

**Elettrodotto 380 kV "Udine Ovest - Redipuglia"  
ed opere connesse**

**APPENDICE E**

**Relazione di calcolo delle fasce di rispetto**



<b>Storia delle revisioni</b>		
Rev. 02	Del 15/09/2015	Emissione per riformulazione istanza
Rev. 01	Del 29/06/2012	Aggiornamento progetto per prescrizioni decreto VIA
Rev. 00	Del 01/09/2008	Emissione PTO

Elaborato		Verificato		Approvato	
S. Salaro		D. Sperti		G. Pazienza	
ING - REA APRI_NE		ING - REA APRI_NE		ING - REA APRI_NE	

M18IO001SG-r00

## INDICE

1	Premessa.....	4
2	Verifica della conformità dell'opera in materia di campo magnetico.....	4
2.1	Premessa.....	4
2.2	Correnti di Calcolo .....	4
2.3	Distanze di Prima Approssimazione (DPA) ed Area di Prima Approssimazione (APA).....	5
2.3.1	Elettrodotti aerei.....	6
2.3.2	Cavo interrato .....	7
2.3.2.1	Posa a trifoglio .....	7
2.3.2.2	Posa in piano per TOC di attraversamento del fiume Isonzo .....	8
2.3.2.3	Posa in buca giunti .....	8
2.4	Calcoli tridimensionali del campo magnetico.....	9
2.4.1	Recettore "R1" .....	10
2.4.2	Recettore "R2" .....	14
2.4.3	Recettore "R3" .....	18
2.4.4	Tabella riassuntiva con valori di induzione magnetica calcolati .....	21
3	Verifica della conformità dell'opera in materia di campo elettrico.....	22
3.1	Metodologia di verifica .....	22
3.2	Profili di campo elettrico.....	24
3.2.1	Sostegni 380 kV.....	24
3.2.2	Sostegni 220 kV e 132 kV .....	25
4	Conclusioni .....	26
5	Allegati .....	26
5.1	Allegato doc n. PSPPDI08120.....	26
6	Appendice: Tabelle corrispondenza picchetto - tipologia sostegno con rispettive caratteristiche geometriche .....	27
6.1	Tabelle corrispondenza picchetto - tipologia sostegno .....	27
6.1.1	Elettrodotto 380 kV "Udine Ovest - Udine Sud" .....	27
6.1.2	Elettrodotto 380 kV "Udine Sud - Redipuglia" .....	28
6.1.3	Varianti alle linee esistenti .....	29
6.2	Geometrie sostegni.....	30
6.2.1	Schematico sostegno tipo AE dt serie 380 kV.....	30
6.2.2	Schematico sostegno tipo AC dt serie 380 kV .....	31
6.2.3	Schematico sostegno tipo AP dt serie 380 kV.....	32
6.2.4	Schematico sostegno tipo AM dt serie 380 kV .....	33
6.2.5	Schematico sostegno tipo AN dt serie 380 kV .....	34
6.2.6	Schematico sostegno tipo AL dt serie 380 kV .....	35
6.2.7	Schematico sostegno tipo RDT serie 380 kV .....	36
6.2.8	Schematico sostegno tipo NDT serie 380 kV .....	37
6.2.9	Schematico sostegno tipo MDT serie 380 kV.....	38
6.2.10	Schematico sostegno tipo PDT serie 380 kV .....	39
6.2.11	Schematico sostegno tipo MV dt serie 380 kV .....	40
6.2.12	Schematico sostegno tipo AN st serie 380 kV utilizzato anche in classe 220 kV .....	41

6.2.13	Schematico sostegno tipo AL st serie 380 kV .....	42
6.2.14	Schematico sostegno tipo NST serie 380 kV utilizzato solo in classe 220 kV .....	43
6.2.15	Schematico sostegno tipo MST serie 380 kV utilizzato anche in classe 220 kV .....	44
6.2.16	Schematico sostegno tipo PST serie 380 kV utilizzato solo in classe 220 kV .....	45
6.2.17	Schematico sostegno tipo CA st serie 380 kV .....	46
6.2.18	Schematico sostegno tipo EA st serie 380 kV .....	47
6.2.19	Schematico sostegno tipo C st serie 220 kV .....	48
6.2.20	Schematico sostegno tipo "Palo Gatto" serie 132 kV .....	49

## 1 Premessa

La presente relazione ha lo scopo di verificare, per l'opera in progetto, il rispetto dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, sui campi elettrici e magnetici, stabiliti dal D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".

Tali valutazioni sono state effettuate nel pieno rispetto del D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, nonché della "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

## 2 Verifica della conformità dell'opera in materia di campo magnetico

### 2.1 Premessa

Ai fini dell'individuazione dei limiti entro i quali deve essere verificato il rispetto dell'*obiettivo di qualità*, così come definito nel D.P.C.M. dell'8 Luglio 2003, si è provveduto ad effettuare il calcolo delle *fasce di rispetto*.

Per "fasce di rispetto" si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalle curve isolivello a 3 microtesla, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT (ora ISPRA), sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

### 2.2 Correnti di Calcolo

Come disposto nel D.P.C.M. 08/07/2003, nel calcolo, è stata considerata la "Portata in Corrente in Servizio Normale", come definita dalla norma CEI 11-60; per il conduttore alluminio-acciaio  $\varnothing=31.5$  mm, i valori numerici sono indicati nella seguente tabella:

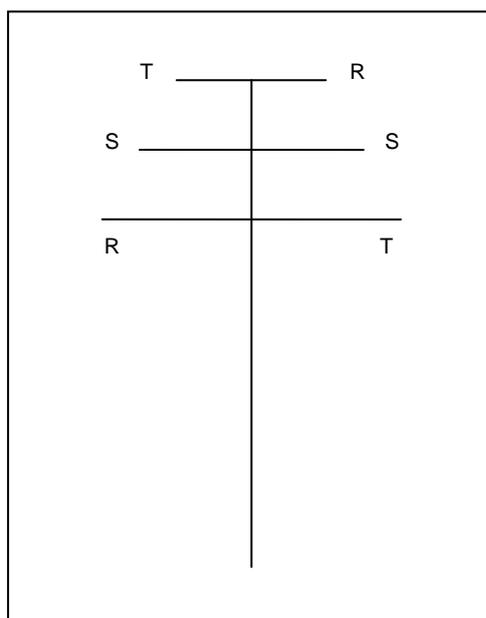
TENSIONE NOMINALE	PORTATA IN CORRENTE [A] DELLA LINEA SECONDO CEI 11-60			
	ZONA A		ZONA B	
	PERIODO C	PERIODO F	PERIODO C	PERIODO F
380 kV cond. trinato	2220	2955	2040	2310
220 kV cond. singolo	665	905	610	710
132 kV cond. singolo	620	870	575	675

Nei casi in esame (zona B, periodo F) le portate in corrente considerate sono:

- 2310 A per il nuovo elettrodotto 380 kV "Udine Ovest - Redipuglia";
- 2310 A per le varianti agli elettrodotti 380 kV "Planais - Redipuglia";

- 710 A per il raccordo 220 kV in semplice terna tra la S.E. Udine Sud e la linea "Udine Nord-Est – Redipuglia – der. ABS Safau”;
- 675 A per il tratto aereo della variante alla linea 132 kV “C.P. Schiavetti – S.E. Redipuglia”;
- 1000 A per il tratto in cavo interrato della variante alla linea 132 kV “C.P. Schiavetti – S.E. Redipuglia”, pari alla portata in regime permanente, così come definita nella Norma CEI 11-17.

Per quanto riguarda la disposizione delle fasi sui sostegni in doppia terna, il nuovo elettrodotto a 380 kV "S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia", verrà costruito ed esercito in configurazione ottimizzata, come schematizzato nella seguente figura:



*Sostegno doppia terna in configurazione ottimizzata, con correnti equiverse*

### 2.3 Distanze di Prima Approssimazione (DPA) ed Area di Prima Approssimazione (APA)

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la **Distanza di Prima Approssimazione**, definita come “*la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto*”. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, viene invece introdotto il concetto di **Area di Prima Approssimazione**, calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell'Allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

Nella planimetria allegata doc n. PSPPDI08120, sono riportate le DPA e le APA, in scala 1:5000. Si specifica che, a scopo cautelativo, come sostegno base per il calcolo della DPA secondo la procedura semplificata del D.M. 29/05/2008, è stato utilizzato il palo di amarro AE dt.

### 2.3.1 Elettrodotti aerei

Nella tabella seguente viene riportata numericamente la Distanza di Prima Approssimazione per tutte le tipologie di sostegni utilizzati nella realizzazione degli elettrodotti aerei.

Per il calcolo, è stato utilizzato il software EMF Tools sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alle Norme CEI 106-11 e 211-4.

Per le dimensioni utili ai fini dei calcoli delle DPA, fare riferimento all'appendice 6 in coda alla presente relazione, riportante le geometrie di tutti i sostegni compresi nella progettazione dell'opera.

<b>Sostegni serie 380 kV</b>		
Tipologia sostegno	Ampiezza Fascia di Rispetto [m]	Note
AE dt	38	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
AL dt	36	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
AN dt	36	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
AMdt	37	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
AP dt	37	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
AC dt	37	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
RDT	36	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
NDT	33	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
MDT	34	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
PDT	34	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
MV-DT	35	Sostegno 380 kV doppia terna tubolare
AN st	46	Sostegno 380 kV semplice terna tubolare
AL st	45	Sostegno 380 kV semplice terna tubolare
MST	43	Sostegno 380 kV semplice terna tubolare
EA st	53	Sostegno 380 kV semplice terna a traliccio
CA st	49	Sostegno 380 kV semplice terna a traliccio

<b>Sostegni serie 220 kV</b>		
Tipologia sostegno	Ampiezza Fascia di Rispetto [m]	Note
NST	23	Sostegno 380 kV semplice terna tubolare utilizzato in classe 220 kV
MST	25	Sostegno 380 kV semplice terna tubolare utilizzato in classe 220 kV
PST	25	Sostegno 380 kV semplice terna tubolare utilizzato in classe 220 kV
C st	24	Sostegno 220 kV semplice terna a traliccio

<b>Sostegni serie 132 kV</b>		
Tipologia sostegno	Ampiezza Fascia di Rispetto [m]	Note
Palo Gatto con porta terminale	17	Sostegno 132 kV semplice terna a traliccio di transizione aereo/cavo

### 2.3.2 Cavo interrato

Di seguito vengono riportate le caratteristiche geometriche delle varie tipologie di posa utilizzate per la variante in cavo interrato dell'elettrodotto 132 kV "C.P. Schiavetti - S.E. Redipuglia" ed i valori numerici delle rispettive Distanze di Prima Approssimazione.

Per il calcolo, è stato utilizzato il software EMF Tools sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alle Norme CEI 106-11 e 211-4.

#### 2.3.2.1 Posa a trifoglio

SINGOLA TERNA POSA CAVI A TRIFOGLIO	
CORRENTE	1000 A
DIAMETRO ESTERNO	106,4 mm
SEZIONE CONDUTTORE CAVO	Alluminio 1600 mm <sup>2</sup>
DPA	3 m

pannello di configurazione
Mini Help

**Nome linea**

Linea 1

**Tension**

132

**Corrente**

1000

**Diametro**

106,4

tema elettrico

simmetrico - equilibrato

Commento

Ins. CB

**Ascissa asse linea**

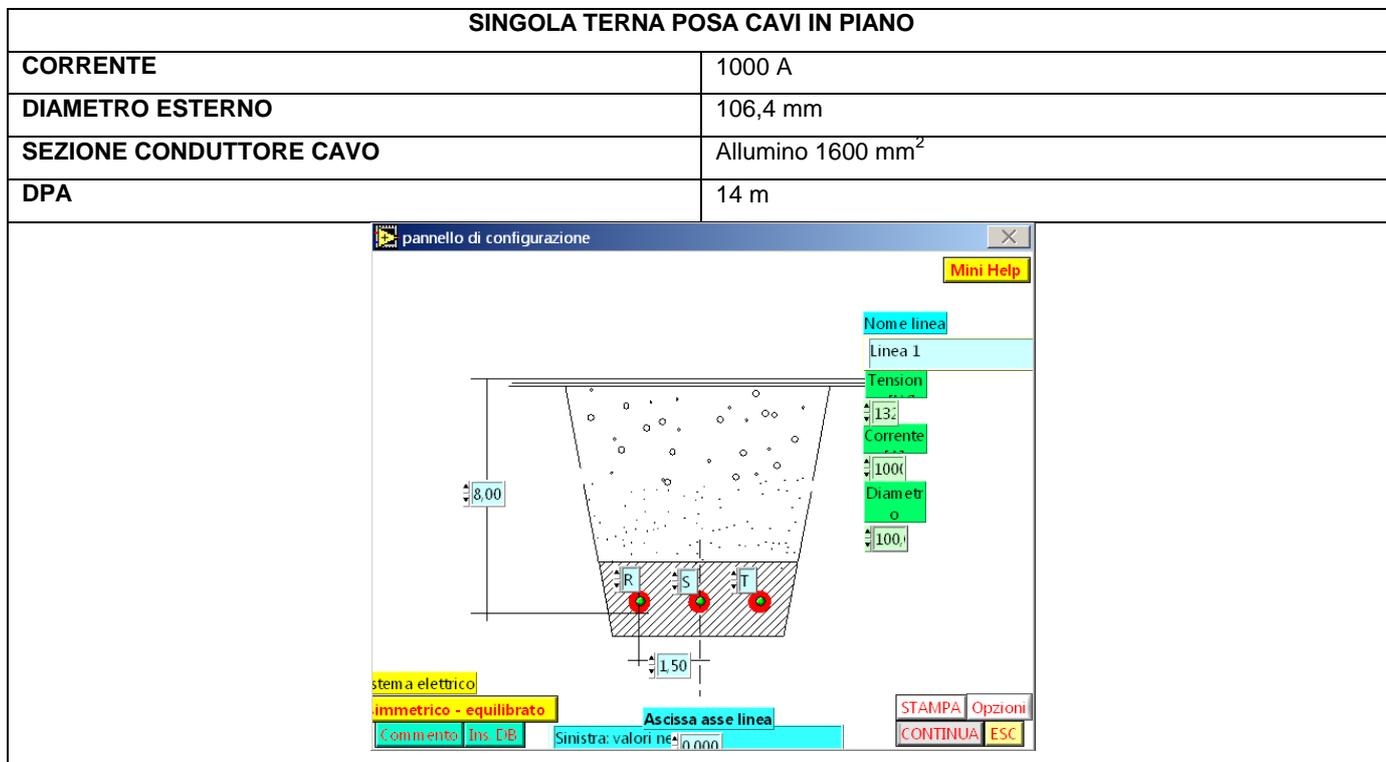
Sinistra: valori ne 0,000

STAMPA Opzioni

CONTINUA ESC

### 2.3.2.2 Posa in piano per TOC di attraversamento del fiume Isonzo

Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione relativa ad una singola terna di cavi a 132 kV posati in piano:



### 2.3.2.3 Posa in buca giunti

Si riporta di seguito l'andamento della fascia di rispetto e della relativa Distanza di Prima Approssimazione relativa ad una singola terna di cavi a 132 kV posati all'interno di una buca giunti:



## 2.4 Calcoli tridimensionali del campo magnetico

Una volta determinate le DPA (Distanza di Prima Approssimazione) e la APA (Area di Prima Approssimazione), come definite nel DM 29 Maggio 2008, per le quali si rimanda all'elaborato grafico doc n. PSPPDI08120, sono stati individuati tre recettori (**R1, R2 ed R3**) ricadenti all'interno di esse, per i quali è prevista una permanenza superiore alle quattro ore giornaliere.

