


	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 1 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE"

Calcolo correnti di cortocircuito





					
					
00	Emissione per FEED	GOLDER	IMPRO	IMPRO	20/11/2020
Indice di Rev.	Descrizione Revisione	Elaborato	Verificato	Approvato	Data
Questo documento è di proprietà Eni Rewind S.p.A. che se ne riserva tutti i diritti.					

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 2 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Memorandum delle revisioni

Ind. Rev.	Data	Paragrafo	Descrizione sintetica revisione



	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 3 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	ANALISI DEL CIRCUITO	5
3.	CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE ELETTRICHE.....	7
4.	CALCOLO CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	10

INDICE TABELLE

Tabella 1 – Correnti massime di cortocircuito trasformatori 1600 kVA	10
Tabella 2 – Correnti massime di cortocircuito arrivo da GE 850 kVA	10

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 4 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

1. INTRODUZIONE

Scopo della presente Relazione è quello di stimare la corrente di cortocircuito massima per guasto sulle sbarre dei quadri elettrici principali della nuova piattaforma polifunzionale per il trattamento e la gestione dei rifiuti solidi di proprietà ENI Rewind, prevista in area Ponticelle Ravenna (RA).



Lo schema di riferimento della rete è quello del doc. 090026-ENG-F-FU-3087 "Schema elettrico unifilare generale".

Tutti i dati di ingresso del presente lavoro (caratteristiche delle apparecchiature, contributo motori, schema della rete, ecc...) sono quelli previsti allo stato attuale della progettazione ed andranno verificati in sede esecutiva.

Il principale riferimento normativo per l'esecuzione dei calcoli è la norma CEI 11-25 (EN 60909-0) ed. 2001-12 "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata - Parte 0: Calcolo delle correnti" (la versione 2001-12 è applicabile fino al 10/06/2019; la nuova versione 2016-12 della norma non contiene comunque modifiche sostanziali per quanto riguarda le casistiche in oggetto). I calcoli sono stati eseguito con software Neplan (versione 5.5.1).

Il livello di progettazione è FEED: il progetto non è idoneo per costruzione.

Il presente documento va consultato considerando anche i documenti di progetto delle altre discipline.

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 5 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

2. ANALISI DEL CIRCUITO

Con riferimento allo schema in precedenza citato:

- la rete di stabilimento è alimentata in media tensione dal Distributore a 15 kV, che prescrive una tenuta al cortocircuito di 12,5 kA; tale valore è quindi stato considerato come il valore massimo sulla rete MT, già comprensivo anche del contributo dell'impianto fotovoltaico e dei motori dello stabilimento. Si è considerato un rapporto R/X della impedenza di rete pari a 0,1, come suggerito da CEI EN 60909-0 art. 3.2 (in mancanza di informazioni più precise). Si è inoltre considerato che il suddetto valore di 12,5 kA sia stato calcolato dal Distributore secondo la norma CEI EN 60909-0 (quindi utilizzando un fattore di tensione $c = 1,1$);
- la valutazione del contributo alla lcc dell'impianto fotovoltaico connesso in MT esula dal presente lavoro e comunque dovrà rispettare quanto indicato dal Distributore, in modo da non superare i valori di lcc max. sopra riportati sulla rete MT;
- non sono presenti motori MT;
- non sono presenti generatori BT funzionanti in parallelo con la rete;
- sono presenti vari trasformatori 15/0,4 kV;
- sono presenti numerosi motori BT (tensione nominale 0,4 kV);
- il sistema BT è in tutti i casi di tipo TN-S.



Sempre con riferimento allo schema unifilare citato, sono presenti dei congiuntori tra le sbarre di alcuni trasformatori, ma l'impianto è previsto con trasformatori non funzionanti in parallelo, quindi con ciascuna sbarra alimentata da un solo trasformatore. La suddetta condizione sarà realizzata tramite interblocchi, oppure consentendo il “parallelo breve” per il cambio degli assetti, tramite opportune procedure e misure di protezione, in modo da poter trascurare la condizione di “parallelo breve” tra i TR.

Con riferimento alla norma CEI EN61936-1 (CEI 99-2) art. 7.1.1, il calcolo della corrente di cortocircuito è quindi riferito alla normale configurazione circuitale e non in caso di parallelo "breve" dei trasformatori. Nel caso venga consentito il “parallelo breve” la Committente adotterà adeguate procedure e misure di protezione per evitare pericoli per il personale.

