sensi della predetta normativa, che redigerà il Piano di Sicurezza e Coordinamento. Successivamente, per la fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un Coordinatore per la esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici delle norme di legge in materia di sicurezza e delle disposizioni previste nel Piano di Sicurezza e Coordinamento.



NOTA A MARGINE

Con la nuova riforma degli enti locali sardi del 2021 (Legge regionale 12 aprile 2021, n. 7 – Buras N.24 del 15 aprile 2021), la provincia del Sud Sardegna è in via di soppressione a favore delle istituende province del Medio Campidano e del Sulcis Iglesiente.

La città metropolitana di Cagliari andrà a gestire il restante territorio del Sud Sardegna.

I Comuni interessati direttamente dagli interventi sono:

- Nurri, Orroli, e Esterzili ricadenti nella Istituzione Città Metropolitana di Cagliari (Ex Provincia Sud Sardegna)

Si sottolinea che all'interno degli elaborati cartografici e testuali prodotti può talvolta trovarsi, come riferimento amministrativo, una indicazione alla Provincia Sud Sardegna (oggi ex Provincia Sud Sardegna). Tali riferimenti sono frutto di analisi effettuate su dati istituzionali che non hanno ancora avuto modo di allinearsi con le recenti riforme amministrative (Come ad esempio i dati cartografici dei confini amministrativi pubblicati sul geoportale regionale istituzionale).