Al fine di evidenziare la compatibilità dell'opera coi fabbricati esistenti, per ciò che concerne i valori limite dell'induzione magnetica, risulta dunque necessario effettuare, come previsto dal Decreto, il calcolo puntuale della fascia di rispetto, in corrispondenza delle sezioni di elettrodotto interessate dalla vicinanza di tali edifici, considerando l'effettiva geometria dei sostegni e la reale disposizione dei conduttori nello spazio, nella sezione considerata.

Come noto, il campo magnetico, è direttamente proporzionale all'intensità della corrente che circola nei conduttori degli impianti elettrici. Nel caso specifico, per le valutazioni del campo magnetico generato dagli elettrodotti in progetto, sono state utilizzate le "Portate in Corrente in Servizio Normale" per un conduttore trinato  $\phi = 31.5$  mm, come definite dalla Norma CEI 11-60. Per gli elettrodotti esistenti, interferenti con lo sviluppo del nuovo tracciato, sono state utilizzate le correnti massime mediane registrate nell'anno 2013.

Il parametro della catenaria, definito come rapporto tra il tiro applicato ed il peso unitario del conduttore, è stato stabilito seguendo le prescrizioni dettate dalle Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 Luglio 2003". Tale norma prevede, per elettrodotti localizzati in Zona B, di effettuare le simulazioni in condizioni di Massima Freccia, con temperatura di riferimento di 40°C.

Per il calcolo è stato utilizzato il software "WinEDT-Versione 7.8.0 / WinELF-Versione 2.8.0" sviluppato da "VECTOR S.r.l."; inoltre i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

L'analisi tridimensionale, è riferita alle campate localizzate nelle vicinanze dei recettori sensibili. Per queste campate, vengono forniti i seguenti dati caratteristici:

- Numerazione dei sostegni;
- Dettagli geometrici sulle dimensioni delle parti superiori dei sostegni;
- Altezza utile dei sostegni cioè, l'altezza da terra del conduttore più basso;
- Tipologia di sostegno;
- Parametro della catenaria in condizioni di massima freccia;
- Tipo e diametro del conduttore;
- Corrente considerata nella simulazione;
- Quota sul livello del mare della base del sostegno;

Per quanto riguarda i recettori interessati, ne vengono riportati, per ognuno, i seguenti dati:

- Identificativo corrispondente a quello indicato nella planimetria DPA, doc n. PSPPDI08120;
- Comune di appartenenza;

- Destinazione d'uso;
- Quota base sul livello del mare;
- Altezza dell'edificio;
- Distanza minima tra il recettore e l'elettrodotto in progetto;
- Estratto cartografico su base ortofoto del recettore interessato;
- Estratto cartografico su base rilievo laser, in cui è visibile la fascia di rispetto in corrispondenza del recettore interessato.
- Il valori di campo magnetico massimo a cui il recettore è esposto.

Si riporta di seguito l'analisi per i singoli recettori.

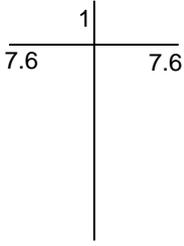
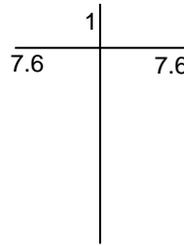
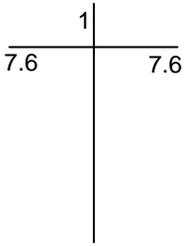
#### 2.4.1 Recettore "R1"

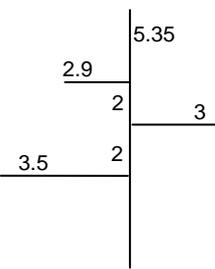
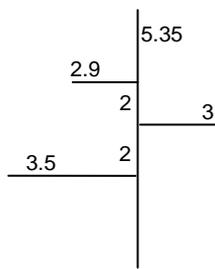
Il recettore R1 è situato nel comune di Villesse, come visibile dalla planimetria allegata doc n. PSPPDI08120.

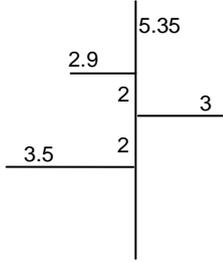
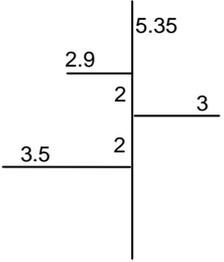
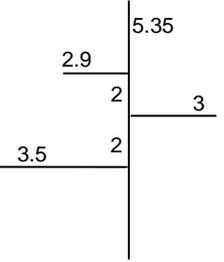
I sostegni del tratto di linea prospiciente al recettore, presentano le seguenti caratteristiche:

<b>Elettrodotto 380 kV in progetto "S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia" - Tratto "Udine Sud - Redipuglia"</b>		
	Sostegno 49 (ex 104)	Sostegno 50 (ex 105)
Tipologia	AC-DT	PDT
Quota base s.l.m. [m]	16.0	15.5
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	30	33
Parametro	1593	
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm	
Note: per le caratteristiche geometriche fare riferimento all'appendice 6		

I sostegni delle linee esistenti presentano le seguenti caratteristiche:

<b>Elettrodotto 380 kV esistente "Redipuglia - Planais"</b>			
Identificativo	Sostegno 179	Sostegno 180	Sostegno 181
Tipologia	PV	PV	PV
Geometria			
Quota base s.l.m. [m]	16	15.6	14.9
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	21	42	30
Parametro	1610		1590
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm		

<b>Elettrodotto 132 kV esistente "Redipuglia - Cà Poia"</b>		
Identificativo	Sostegno 13	Sostegno 14
Tipologia	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Sud)	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Sud)
Geometria		
Quota base s.l.m. [m]	15.2	15.6
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	18	16
Parametro	800	
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 22.8$ mm	

Elettrodotto 132 kV esistente "Redipuglia FS - Strassoldo"			
Identificativo	Sostegno 3	Sostegno 4	Sostegno 5
Tipologia	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Nord)	M troncopiramidale) (lato 2 mensole verso Nord)	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Nord)
Geometria			
Quota base s.l.m. [m]	15.8	15.8	15.5
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	15	13	15
Parametro	800		800
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 19.4$ mm		

*Correnti:*

- Per la linea in progetto 380 kV "S.E. Udine - S.E. Redipuglia" è stata considerata portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60, pari a 2310 A;
- Per la linea esistente 380 kV "Redipuglia - Planais" è stata considerata la corrente massima mediana registrata nell'anno 2013 e pari a 1382 A;
- Per la linea esistente 132 kV "Redipuglia - Cà Poia" è stata considerata la corrente massima mediana registrata nell'anno 2013 e pari a 189 A;
- Per la linea esistente 132 kV "Redipuglia FS - Strassoldo" è stata considerata portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 pari a 359 A (conduttore Alluminio - Acciaio  $\varnothing = 19.4$  mm).

**Scheda Recettore**

<b>Recettore</b>	<b>R1</b>	
<b>Linea</b>	Udine - Redipuglia	
<b>Destinazione</b>	Civile	
<b>Altezza Ed.1</b>	10 m	
<b>Altezza Ed.2</b>	8 m	
<b>Quota Base Ed.1 ed Ed.2</b>	15.5 m s.l.m.	
<b>Stato di conservazione</b>	In uso	
<b>Distanza asse linea - edificio 1</b>	75 m	
<b>Distanza asse linea - edificio 2</b>	109 m	
<b>Ubicazione</b>	Compreso tra il traliccio 49 (ex 104) e 50 (ex 105)	
<b>Valore induzione magnetica massima</b>	<b>Ed.1: 0.5 µT</b>	La linea magenta con riempimento verde, rappresenta la proiezione a terra della fascia di rispetto dell'elettrodotto in progetto, calcolata tenendo conto degli elettrodotti interferenti. Come si evince dalla figura, il recettore non viene interessato; risulta quindi rispettato l'obiettivo di qualità fissato dal D.P.C.M. 8 Luglio 2003.
	<b>Ed.2: 0.3 µT</b>	
<p>I valori di induzione magnetica massimi, sono stati riscontrati nei seguenti punti (coordinate Gauss-Boaga Fuso Est):</p> <p><b>Edificio 1</b>  <b>P1:</b>  X = 2397801.97 m  Y = 5079154.39 m  Z = 25.5 m s.l.m. (quota gronda)</p> <p><b>Edificio 2</b>  <b>P2:</b>  X = 377798.35 m  Y = 5079189.62 m  Z = 23.5 m s.l.m. (quota gronda)</p>		<p style="text-align: center;"><b>VISTA RECETTORI SU BASE ORTOFOTO</b></p>

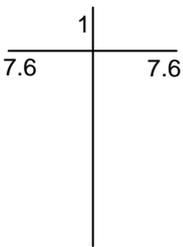
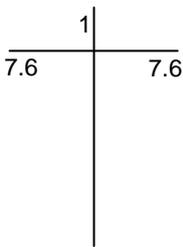
### 2.4.2 Recettore "R2"

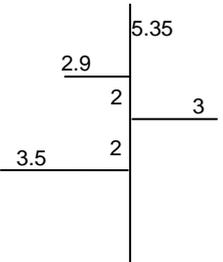
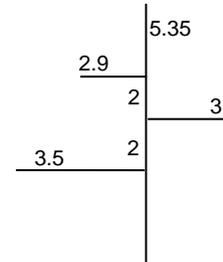
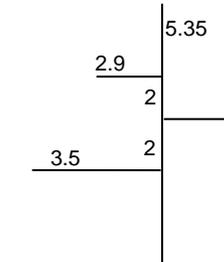
Il recettore R2 è situato nel comune di Villesse, come visibile dalla planimetria allegata doc n. PSPPDI08120.

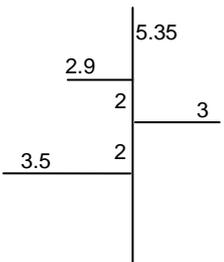
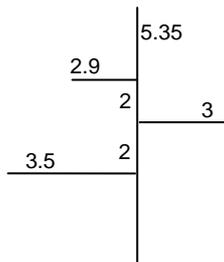
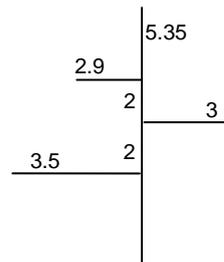
I sostegni del tratto di linea prospiciente al recettore, presentano le seguenti caratteristiche:

<b>Elettrodotto 380 kV in progetto "S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia" - Tratto "Udine Sud - Redipuglia"</b>		
Identificativo	Sostegno 50 (ex 105)	Sostegno 51 (ex 106)
Tipologia	PDT	MDT
Quota base s.l.m. [m]	15.5	14.7
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	33	33
Parametro	1593	
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm	
Note: per le caratteristiche geometriche fare riferimento all'appendice 6		

I sostegni delle linee esistenti presentano le seguenti caratteristiche:

<b>Elettrodotto 380 kV esistente "Redipuglia - Planais"</b>		
Identificativo	Sostegno 180	Sostegno 181
Tipologia	PV	PV
Geometria		
Quota base s.l.m. [m]	15.6	14.9
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	42	30
Parametro	1590	
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm	

Elettrodotto 132 kV esistente "Redipuglia - Cà Poia"			
Identificativo	Sostegno 12	Sostegno 13	Sostegno 14
Tipologia	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Sud)	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Sud)	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Sud)
Geometria			
Quota base s.l.m. [m]	15.5	15.2	15.6
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	18	18	16
Parametro	800		800
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 22.8$ mm		

Elettrodotto 132 kV esistente "Redipuglia FS - Strassoldo"			
Identificativo	Sostegno 4	Sostegno 5	Sostegno 6
Tipologia	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Nord)	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Nord)	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Nord)
Geometria			
Quota base s.l.m. [m]	15.8	15.5	15
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	13	15	15
Parametro	800		800
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 19.4$ mm		

### *Correnti:*

- Per la linea in progetto 380 kV "S.E. Udine - S.E. Redipuglia" è stata considerata portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60, pari a 2310 A;
- Per la linea esistente 380 kV "Redipuglia - Planais" è stata considerata la corrente massima mediana registrata nell'anno 2013 e pari a 1382 A;
- Per la linea esistente 132 kV "Redipuglia - Cà Poia" è stata considerata la corrente massima mediana registrata nell'anno 2013 e pari a 189 A;
- Per la linea esistente 132 kV "Redipuglia FS - Strassoldo" è stata considerata portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 pari a 359 A (conduttore Alluminio - Acciaio  $\varnothing = 19.4$  mm).

**Scheda Recettore**

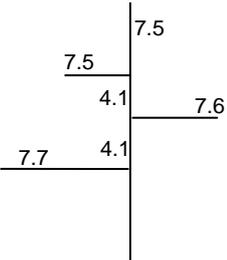
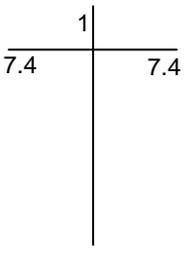
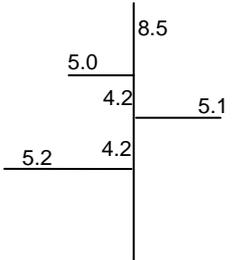
<b>Recettore</b>	<b>R2</b>	
<b>Linea</b>	Udine - Redipuglia	
<b>Destinazione</b>	Civile	
<b>Altezza</b>	11 m	
<b>Quota Base</b>	15 m s.l.m.	
<b>Stato di conservazione</b>	In uso	
<b>Distanza asse linea - edificio</b>	121 m	
<b>Ubicazione</b>	Compreso tra il traliccio 50 (ex 105) e 51 (ex 106)	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>0.4 μT</b>	<p>La linea magenta con riempimento verde, rappresenta la proiezione a terra della fascia di rispetto dell'elettrodotto in progetto, calcolata tenendo conto degli elettrodotti interferenti. Come si evince dalla figura, il recettore non viene interessato; risulta quindi rispettato l'obiettivo di qualità fissato dal D.P.C.M. 8 Luglio 2003.</p> <p style="text-align: center;"><b>VISTA RECETTORE SU BASE ORTOFOTO</b></p>
<p>Il valore di induzione magnetica massimo, è stato riscontrato nel seguente punto (coordinate Gauss-Boaga Fuso Est):</p> <p><b>P:</b>  X = 2398024.03 m  Y = 5079220.77 m  Z = 26.0 m s.l.m. (quota gronda)</p>		

### 2.4.3 Recettore "R3"

Il recettore R3 è situato nel comune di Villesse, come visibile dalla planimetria allegata doc n. PSPPDI08120.

I sostegni del tratto di linea prospiciente al recettore, presentano le seguenti caratteristiche:

<b>Elettrodotto 380 kV in progetto "S.E. Udine Ovest - S.E. Redipuglia" - Tratto "Udine Sud - Redipuglia"</b>			
Identificativo	Sostegno 53 (ex 108)	Sostegno 54 (ex 109)	Sostegno 55 (ex 110)
Tipologia	MDT	AN-DT	MDT
Quota base s.l.m. [m]	14.5	14	12.7
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	33	39	36
Parametro	1593		1606
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm		
Note: per le caratteristiche geometriche fare riferimento all'appendice 6			

<b>Elettrodotto 380 kV "Redipuglia - Planais" (una campata esistente e una in variante)</b>			
Identificativo	Sostegno 183 (esistente)	Sostegno 184 (esistente)	Sostegno 185a
Tipologia	NT (lato 2 mensole verso Sud)	LV	AN-ST (lato 2 mensole verso Sud)
Geometria			
Quota base s.l.m. [m]	14.5	15.6	16
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	18	30	33
Parametro	1500		1615
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm		

<b>Raccordo aereo dell'elettrodotto 132 kV "Schiavetti - Redipuglia"</b>		
Identificativo	Sostegno 11a	Sostegno 12
Tipologia	Pale Gatto per transizione aereo/cavo	M troncopiramidale (lato 2 mensole verso Sud)
Geometria	Vedi appendice 6	
Quota base s.l.m. [m]	16	15
Altezza utile (altezza da terra del conduttore più basso) [m]	27	24
Parametro	800	
Conduttore	Alluminio - Acciaio $\varnothing = 31.5$ mm	

*Correnti:*

- Per la linea in progetto 380 kV "S.E. Udine - S.E. Redipuglia" è stata considerata portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60, pari a 2310 A;
- Per la variante alla linea esistente 380 kV "Redipuglia - Planais" è stata considerata la portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60, pari a 2310 A;
- Per la variante aerea dell'elettrodotto 132 kV "Schiavetti - Redipuglia" è stata considerata la portata in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60, pari a 675 A;
- Per la variante in cavo dell'elettrodotto 132 kV "Schiavetti - Redipuglia" è stata considerata la massima portata termica, pari a 1000 A.