In proposito, si riporta di seguito un estratto da CEI EN61936-1 (CEI 99-2) art. 7.1.1:



“Gli impianti devono essere in grado di sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche dovute a correnti di cortocircuito in accordo con quanto previsto nell’art. 4.

La configurazione circuitale, tuttavia, può essere tale che le parti di impianto, normalmente esercite separatamente, in caso di manovra siano interconnesse per brevi periodi, anche quando, a seguito di tali

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 6 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

collegamenti, la corrente di cortocircuito superi quella di progetto dell'impianto. In questi casi si devono adottare adeguate misure di protezione per evitare pericoli per il personale. A tale scopo, possono essere previste determinate procedure di esercizio.

NOTA 1 Ciò può essere inevitabile durante le operazioni di manovra quando, per esempio, le linee alimentate vengono trasferite da una sbarra all'altra.”

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito			Pag. 7 di 12
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

3. CARATTERISTICHE APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Nel seguito si riportano i dati principali delle apparecchiature elettriche componenti la rete 15/0,4 kV.

Trasformatore T1 Cabina CB1



- Potenza apparente nominale (S): 1600 kVA
- Tensione nominale del primario (U_{rTHV}): 15 kV (con prese a vuoto $\pm 2 \times 2,5 \%$)
- Tensione nominale del secondario (U_{rTLV}): 400 V
- Tensione di cortocircuito V_k : 6 %
- Regolamento UE 548/2014: A0AK
- Perdite a vuoto (P_0): 2,2 kW
- Perdite a carico (P_k): 13,0 kW
- Collegamenti e gruppo vettoriale: Dyn11

Trasformatore T2.1 Cabina CB2

- Potenza apparente nominale (S): 1600 kVA
- Tensione nominale del primario (U_{rTHV}): 15 kV (con prese a vuoto $\pm 2 \times 2,5 \%$)
- Tensione nominale del secondario (U_{rTLV}): 400 V
- Tensione di cortocircuito V_k : 6 %
- Regolamento UE 548/2014: A0AK
- Perdite a vuoto (P_0): 2,2 kW
- Perdite a carico (P_k): 13,0 kW
- Collegamenti e gruppo vettoriale: Dyn11

Trasformatore T2.2 Cabina CB2

- Potenza apparente nominale (S): 1600 kVA
- Tensione nominale del primario (U_{rTHV}): 15 kV (con prese a vuoto $\pm 2 \times 2,5 \%$)
- Tensione nominale del secondario (U_{rTLV}): 400 V
- Tensione di cortocircuito V_k : 6 %
- Regolamento UE 548/2014: A0AK
- Perdite a vuoto (P_0): 2,2 kW

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito			Pag. 8 di 12
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- Perdite a carico (P_k): 13,0 kW
- Collegamenti e gruppo vettoriale: Dyn11

Generatore GE (GE1)

- Potenza apparente nominale alternatore (S): ≤ 850 kVA
- Tensione nominale: 400 V
- Cos fi nominale: 0,8
- Reattanza subtransitoria x_d'' : $\geq 15\%$

Generatore GE (GE2)

- Potenza apparente nominale alternatore (S): ≤ 850 kVA
- Tensione nominale: 400 V
- Cos fi nominale: 0,8
- Reattanza subtransitoria x_d'' : $\geq 10\%$

Motori BT



Ciascun TR alimenta svariati motori asincroni BT. Tali motori – con esclusione di quelli alimentati tramite azionamento a frequenza variabile senza recupero energetico – contribuiscono in maniera significativa alla corrente di cortocircuito.

Tenendo conto dei dati di progetto attualmente disponibili e di possibili sviluppi futuri degli impianti, per ciascun TR è stata considerata la possibilità di alimentare contemporaneamente motori BT (esclusi quelli alimentati tramite azionamento a frequenza variabile senza recupero energetico) con somma delle potenze apparenti nominali pari a quella del trasformatore, considerando quindi per ciascun TR la presenza dei seguenti motori equivalenti BT:



- Motore equivalente BT derivato da T1 (CB1): 1600 kVA
- Motore equivalente BT derivato da T2.1 (CB2): 1600 kVA
- Motore equivalente BT derivato da T2.2 (CB2): 1600 kVA
- Motore equivalente BT derivato da GE1: 680kW / 850 kVA
- Motore equivalente BT derivato da GE2: 680kW / 850 kVA

Come previsto da CEI EN 60909-0 art. 3.8.2, per ciascuno dei motori equivalenti BT di cui sopra (inclusi i relativi cavi di collegamento), sono stati considerati i seguenti dati:

- I_{rM} (corrente nominale): pari alla somma delle correnti nominali di tutti i motori