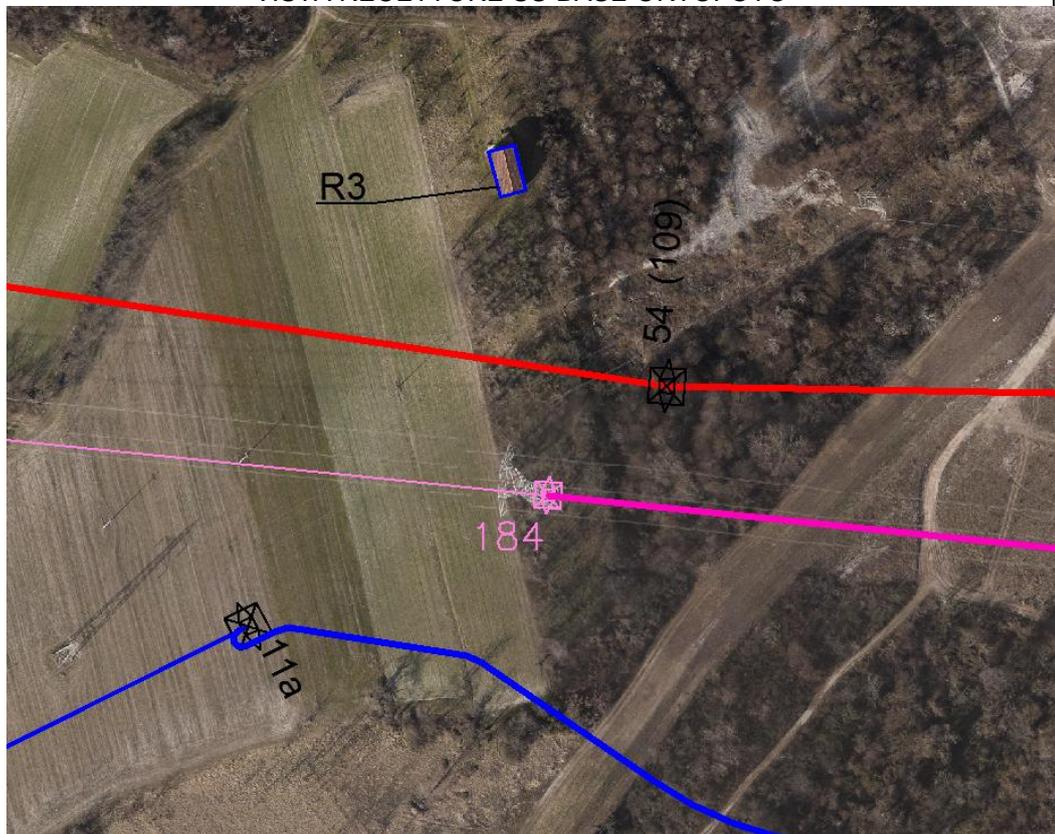
**Scheda recettore**

<b>Recettore</b>	<b>R3</b>	
<b>Linea</b>	Udine - Redipuglia	
<b>Destinazione</b>	Civile	
<b>Altezza</b>	7 m	
<b>Quota Base</b>	16 m s.l.m.	
<b>Stato di conservazione</b>	In uso	
<b>Distanza asse linea - edificio</b>	47 m	
<b>Ubicazione</b>	Compreso tra il traliccio 53 (ex 108) e 54 (ex 109)	
<b>Valore campo magnetico massimo</b>	<b>1.6 μT</b>	<p>La linea magenta con riempimento verde, rappresenta la proiezione a terra della fascia di rispetto dell'elettrodotto in progetto, calcolata tenendo conto degli elettrodotti interferenti. Come si evince dalla figura, il recettore non viene interessato; risulta quindi rispettato l'obiettivo di qualità fissato dal D.P.C.M. 8 Luglio 2003.</p>

**VISTA RECETTORE SU BASE ORTOFOTO**

Il valore di induzione magnetica massima, è stato riscontrato nel seguente punto (coordinate Gauss-Boaga Fuso Est):

**P:**  
X = 2399249.67 m  
Y = 5078861.09 m  
Z = 23.0 m s.l.m. (quota gronda)



#### 2.4.4 *Tabella riassuntiva con valori di induzione magnetica calcolati*

Si riporta di seguito, la tabella, che riassume i valori di induzione magnetica calcolati, per i tre recettori localizzati all'interno della APA:

<b>Identificativo Recettore</b>	<b>Induzione magnetica massima calcolata [<math>\mu</math>T]</b>	<b>Verifica obiettivo di qualità D.P.C.M 8 Luglio 2003 pari a 3 <math>\mu</math>T</b>
R1 edificio 1	0.5	Rispettato
R1 edificio 2	0.3	Rispettato
R2	0.4	Rispettato
R3	1.6	Rispettato

### 3 Verifica della conformità dell'opera in materia di campo elettrico

#### 3.1 Metodologia di verifica

Il campo elettrico generato da un elettrodotto aereo dipende unicamente dal valore della tensione a cui questo viene esercito; esso è stato calcolato in conformità alla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche".

L'altezza dal piano campagna, alla quale è stato calcolato il valore del campo elettrico, è pari a 1.5 m.

Tale valore è scelto in base alla Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 100 kHz, con riferimento all'esposizione umana", la quale considera, in generale, come "significativi ai fini della caratterizzazione dell'esposizione umana", i punti ad altezze di 1 - 1.5 m dal piano di calpestio.

Per quanto riguarda l'altezza da terra dei conduttori degli elettrodotti in progetto, è stata considerata la distanza minima progettuale da terra, alla quale possono trovarsi i conduttori stessi. Tale distanza si verifica, in condizioni di Massima Feccia, con temperatura di riferimento di 40°C (Zona B) e, in base ai criteri progettuali adottati, risulta:

- 15 metri per le linee a 380 kV doppia terna;
- 12 metri per le linee a 380 kV semplice terna;
- 10 metri per le linee a 220 kV;
- 8 metri per le linee a 132 kV.

Per il calcolo è stato utilizzato il software EMF Tools sviluppato per TERNA da CESI in aderenza alla Norma CEI 211-4.

Di seguito, si riportano i profili di campo elettrico, per i sostegni più ingombranti, che quindi generano valori di campo maggiori, tra i vari gruppi tipologici; con riferimento alle caratteristiche geometriche riportate nell'appendice 6, tali sostegni sono:

#### Sostegni 380 kV:

- **AE dt:** rappresentativo dei sostegni 380 kV doppia terna tubolari di amarro (gli altri sono i sostegni: AP dt, AC dt, AM dt, AN dt, AL dt, RDT);
- **PDT:** rappresentativo dei sostegni 380 kV doppia terna tubolari di sospensione con mensole isolanti (gli altri sono i sostegni: MDT, NDT);
- **MV dt:** unico sostegno 380 kV doppia terna tubolare di sospensione con mensole a "V";
- **AN st:** rappresentativo dei sostegni 380 kV semplice terna tubolari di amarro (l'altro è il sostegno AL st);
- **MST:** unico sostegno 380 kV semplice terna tubolare di sospensione con mensole isolanti;
- **EA st:** rappresentativo dei sostegni 380 kV semplice terna a traliccio di amarro (l'altro è il sostegno CA st).

Sostegni 220 kV:

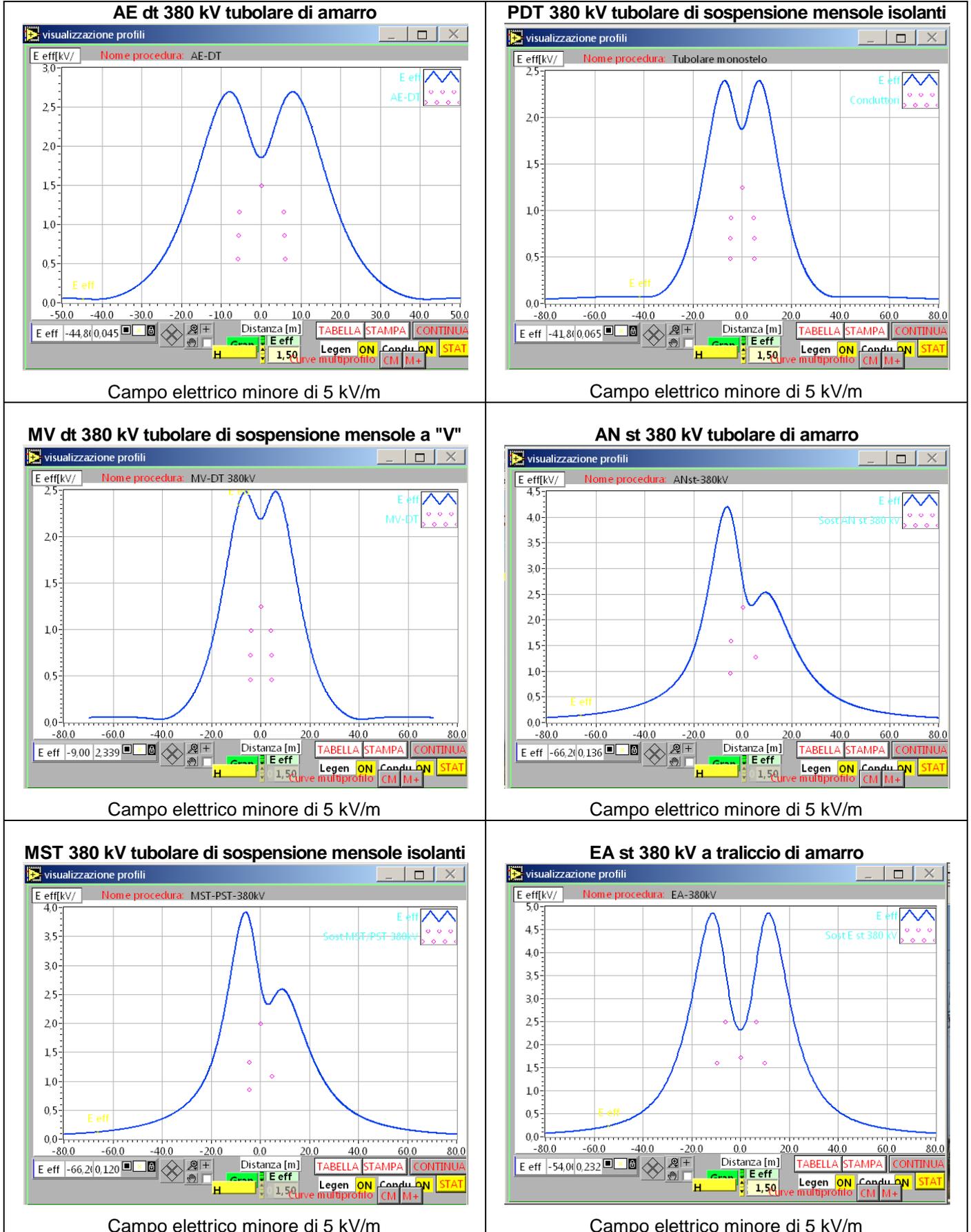
- **AN st:** sostegno 380 kV semplice terna tubolare di amarro, utilizzato in classe 220 kV (unico sostegno di amarro);
- **PST:** sostegno 380 kV semplice terna tubolare di sospensione con mensole isolanti, utilizzato in classe 220 kV, rappresentativo dei sostegni tubolari di sospensione 220 kV (gli altri sono i sostegni: MST, NST).
- **C st:** sostegni 220 kV semplice terna a traliccio di amarro (unico traliccio serie 220 kV utilizzato).

Sostegni 132 kV:

- **Palo Gatto 132 kV di transizione aereo/cavo** (unico sostegno serie 132 kV utilizzato).

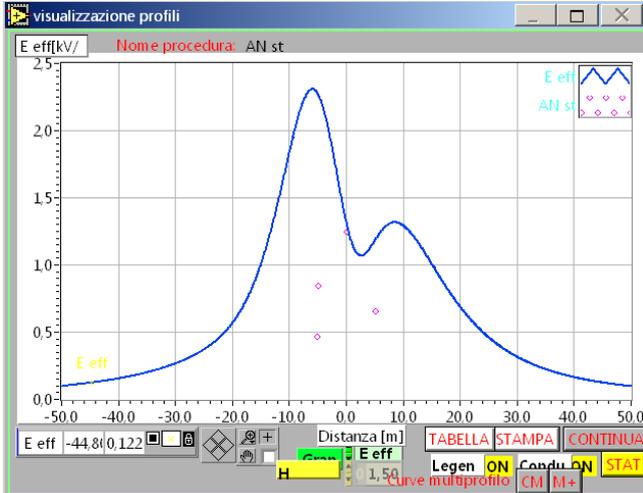
### 3.2 Profili di campo elettrico

#### 3.2.1 Sostegni 380 kV



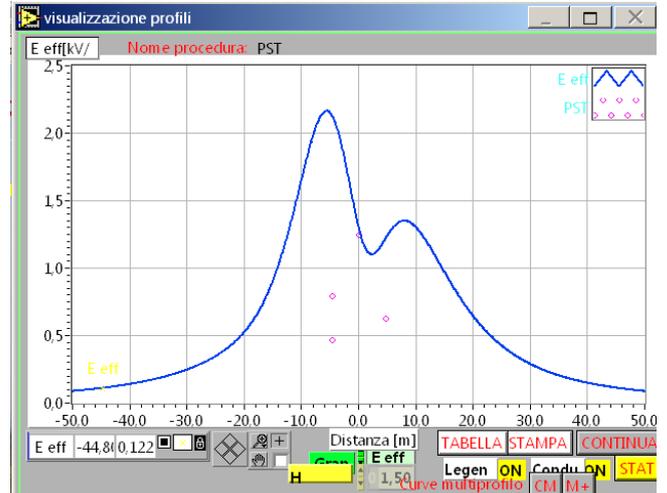
### 3.2.2 Sostegni 220 kV e 132 kV

**AN st 380 kV tubolare di amarro  
(utilizzato in classe 220 kV)**



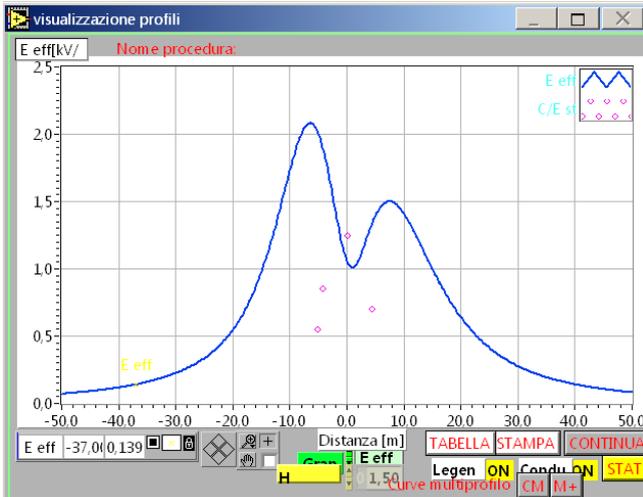
Campo elettrico minore di 5 kV/m

**PST 380 kV tubolare di sospensione mensole isolanti  
(utilizzato in classe 220 kV)**



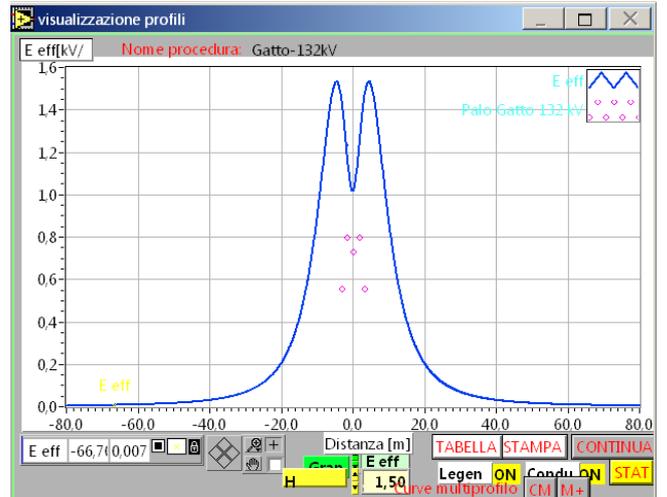
Campo elettrico minore di 5 kV/m

**C st 220 kV a traliccio di amarro**



Campo elettrico minore di 5 kV/m

**Palo gatto 132 kV di transizione aereo/cavo**



Campo elettrico minore di 5 kV/m

## 4 Conclusioni

La presente relazione ha permesso di determinare l'assenza di edifici esposti a valori di induzione magnetica superiori all'obiettivo di qualità, prescritto nel DPCM dell' 8 Luglio 2003.

Viene inoltre dimostrato il rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico, così come fissato nel DPCM dell' 8 Luglio 2003.

## 5 Allegati

### 5.1 Allegato doc n. PSPPDI08120

Planimetria in scala 1:5000 con distanza di prima approssimazione (31 tavole in formato A3).

## 6 Appendice: Tabelle corrispondenza picchetto - tipologia sostegno con rispettive caratteristiche geometriche

### 6.1 Tabelle corrispondenza picchetto - tipologia sostegno

#### 6.1.1 Elettrodotto 380 kV "Udine Ovest - Udine Sud"

CARATTERISTICHE SOSTEGNO			TIPOLOGIA
Picch.	Tipo	Altezza utile	
<b>Elettrodotto 380 kV "Udine Ovest - Udine Sud"</b>			
1	AE dt	27	Tubolare monostelo
2	AL dt	33	Tubolare monostelo
3	MDT	33	Tubolare monostelo
4	MDT	30	Tubolare monostelo
5	MDT	30	Tubolare monostelo
6	MDT	30	Tubolare monostelo
7	MDT	30	Tubolare monostelo
8	AN dt	27	Tubolare monostelo
9	AL dt	27	Tubolare monostelo
10	AL dt	27	Tubolare monostelo
11	MDT	27	Tubolare monostelo
12	AN dt	27	Tubolare monostelo
13	MDT	27	Tubolare monostelo
14	AL dt	27	Tubolare monostelo
15	MDT	27	Tubolare monostelo
16	AN dt	27	Tubolare monostelo
17	MDT	30	Tubolare monostelo
18	MDT	30	Tubolare monostelo
19	MDT	33	Tubolare monostelo
20	MDT	33	Tubolare monostelo
21	MDT	33	Tubolare monostelo
22	AM dt	33	Tubolare monostelo
23	MDT	33	Tubolare monostelo
24	MDT	33	Tubolare monostelo
25	AN dt	30	Tubolare monostelo
26	MDT	27	Tubolare monostelo
27	AL dt	27	Tubolare monostelo
28	MDT	30	Tubolare monostelo
29	PDT	33	Tubolare monostelo
30	AM dt	30	Tubolare monostelo
31	NDT	30	Tubolare monostelo
32	MDT	30	Tubolare monostelo
33	MDT	33	Tubolare monostelo
34	AM dt	30	Tubolare monostelo

CARATTERISTICHE SOSTEGNO			TIPOLOGIA
Picch.	Tipo	Altezza utile	
<b>Elettrodotto 380 kV "Udine Ovest - Udine Sud"</b>			
35	MDT	30	Tubolare monostelo
36	AM dt	30	Tubolare monostelo
37	MDT	30	Tubolare monostelo
38	MDT	36	Tubolare monostelo
39	MDT	36	Tubolare monostelo
40	MDT	33	Tubolare monostelo
41	MDT	30	Tubolare monostelo
42	MDT	30	Tubolare monostelo
43	AL dt	30	Tubolare monostelo
44	MDT	30	Tubolare monostelo
45	MDT	30	Tubolare monostelo
46	AP dt	30	Tubolare monostelo
47	MDT	36	Tubolare monostelo
48	AL dt	30	Tubolare monostelo
49	MDT	30	Tubolare monostelo
50	AM dt	27	Tubolare monostelo
51	MDT	30	Tubolare monostelo
52	AL dt	30	Tubolare monostelo
53	AL dt	30	Tubolare monostelo
54	MDT	33	Tubolare monostelo
55	AM dt	33	Tubolare monostelo
56	AE dt	27	Tubolare monostelo

### 6.1.2 Elettrodotto 380 kV "Udine Sud - Redipuglia"

CARATTERISTICHE SOSTEGNO			TIPOLOGIA
Picch.	Tipo	Altezza utile	
<b>Elettrodotto 380 kV "Udine Sud - Redipuglia"</b>			
<b>1 (PC1)</b>	AE dt	27	Tubolare monostelo
<b>2 (57)</b>	AM dt	30	Tubolare monostelo
<b>3 (58)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>4 (59)</b>	AL dt	33	Tubolare monostelo
<b>5 (60)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>6 (61)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>7 (62)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>8 (63)</b>	AN dt	30	Tubolare monostelo
<b>9 (64)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>10 (65)</b>	PDT	30	Tubolare monostelo
<b>11 (66)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>12 (67)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>13 (68)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>14 (69)</b>	AM dt	33	Tubolare monostelo
<b>15 (70)</b>	MDT	36	Tubolare monostelo
<b>16 (71)</b>	MDT	36	Tubolare monostelo
<b>17 (72)</b>	AM dt	33	Tubolare monostelo
<b>18 (73)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>19 (74)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>20 (75)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>21 (76)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>22 (77)</b>	AL dt	30	Tubolare monostelo
<b>23 (78)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>24 (79)</b>	NDT	33	Tubolare monostelo
<b>25 (80)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>26 (81)</b>	RDT	33	Tubolare monostelo
<b>27 (82)</b>	AM dt	33	Tubolare monostelo
<b>28 (83)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>29 (84)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>30 (85)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>31 (86)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>32 (87)</b>	RDT	30	Tubolare monostelo
<b>33 (88)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>34 (89)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>35 (90)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>36 (91)</b>	RDT	33	Tubolare monostelo
<b>37 (92)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo
<b>38 (93)</b>	MDT	30	Tubolare monostelo

CARATTERISTICHE SOSTEGNO			TIPOLOGIA
Picch.	Tipo	Altezza utile	
<b>Elettrodotto 380 kV "Udine Sud - Redipuglia"</b>			
<b>39 (94)</b>	AM dt	30	Tubolare monostelo
<b>40 (95)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>41 (96)</b>	MDT	36	Tubolare monostelo
<b>42 (97)</b>	MDT	36	Tubolare monostelo
<b>43 (98)</b>	RDT	33	Tubolare monostelo
<b>44 (99)</b>	PDT	36	Tubolare monostelo
<b>45 (100)</b>	MV dt	39	Tubolare monostelo
<b>46 (101)</b>	MV dt	39	Tubolare monostelo
<b>47 (102)</b>	PDT	36	Tubolare monostelo
<b>48 (103)</b>	PDT	36	Tubolare monostelo
<b>49 (104)</b>	AC dt	30	Tubolare monostelo
<b>50 (105)</b>	PDT	33	Tubolare monostelo
<b>51 (106)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>52 (107)</b>	PDT	33	Tubolare monostelo
<b>53 (108)</b>	MDT	33	Tubolare monostelo
<b>54 (109)</b>	AN dt	39	Tubolare monostelo
<b>55 (110)</b>	MDT	36	Tubolare monostelo
<b>56 (111)</b>	AL dt	36	Tubolare monostelo
<b>57 (112)</b>	AM dt	36	Tubolare monostelo
<b>58 (113)</b>	MDT	36	Tubolare monostelo
<b>59 (114)</b>	AE dt	27	Tubolare monostelo

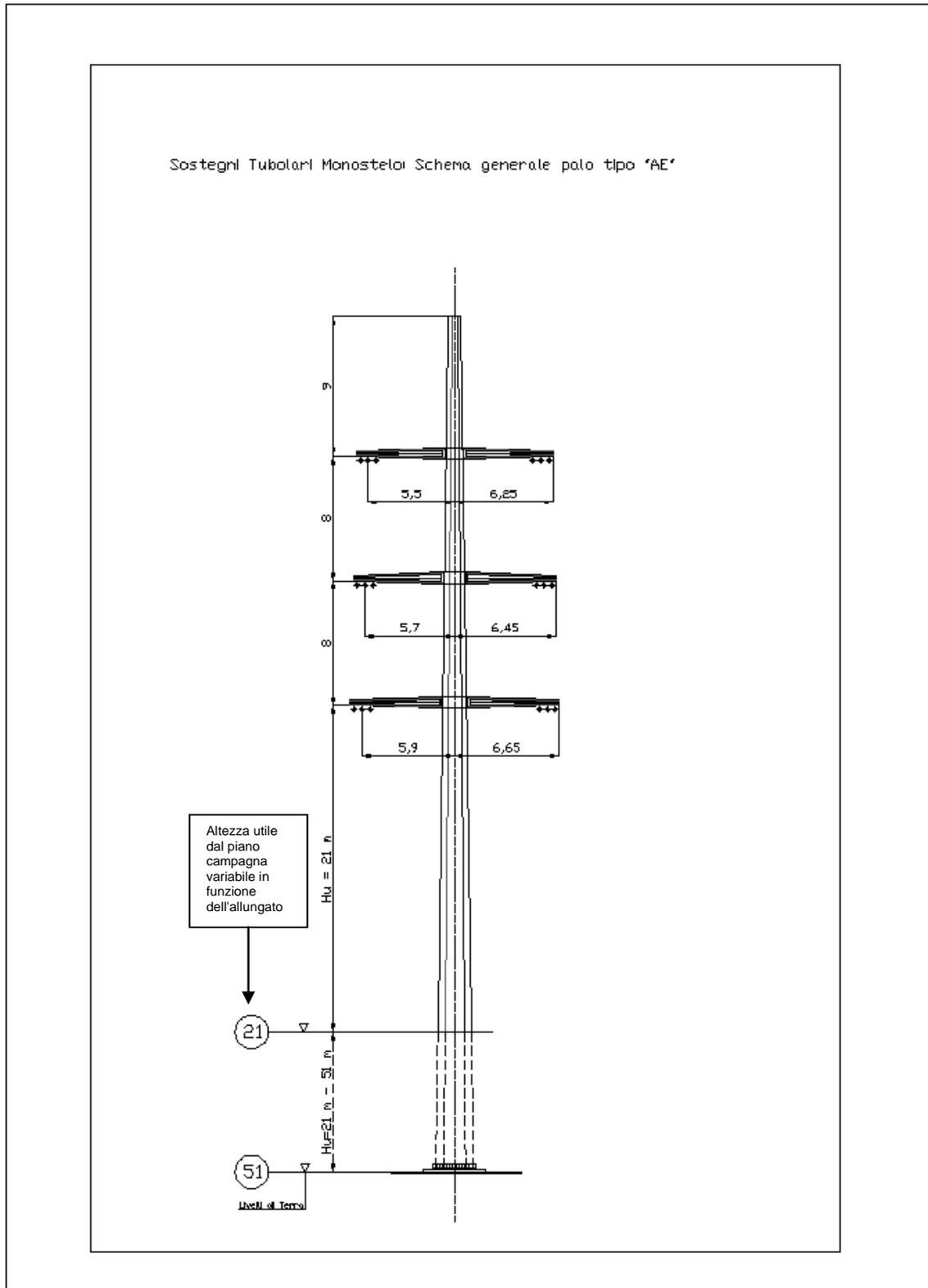
**6.1.3 Varianti alle linee esistenti**

CARATTERISTICHE SOSTEGNO			NOTE
Picch.	Tipo	Altezza utile	
<b>Variante 1 - Elettrodotto a 380 kV semplice terna Planais - Udine Ovest</b>			
59bis	CA st	27	Sostegno a traliccio
59a	MST	27	Tubolare monostelo
58bis	AN st	27	Tubolare monostelo
58a	MST	27	Tubolare monostelo
57a	AL st	27	Tubolare monostelo
56bis	MST	27	Tubolare monostelo
56a	AN st	27	Tubolare monostelo
55a	CA st	33	Sostegno a traliccio
<b>Variante 2 - Elettrodotto a 380 kV semplice terna Redipuglia - Planais</b>			
185a	AN st	33	Tubolare monostelo
186a	AN st	39	Tubolare monostelo
187a	AN st	42	Tubolare monostelo
188a	MST	36	Tubolare monostelo
189a	EA st	27	Sostegno a traliccio
<b>Raccordo 220 kV semplice terna Udine Nord Est - Udine Sud</b>			
38a	C st	27	Sostegno a traliccio
39a	NST	24	Tubolare monostelo
40a	NST	24	Tubolare monostelo
41a	NST	24	Tubolare monostelo
42a	MST	27	Tubolare monostelo
43a	PST	27	Tubolare monostelo
44a	AN st	27	Tubolare monostelo
<b>Variante in cavo interrato 132 kV "C.P. Schiavetti - S.E. Redipuglia" Sost. transizione aereo/cavo</b>			
11a	Palo Gatto	27	Sostegno a traliccio

## 6.2 Geometrie sostegni

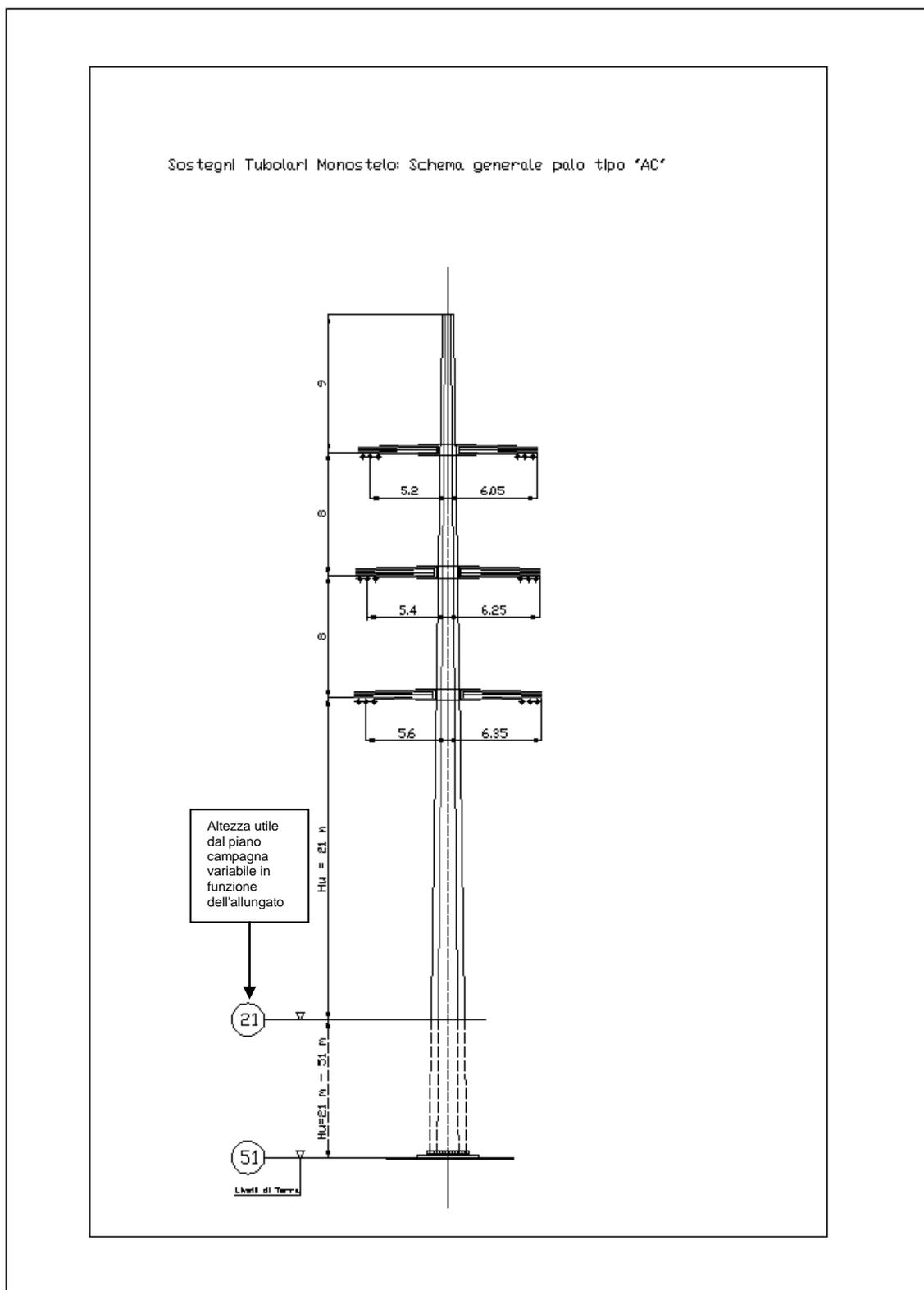
### 6.2.1 Schematico sostegno tipo AE dt serie 380 kV