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 9 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

- I_{LR} / I_{RM} (rapporto tra corrente a rotore bloccato e corrente nominale): 5
- R_M / X_M (rapporto tra resistenza e reattanza): 0,42
- P_{rM} / p (rapporto tra potenza nominale e num. paia di poli): 0,05 MW

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO "PONTICELLE" Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 10 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

4. CALCOLO CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Nel seguito si riportano i risultati dei calcoli delle correnti di cortocircuito massime sulle varie sbarre. I calcoli sono stati effettuati con software Neplan v. 5.5.1, considerando i dati di ingresso in precedenza riportati. I coefficienti di tensione sono stati assunti pari ai valori suggeriti da EN 60909-0 e dal software utilizzato ($c_{max}=1,1$).

Sono state trascurate le impedenze dei cavi 15 kV (in quanto effettivamente trascurabili) ed anche quelle dei collegamenti tra TR e sbarre BT (comunque di notevole sezione e modesta lunghezza): tale assunzione porta ad una leggera sovrastima dei valori massimi (trascurabile comunque all'atto pratico).

Si evidenzia che (come era lecito attendersi, visto il basso rapporto R/X della rete MT e dei trasformatori), il valore di cresta della corrente di picco (i_p) è quello che maggiormente influenza la scelta del valore "standard"⁽¹⁾ I_{cw} di tenuta al cortocircuito di quadri ed apparecchiature.

Nota⁽¹⁾: valore basato sui rapporti $i_p/I''k$ standard previsti dalle norme di quadri ed interruttori BT.



RISULTATI SBARRE TRASFORMATORI T1 – T2.1 – T2.2 (1600 kVA) CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO (guasto trifase)	
Corrente di c.c. simmetrica iniziale $I''k$	~ 52 kA
Valore di cresta i_p	~ 115 kA
Corrente termica equivalente I_{th} per tempo totale interruzione = 1 s	~ 47 kA
Corrente di breve durata I_{cw} (1 s) per dimensionamento sbarre, quadri ed apparecchiature	60 kA

Tabella 1 – Correnti massime di cortocircuito trasformatori 1600 kVA

Nella Tabella seguente sono riportate (a mero titolo informativo in quanto i quadri dovranno essere dimensionati per la corrente di cui alla tabella precedente) le massime correnti di cortocircuito in caso di sola alimentazione da GE (con contributo motore come più sopra indicato):



RISULTATI ARRIVO DA GE (alternatore da 850 kVA) CORRENTI MASSIME DI CORTOCIRCUITO (guasto trifase)	
Corrente di c.c. simmetrica iniziale $I''k$	~ 20 kA
Valore di cresta i_p	~ 43 kA
Corrente termica equivalente I_{th} per tempo totale interruzione = 1 s	~ 9 kA
Corrente di breve durata I_{cw} (1 s) per dimensionamento sbarre, quadri ed apparecchiature	25 kA

Tabella 2 – Correnti massime di cortocircuito arrivo da GE 850 kVA

	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 11 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	

Per ciascuna sbarra è stato indicato anche il valore minimo I_{cw} della corrente di breve durata per cui vanno dimensionati i quadri e le apparecchiature; tale valore è stato arrotondato cautelativamente per eccesso al “kA” immediatamente superiore al valore calcolato.

Per quanto riguarda le correnti di cortocircuito massime in caso di guasto monofase (guasto a terra o guasto fase/neutro), si evidenzia che, in prossimità dei trasformatori, le suddette correnti sono molto elevate. Sono stati condotti calcoli anche per le correnti di guasto massime monofase - considerando prudenzialmente l'impedenza di sequenza omopolare dei TR pari a 0,9 volte quella di sequenza diretta – da cui sono emersi valori solo di poco inferiori a quelli delle correnti massime per guasto trifase. **All'atto pratico, le correnti massime per guasto monofase vanno quindi assunte pari a quelle per guasto trifase, dimensionando di conseguenza quadri, sbarre ed apparecchiature (inclusi conduttori di neutro e di terra) per i suddetti valori.**

 remediation & waste into development	SITO/LOCALITA' Ravenna (RA)	N° DOC 090026-ENG-C-CA-3094	PVI: 090026	N° COMMESSA CA-RAV-000000
	TITOLO PIATTAFORMA BIO-RECUPERO “PONTICELLE” Calcolo correnti di cortocircuito		Pag. 12 di 12	
	N°DOC Appaltatore 20148029_E_DD_011	FUNZIONE EMITTENTE INGEA / IMPRO	INDICE DI REV. 00	