Scala 1:400



6.2.2 Schematico sostegno tipo AC dt serie 380 kV

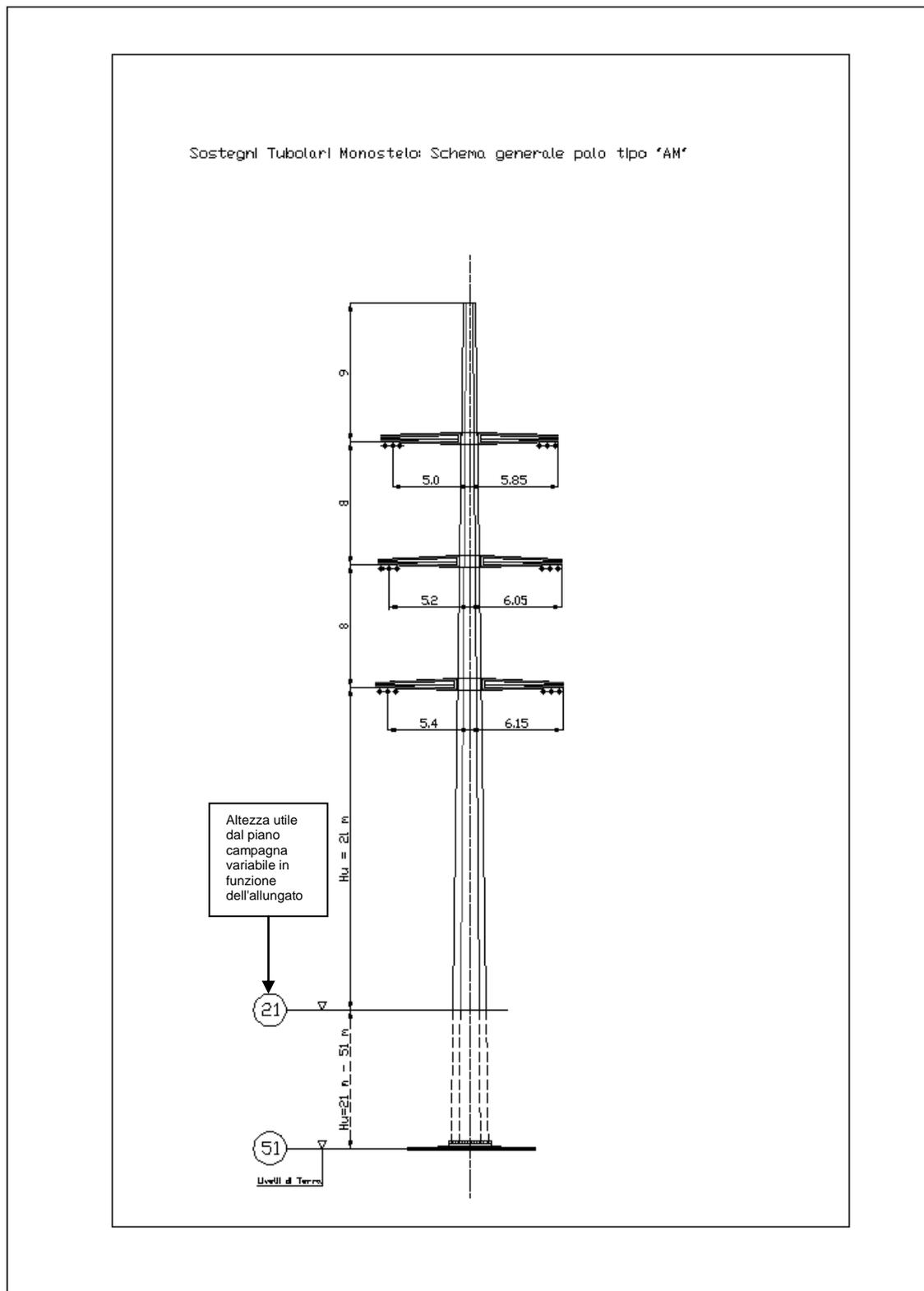
Scala 1:400





6.2.4 Schematico sostegno tipo AM dt serie 380 kV

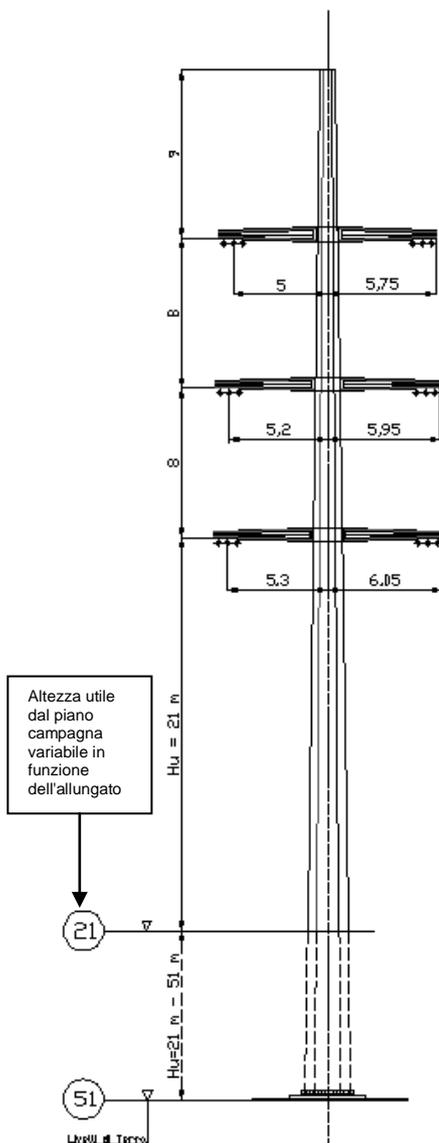
Scala 1:400



6.2.5 Schematico sostegno tipo AN dt serie 380 kV

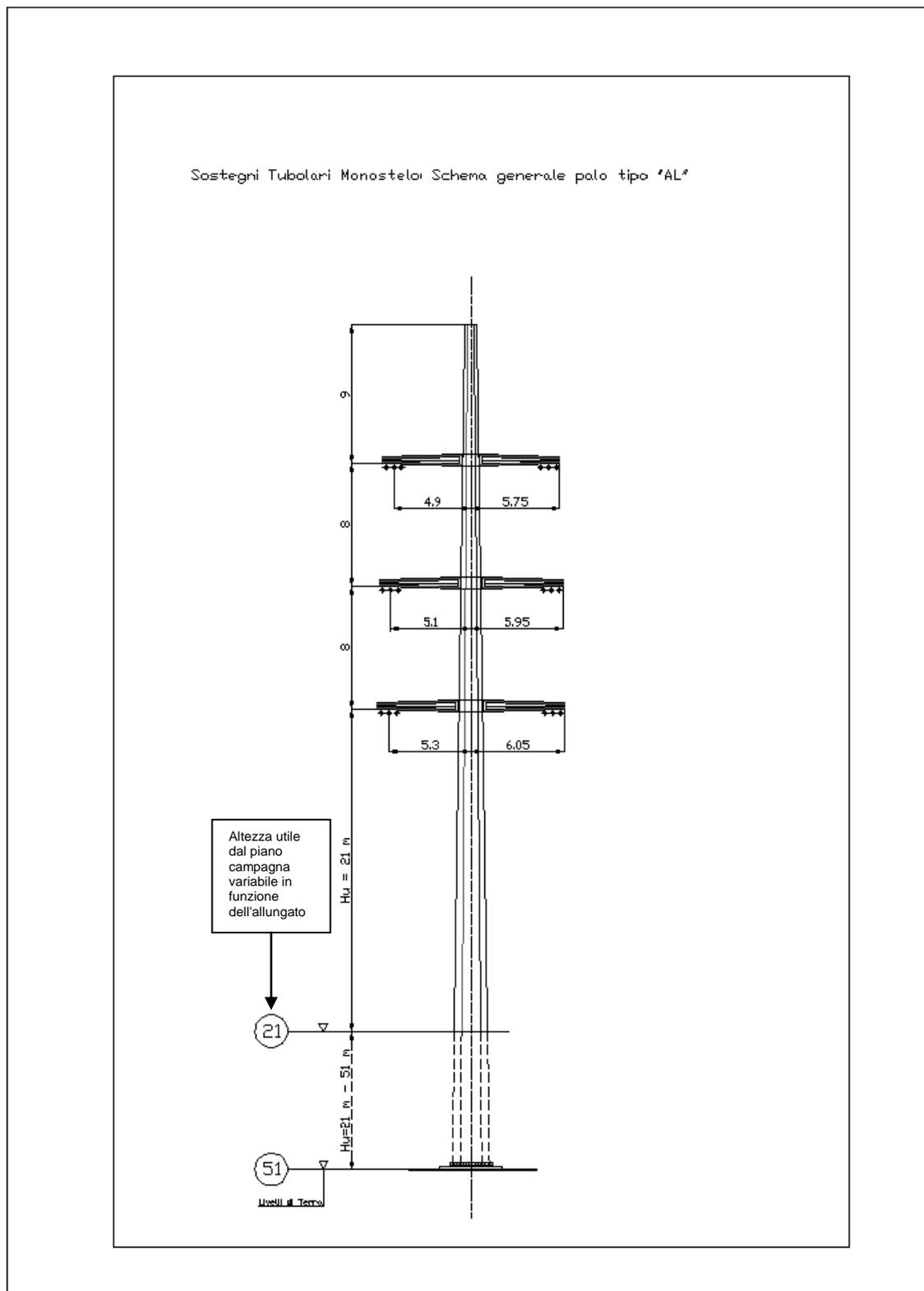
Scala 1:400

Sostegni Tubolari Monostelo Schema generale palo tipo 'AN'



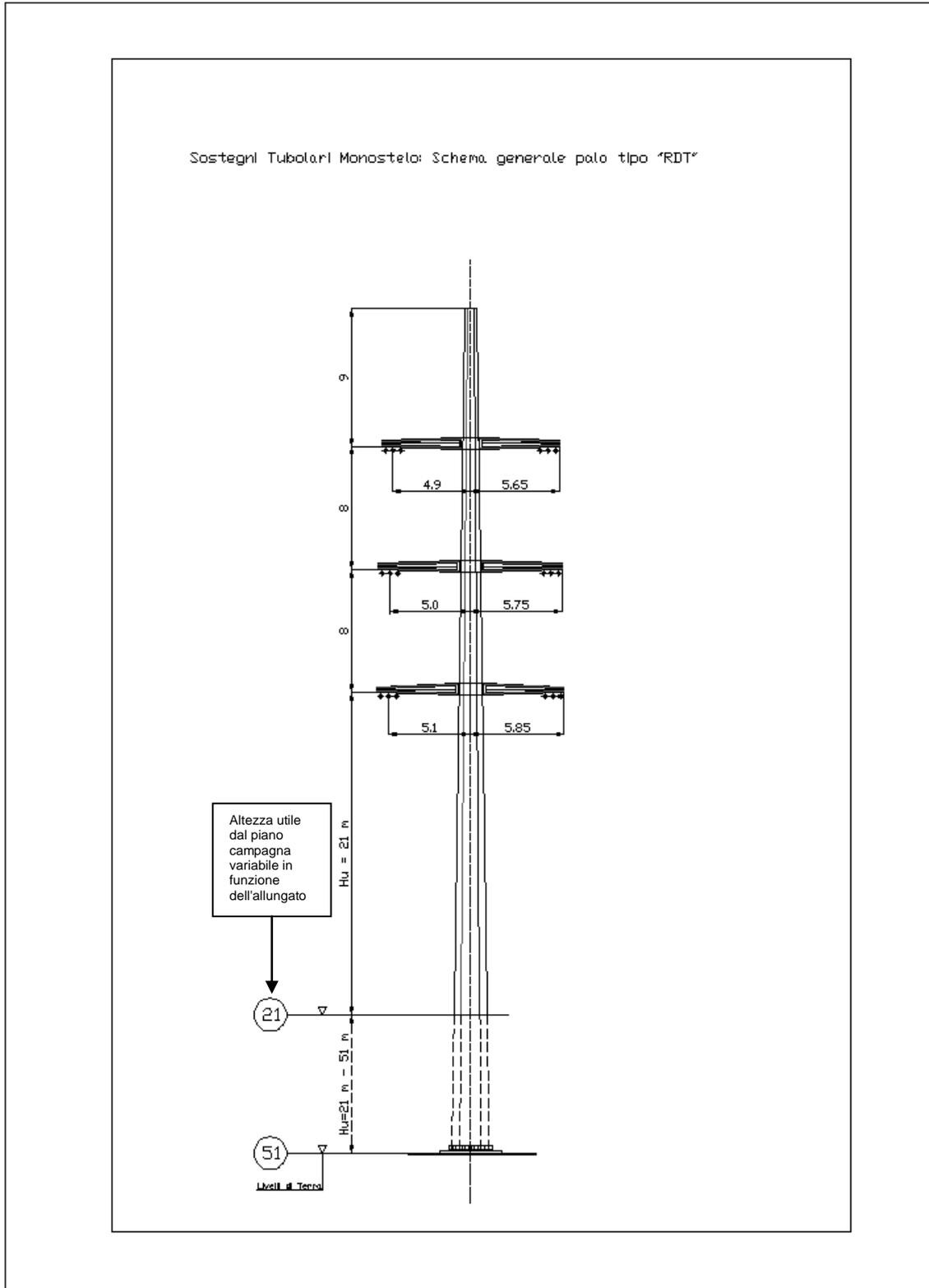
6.2.6 Schematico sostegno tipo AL dt serie 380 kV

Scala 1:400



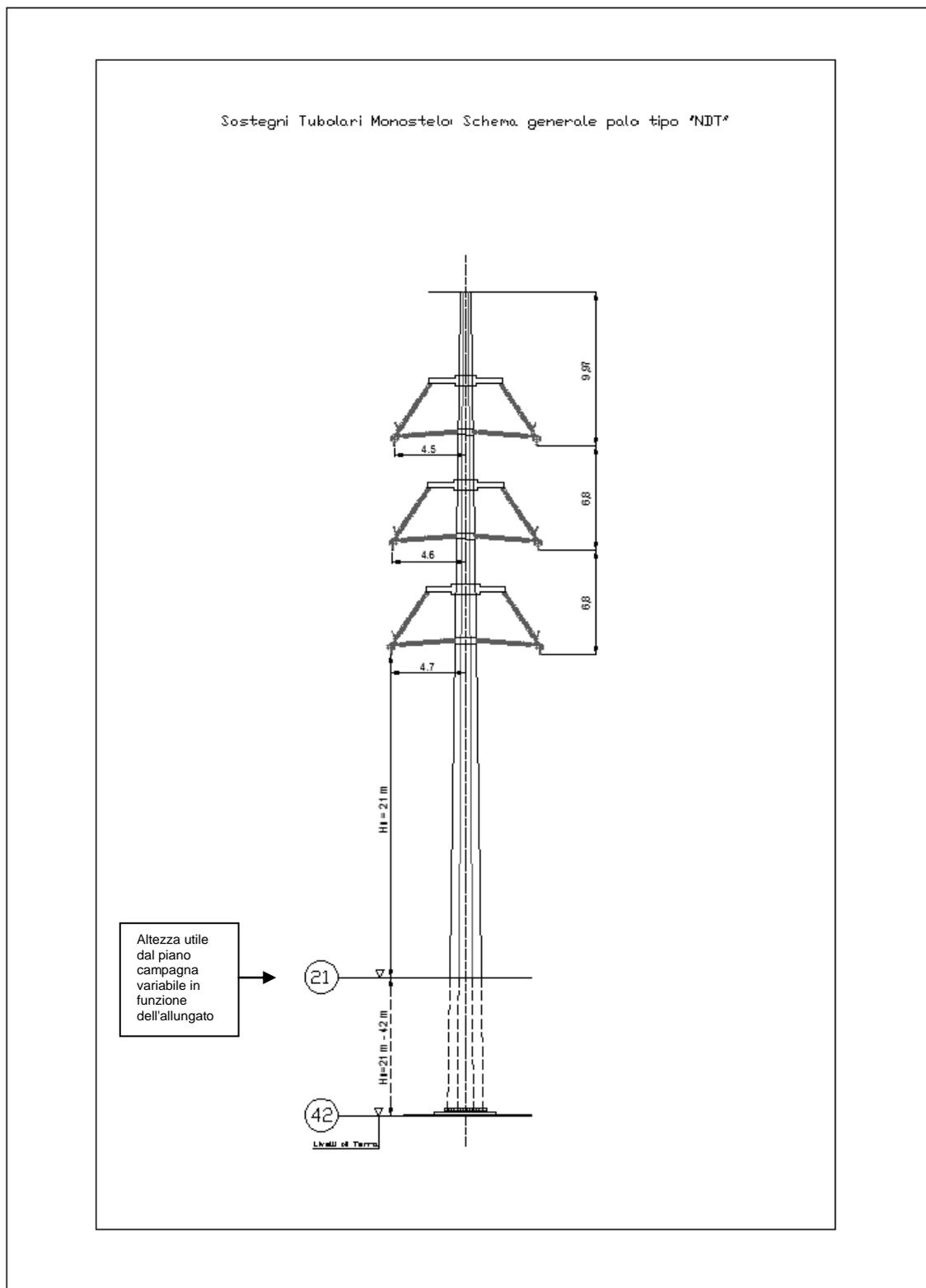
6.2.7 Schematico sostegno tipo RDT serie 380 kV

Scala 1:400



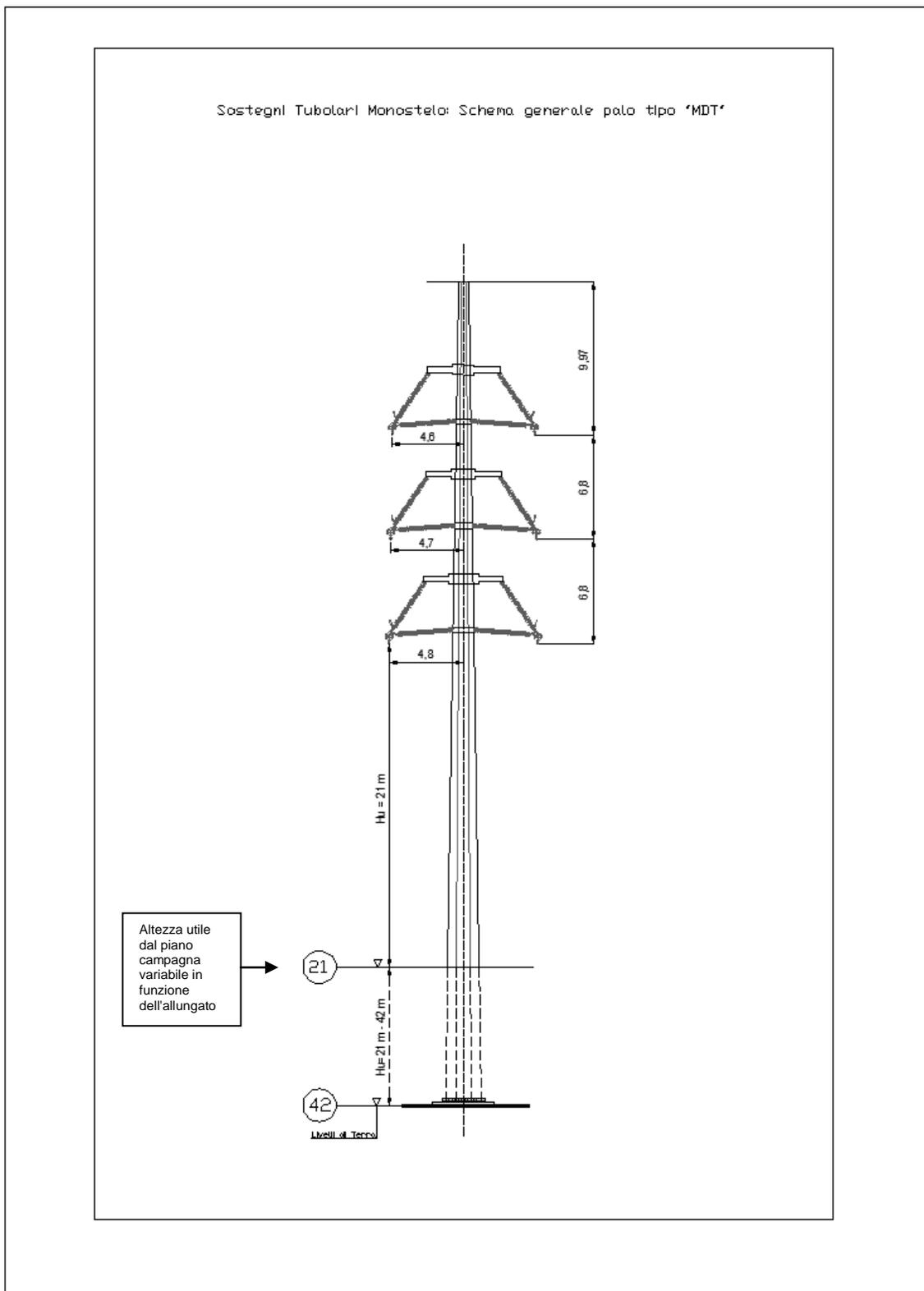
### 6.2.8 Schematico sostegno tipo NDT serie 380 kV

Scala 1:400



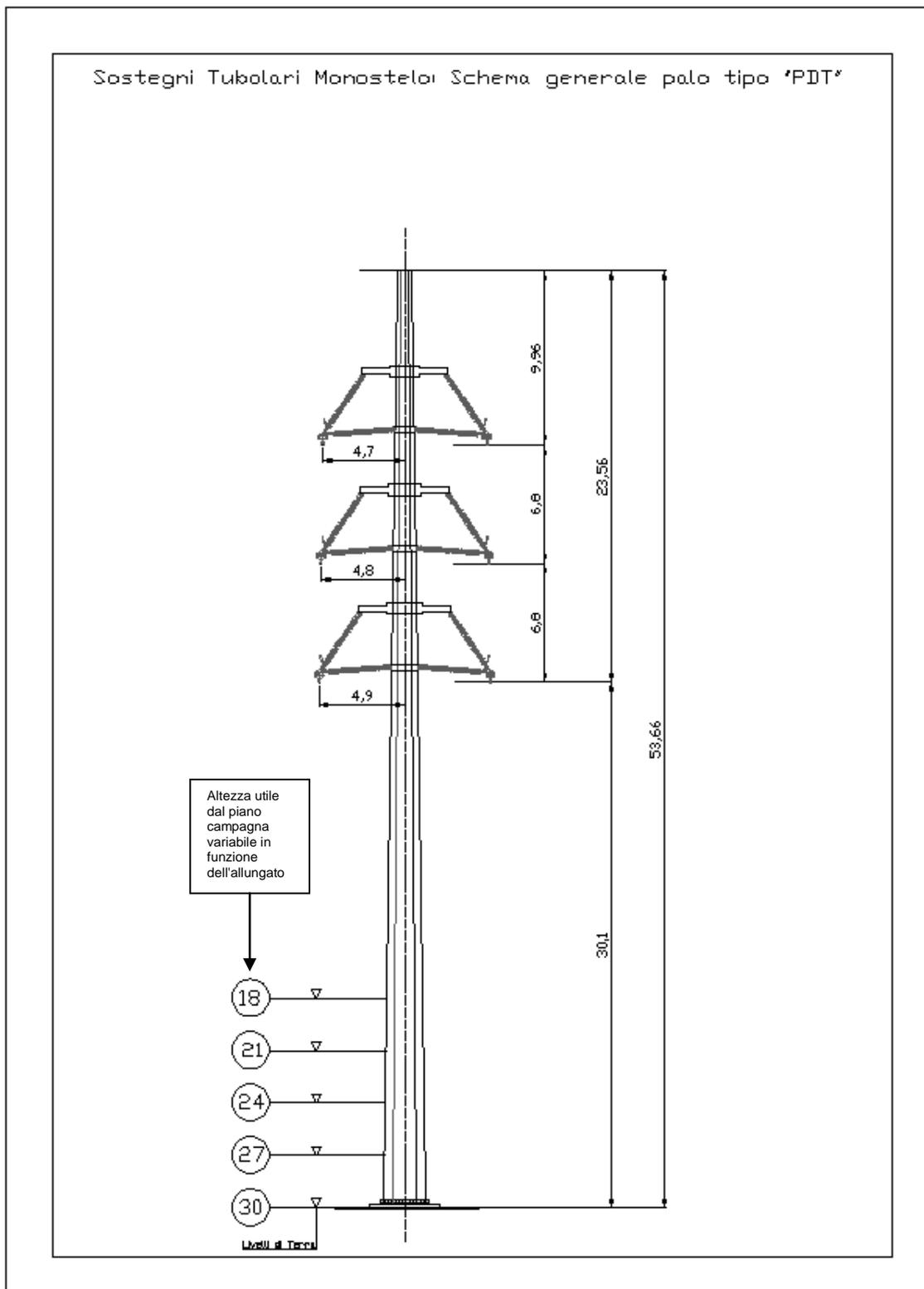
6.2.9 Schematico sostegno tipo MDT serie 380 kV

Scala 1:400



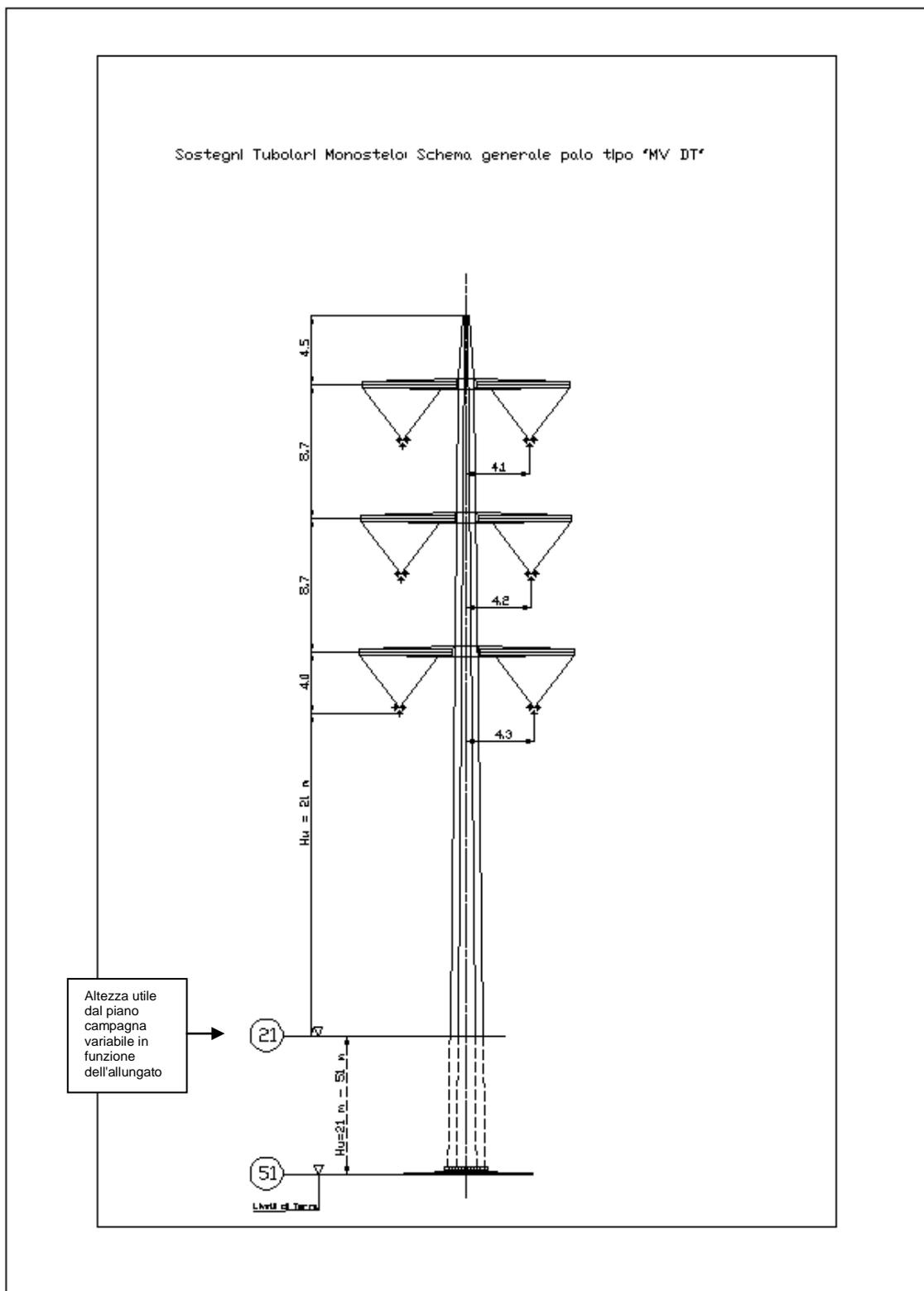
6.2.10 Schematico sostegno tipo PDT serie 380 kV

Scala 1:400



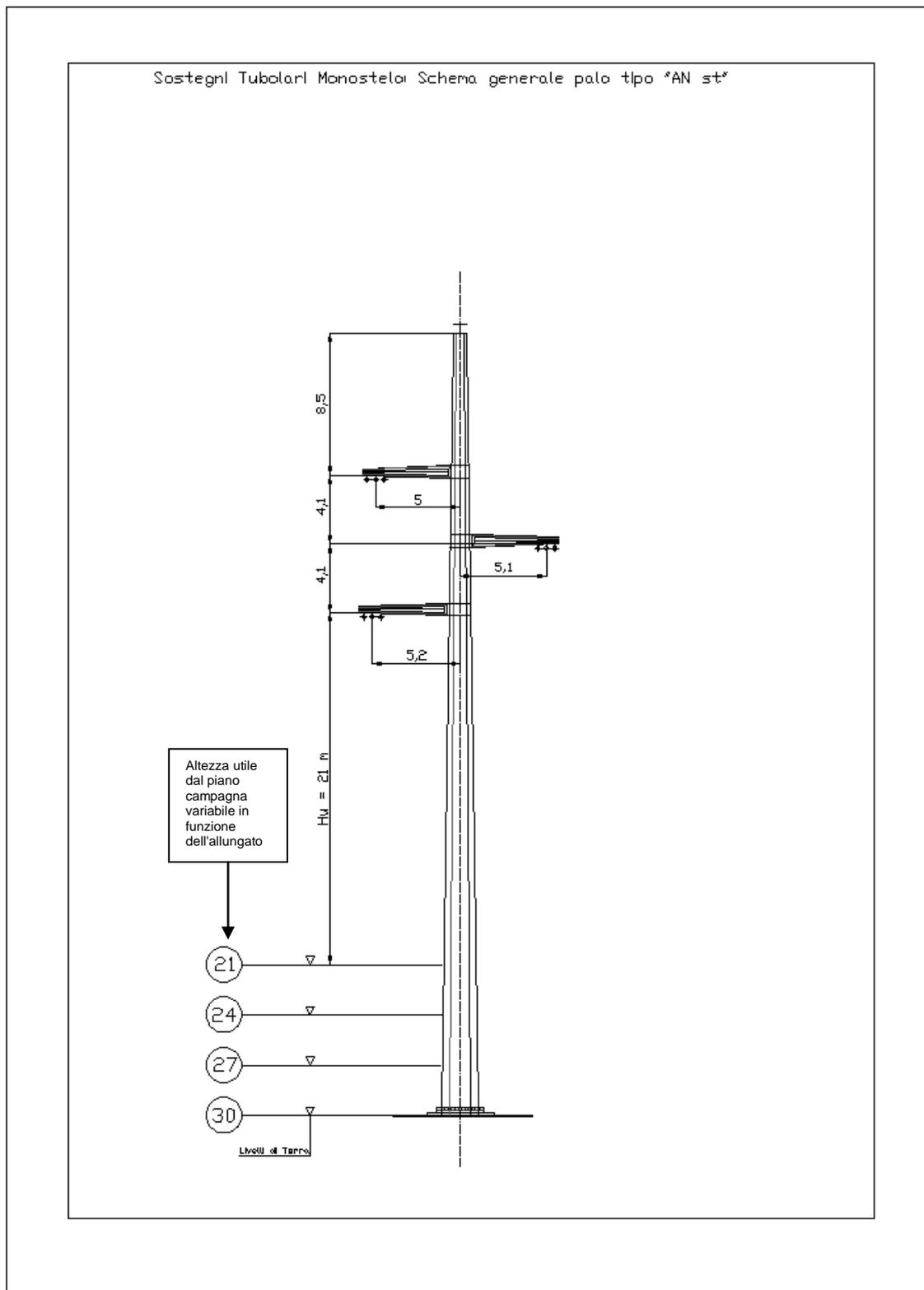
6.2.11 Schematico sostegno tipo MV dt serie 380 kV

Scala 1:400



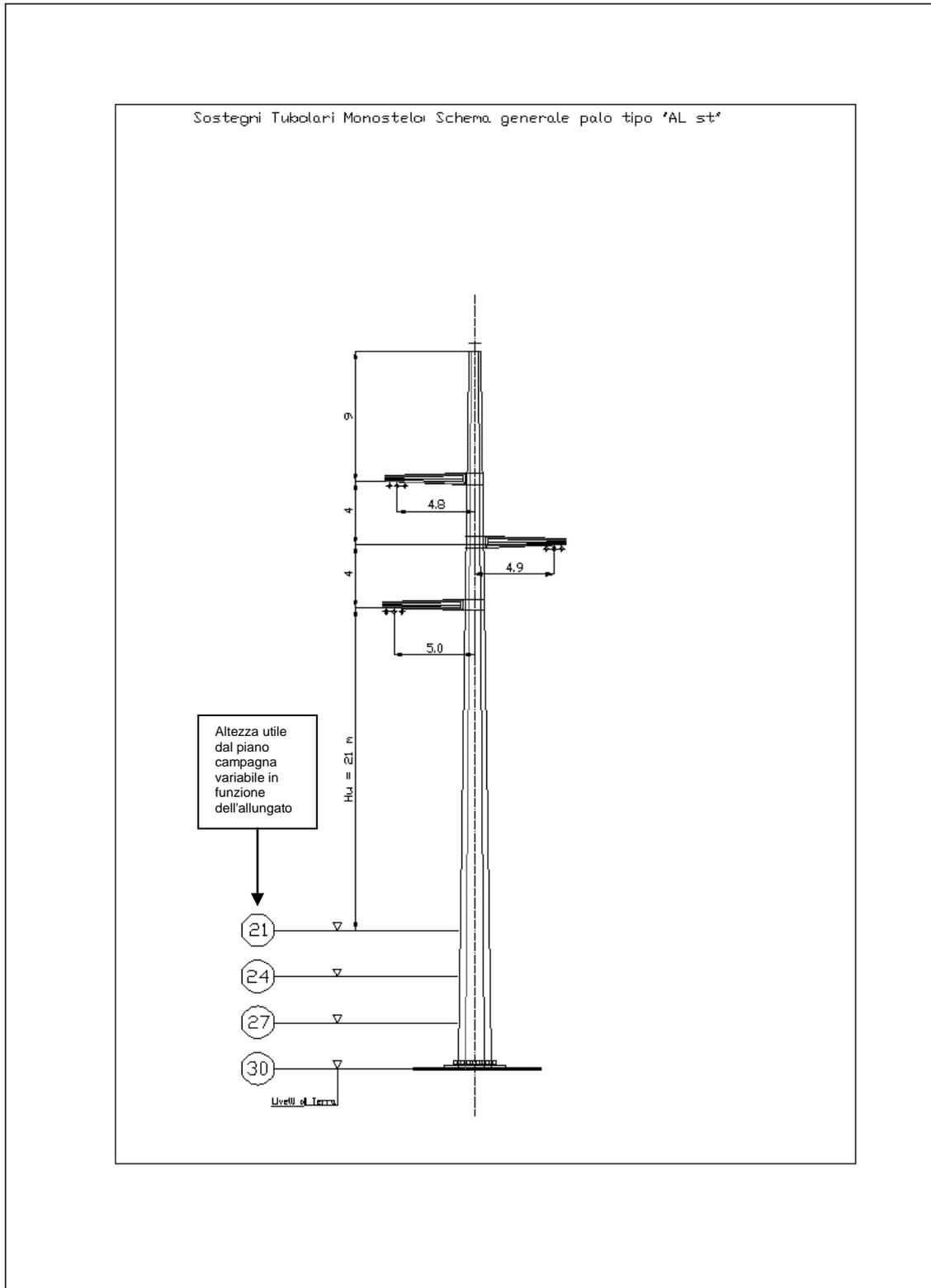
6.2.12 Schematico sostegno tipo AN st serie 380 kV utilizzato anche in classe 220 kV

Scala 1:400



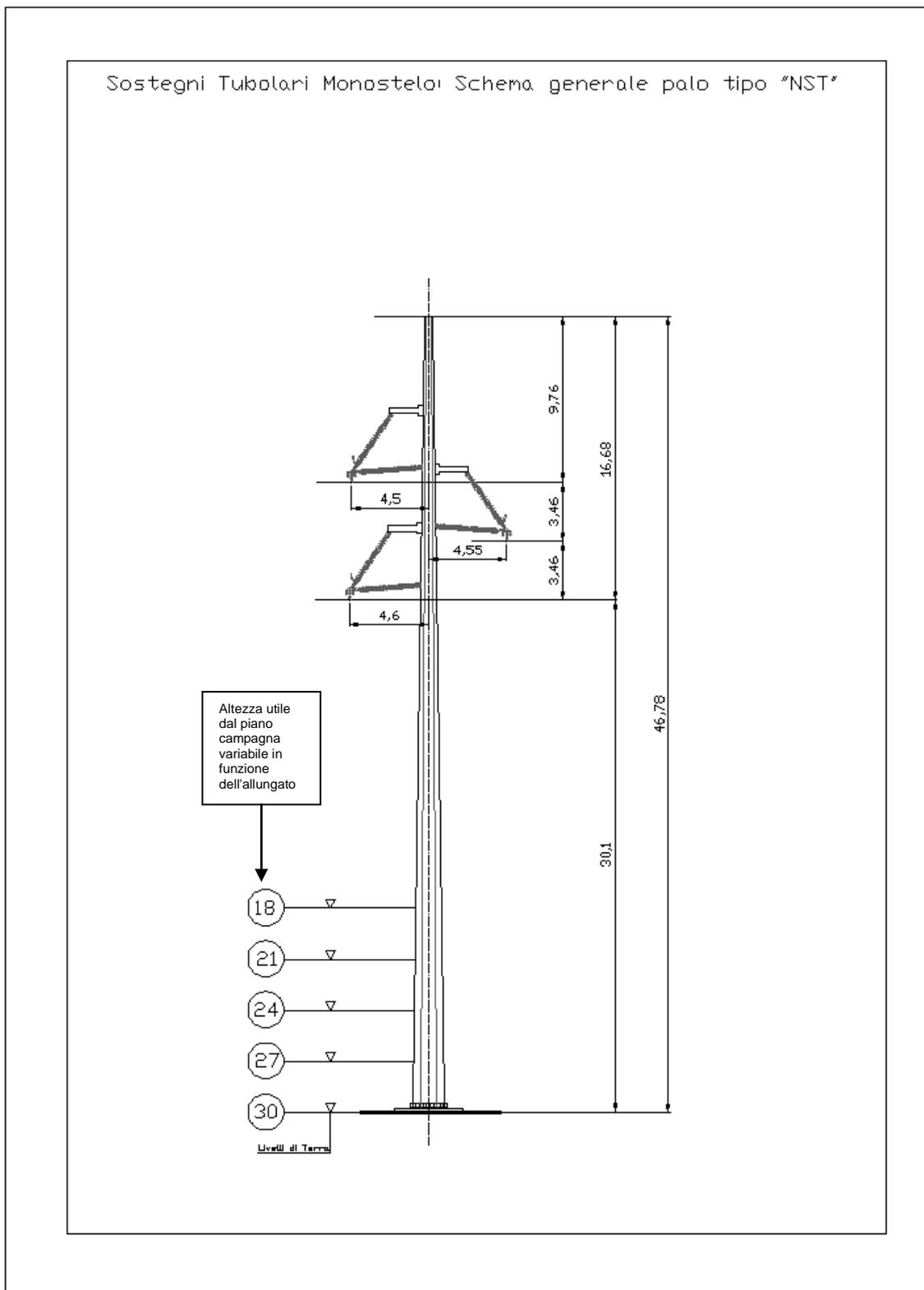
6.2.13 Schematico sostegno tipo AL st serie 380 kV

Scala 1:400



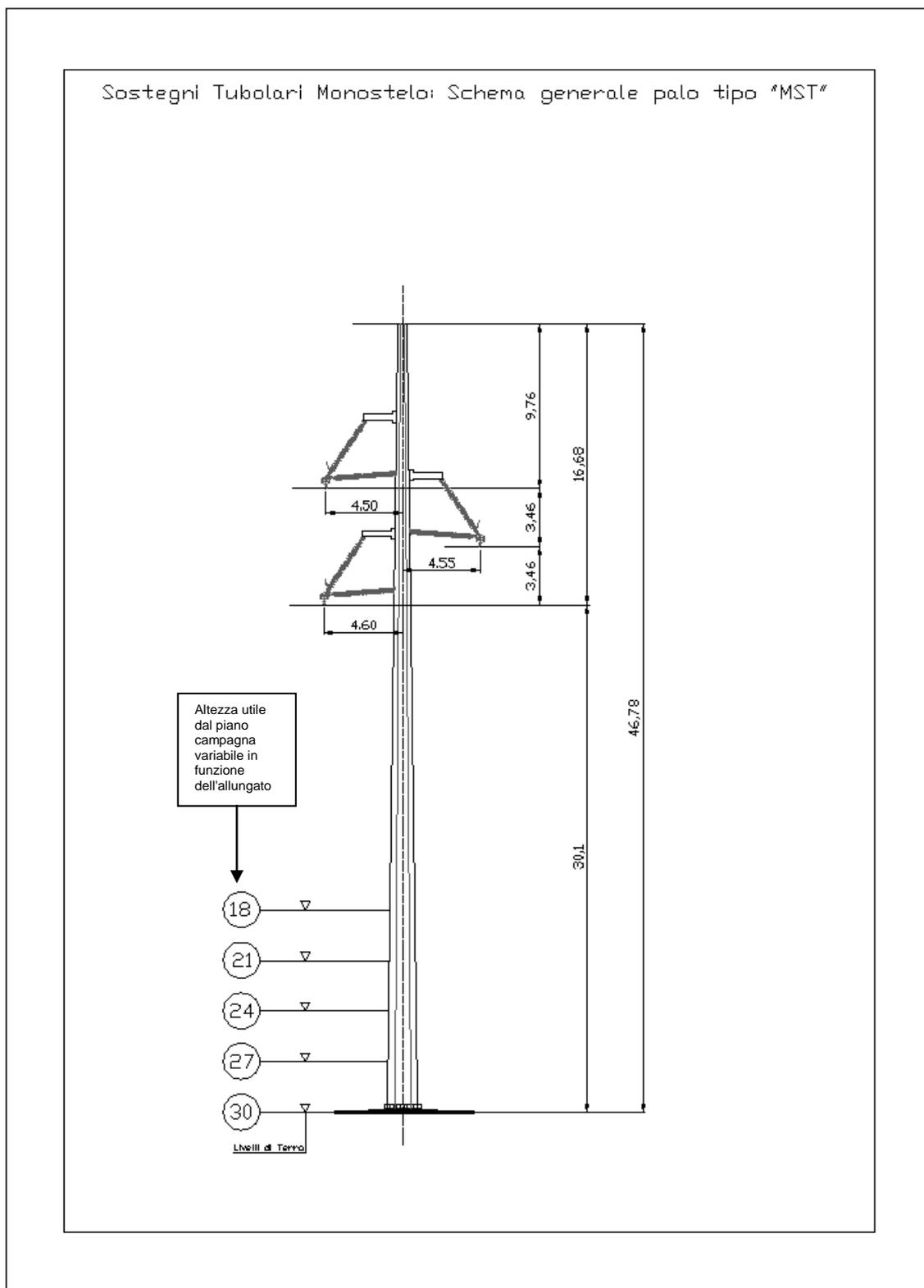
6.2.14 Schematico sostegno tipo NST serie 380 kV utilizzato solo in classe 220 kV

Scala 1:400



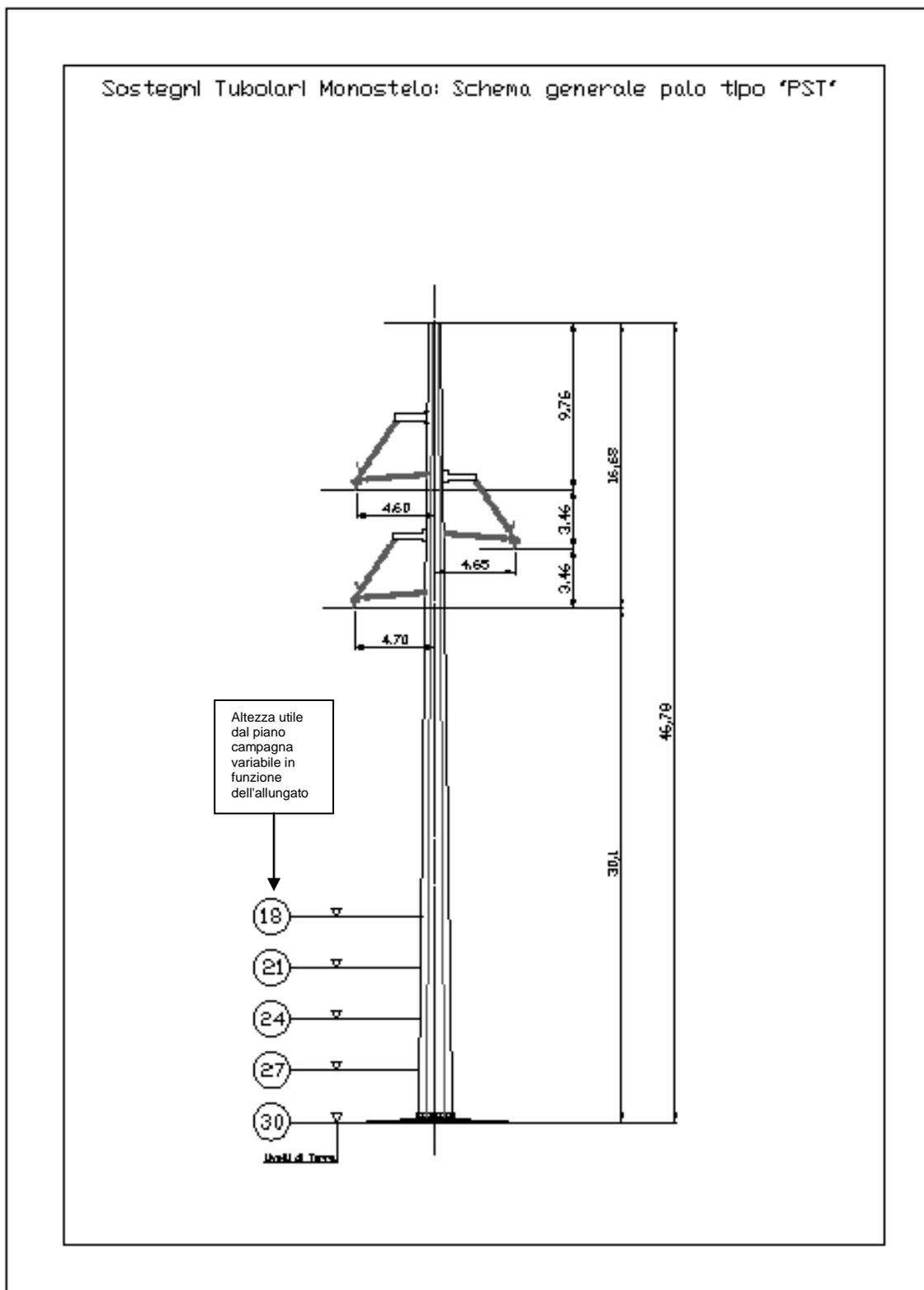
6.2.15 Schematico sostegno tipo MST serie 380 kV utilizzato anche in classe 220 kV

Scala 1:400



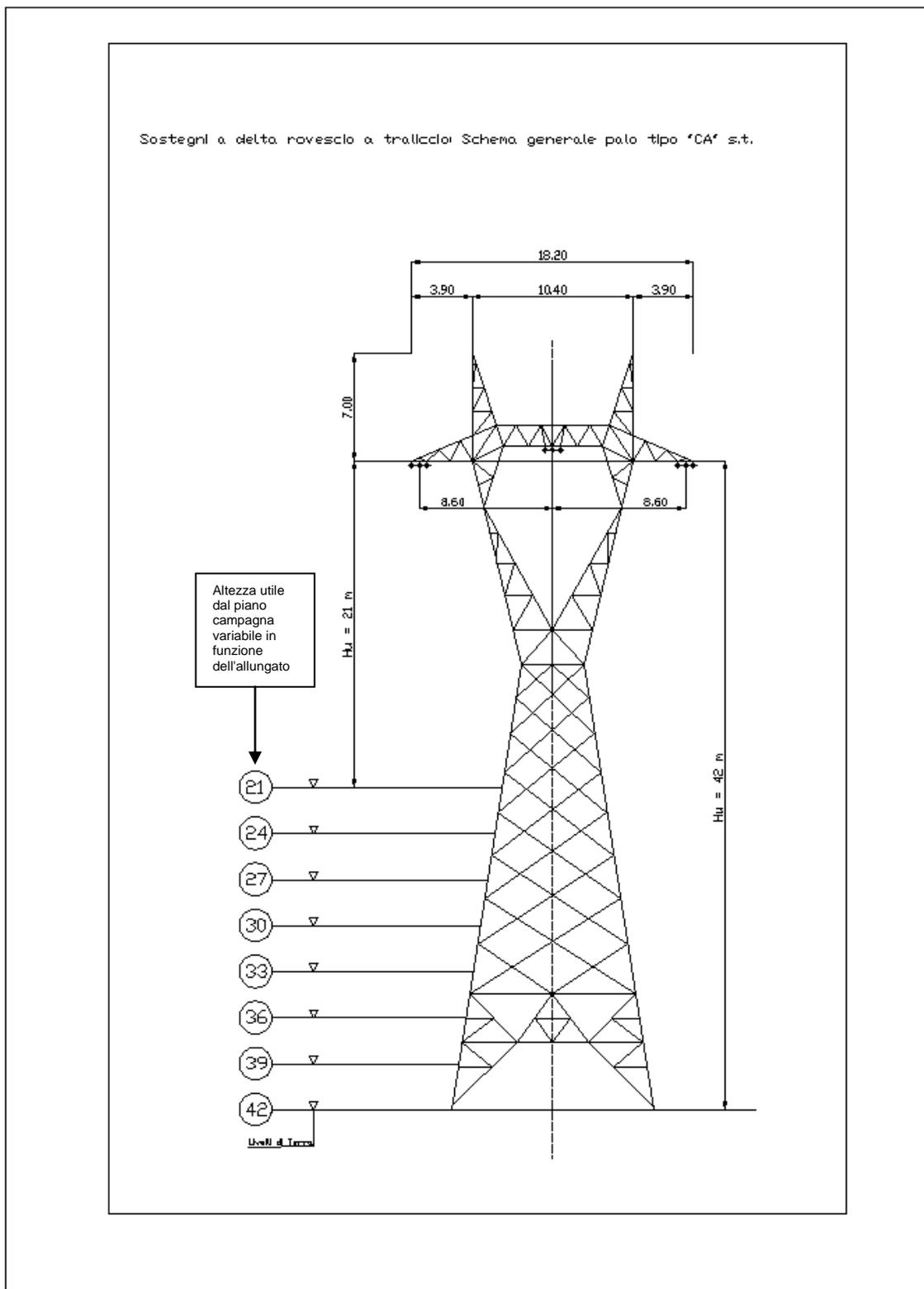
6.2.16 Schematico sostegno tipo PST serie 380 kV utilizzato solo in classe 220 kV

Scala 1:400



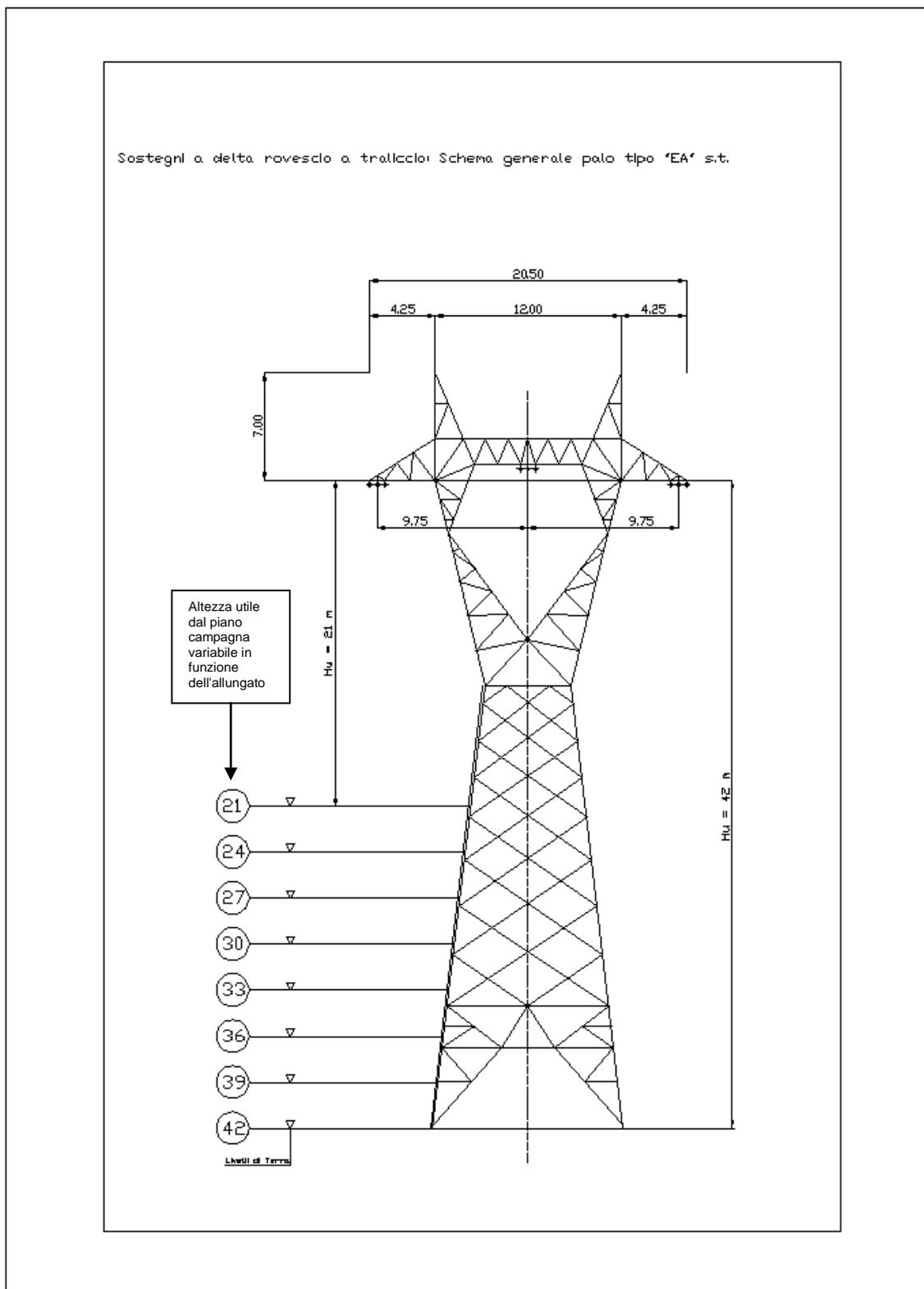
6.2.17 Schematico sostegno tipo CA st serie 380 kV

Scala 1:400



**6.2.18 Schematico sostegno tipo EA st serie 380 kV**

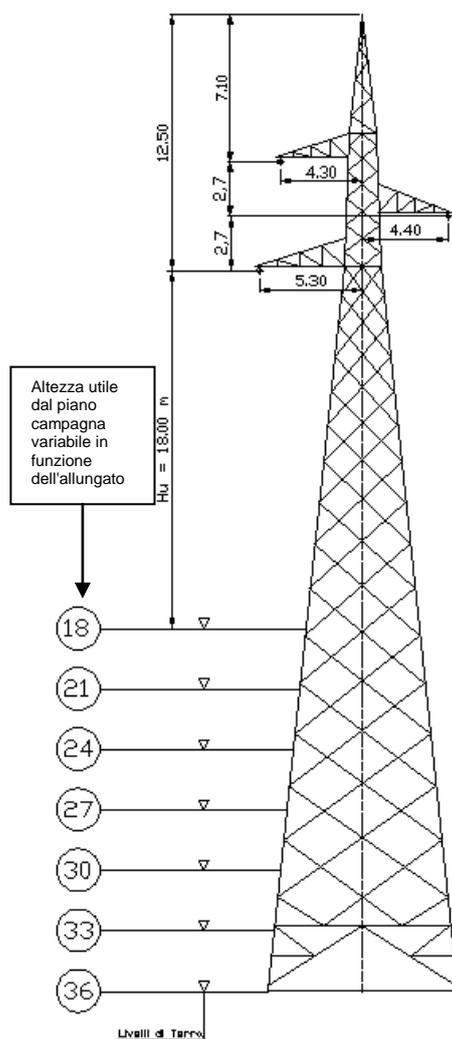
Scala 1:400



6.2.19 Schematico sostegno tipo C st serie 220 kV

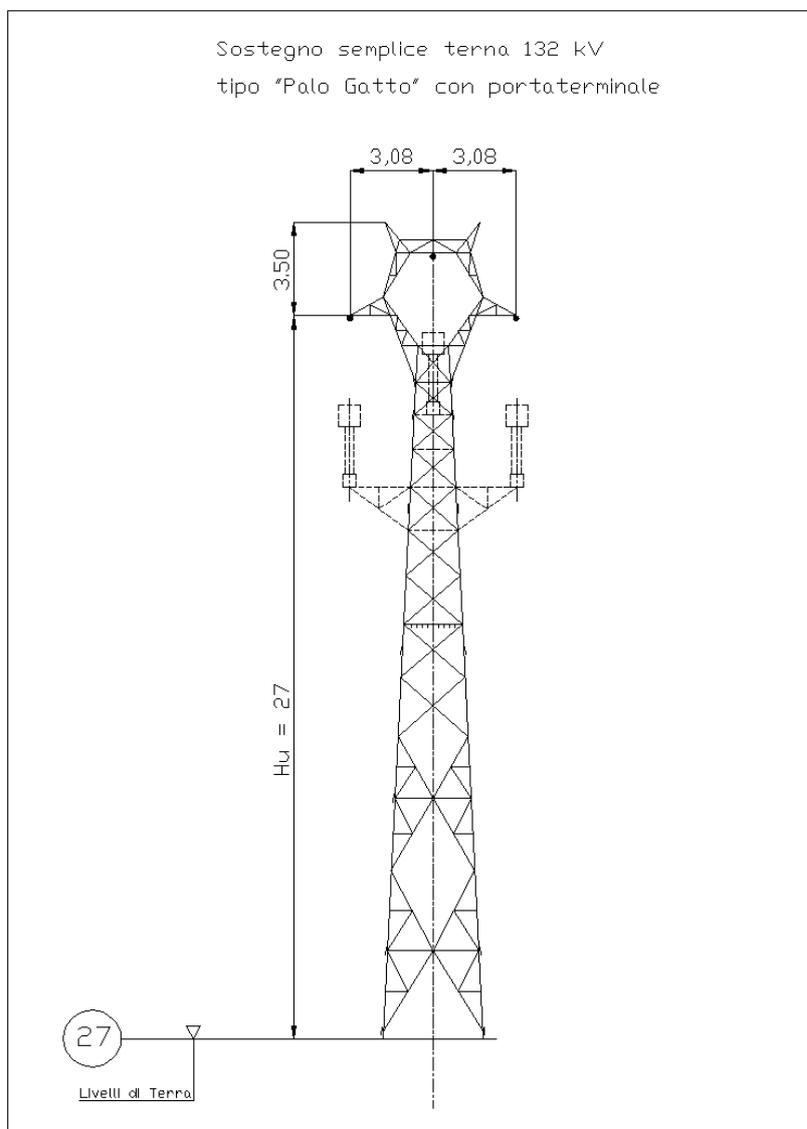
Scala 1:400

Sostegni troncopiramidale a traliccio tipo "C / E" s.t. - 220 kV



6.2.20 Schematico sostegno tipo "Palo Gatto" serie 132 kV

Scala 1:200



Per meglio comprendere le caratteristiche geometriche di tale sostegno, si riportano di seguito, anche le viste (frontale e laterale) con il dettaglio della disposizione dei conduttori:

