

Fasce di rispetto per gli elettrodotti in Provincia di Pisa: implementazione di 1° livello del DM 29/05/2008.

Colonna N.⁽¹⁾, Licitra G.⁽²⁾, Chiari C.⁽³⁾

(1) Dipartimento Provinciale ARPAT di Pisa, Via Vittorio Veneto 27, 56127 Pisa (PI),
n.colonna@arpat.toscana.it

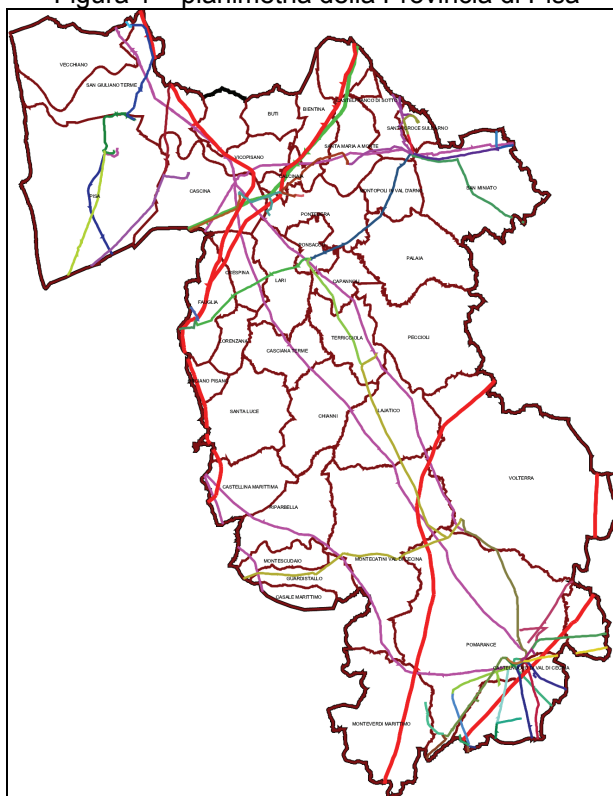
(2) Dipartimento Provinciale ARPAT di Lucca, Via Vallisneri 6, 55100 Lucca (LU),
g.licitra@arpat.toscana.it

(3) Dipartimento Provinciale ARPAT di Pisa, Via Vittorio Veneto 27, 56127 Pisa (PI),
c.chiari@arpat.toscana.it

PREMESSA

La Provincia di Pisa già nel 2006, al fine di pianificare la futura edificazione in prossimità delle linee ad alta e altissima tensione, aveva introdotto all'interno del Piano Territoriale di Coordinamento un documento, redatto dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana (ARPAT), sulle fasce di rispetto per gli elettrodotti [1]. Dopo la pubblicazione del DM 29/05/2008, che ha introdotto i due livelli di approfondimento per le fasce di rispetto ed in particolare la definizione di Distanza di Prima Approssimazione (DPA), si è reso necessario un aggiornamento e adeguamento di tale documento alle nuove procedure, definite dal decreto citato. ARPAT, nell'ambito di una convenzione con la Provincia di Pisa (fig. 1), ha lavorato a tale aggiornamento, partendo dalle DPA in formato numerico, dichiarate dai gestori delle linee elettriche.

Figura 1 – planimetria della Provincia di Pisa



I tracciati dei 66 elettrodotti presenti in Provincia di Pisa con il dettaglio dei singoli territori comunali.

OBIETTIVI

In conformità con quanto previsto dal DM 29/05/2008 per il primo livello di approfondimento, il lavoro svolto da ARPAT punta a fornire alle amministrazioni comunali tutte le informazioni, in maniera georeferenziata, sulle fasce di rispetto per gli elettrodotti, utili ai fini della pianificazione territoriale e della regolamentazione della futura edificazione in prossimità delle linee elettriche. Per

ciascun elettrodotto sono state individuate la Distanza di Prima Approssimazione, per i tratti rettilinei ed imperturbati, e l'Area di Prima Approssimazione (APA) per i casi complessi, come angoli di deviazione, incroci e parallelismi con altri elettrodotti. Le informazioni tecniche sono state fornite, sulla base dei dati prodotti dai gestori, disponibili nel Catasto degli Elettrodotti della Regione Toscana (CERT), in modo da consentirne la massima fruibilità agli operatori delle Amministrazioni.

MATERIALI E METODI

Al fine di diffondere capillarmente sul territorio ai cittadini ed ai Comuni le informazioni minime necessarie sugli elettrodotti (tensione nominale, denominazione, numero della linea e gestore) e per segnalare puntualmente la presenza dei casi complessi, ARPAT, analizzando in dettaglio i tracciati degli elettrodotti, ha predisposto per ciascuna linea ad alta tensione una scheda riassuntiva sintetica, in cui sono riportate per ogni Comune (fig. 2) tutte le informazioni utili per poter gestire la problematica del vincolo al territorio, dovuto alla presenza di elettrodotti. Oltre alle schede su ogni singolo elettrodotto, le informazioni sono state anche riaggreggate per ciascun Comune.

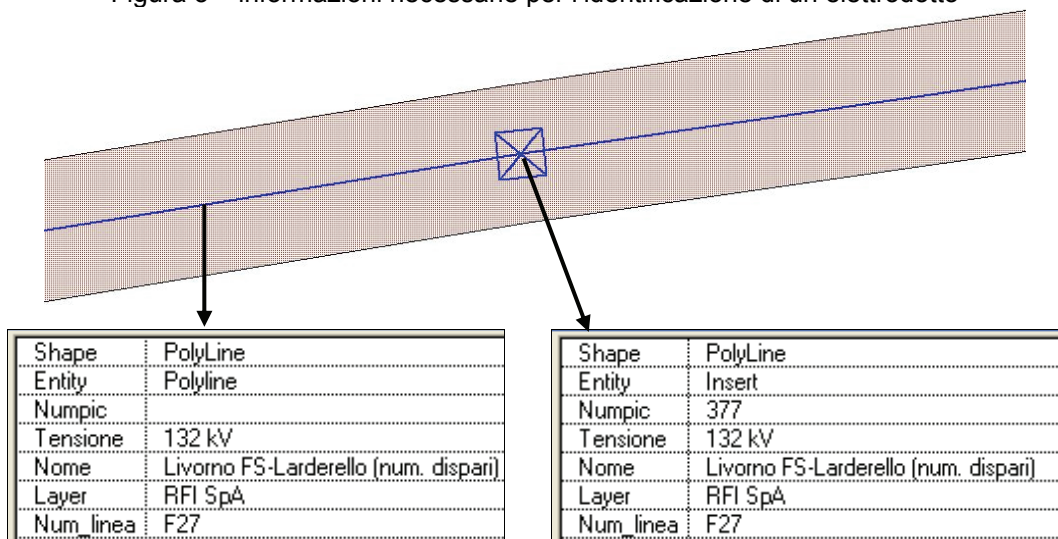
Figura 2 – informazioni sintetiche su un elettrodotto

Linea a 380 kV n. 314 “La Spezia – Acciaiole” di Terna S.p.A.			
<i>(numerazione crescente verso Acciaiole, dir. sud)</i>			
Tracciato nella Prov. di Pisa dal sost. n. 121 al n. 132 e dal sost. 138 al sost. n. 199.			
Comune di Vicopisano			
Primo sostegno dentro il Comune		Sost. n. 157	
Ultimo sostegno dentro il Comune		Sost. n. 164	
Numero di campate		8	
DPA (m)		66	
Casi complessi	Angoli di deviazione significativi	Sost. n. 163; sost. n. 164.	
	Incroci	Campata 163-164 incrocio con linea a 132 kV di RFI “Cascina FS – Empoli FS”	
	Linee parallele	La campata 157-158 è vicina alle 2 linee di RFI “Cascina FS – Viareggio FS” e “Cascina FS – Massa FS”.	
Note			

Esempio di scheda per una linea a 380 kV in cui, per un singolo Comune, sono riportate in tabella tutte le informazioni di dettaglio sulle campate, sulla DPA e sui casi complessi.

Partendo dai tracciati georeferenziati presenti nel CERT e da specifici sopralluoghi sul campo nei casi in cui le informazioni erano insufficienti, sono stati creati per ogni linea elettrica due shape file. Il primo di tipo lineare per il tracciato, contenente le informazioni minime necessarie per l'identificazione univoca della linea con la numerazione di tutti i sostegni (tensione nominale, denominazione, numero della linea e gestore, vedi figura 3). L'altro shape file di tipo poligonale, relativo alle DPA imperturbate nei tratti rettilinei. Per i casi complessi è stato creato un terzo shape file poligonale specifico, contenente le APA. Al fine di automatizzare il più possibile la creazione di tali shape file poligonali sono state implementate delle soluzioni originali, che, seppur differenti dalle formule riportate nelle tabelle in allegato al decreto, hanno portato a risultati che, comunque, sovrastimano in maniera cautelativa l'ampiezza a terra delle APA, calcolate in modo esatto.

Figura 3 – informazioni necessarie per l'identificazione di un elettrodotto

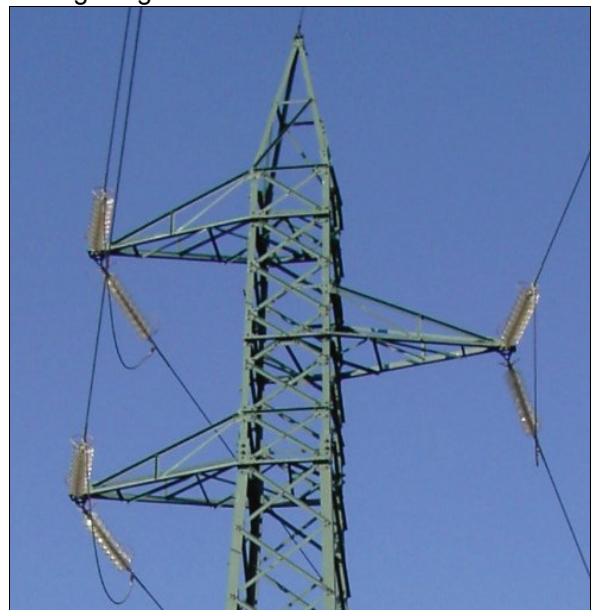


In alto il tracciato di un elettrodotto (in blu) con la relativa fascia di rispetto di 1° livello. In basso a sinistra tutte le informazioni che si ottengono cliccando sullo shape file del tracciato di una linea elettrica. A destra l'informazione aggiuntiva sul numero del sostegno, che si ottiene cliccando sul sostegno stesso.

Figura 4 – Sostegni presenti negli angoli



Angolo di deviazione per una linea a 380 kV, realizzato con sostegno in amarro (tipo CA).



Angolo di deviazione per una linea a 132 kV, realizzato con sostegno in amarro.

PROCEDURA PER LE APA DEGLI ANGOLI DI DEVIAZIONE

Per la definizione degli shape file poligonali per gli angoli di deviazione è stata implementata, mediante ArcView, una specifica soluzione. Per ogni angolo viene prima definito un cerchio, che ha come centro il sostegno d'angolo ed il cui raggio varia a seconda del tipo di testa dello stesso sostegno e dell'ampiezza dell'angolo di deviazione (in modo simile a quanto riportato nelle formule del decreto).

Ad esempio, all'interno dell'angolo tra le due campate, per una linea a 380 kV l'estensione della fascia di rispetto lungo la bisettrice in funzione dell'angolo di deviazione θ (in gradi) è pari a:

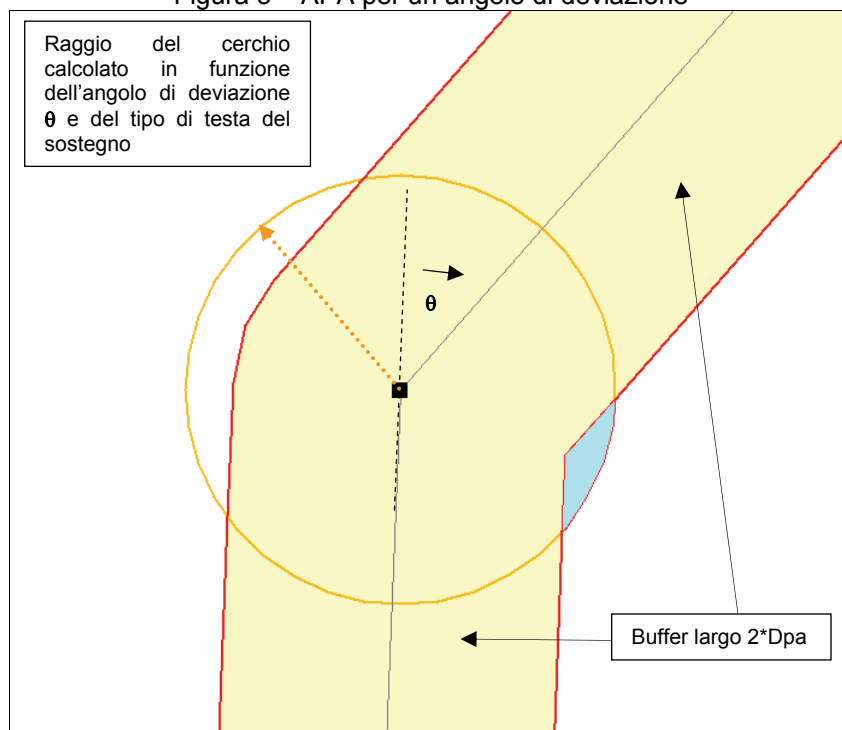
$$54 + 0.3 \cdot \theta \quad (1)$$

e per una linea a 132 kV è pari a: $22 + 0.14 \cdot \theta \quad (2)$

Con tali formule si calcola il raggio del cerchio da sovrapporre alla DPA imperturbata, all'interno dell'angolo tra le due campate (vedi anche Figura 4).

La procedura è stata quasi totalmente automatizzata in ambiente ArcView: per ciascuno dei sostegni delle linee presenti sul territorio, in primo luogo è stato calcolato, automaticamente, l'angolo di deviazione tra le due campate della linea elettrica (θ in fig. 5). Per tutti gli angoli di deviazione, compresi tra 10° e 170° , usando delle formule simili a quelle riportate nelle tabelle in allegato al decreto (che in questo lavoro per le linee a 380 kV tengono conto anche del tipo di testa del sostegno d'angolo), è stata calcolata la lunghezza del raggio del cerchio (in giallo in Figura 5). Con tale specifico raggio, definito di volta in volta, vengono creati i buffer circolari che sono stati intersecati geometricamente con il corridoio individuato dalla DPA imperturbata: la parte esterna, ovvero quella relativa all'angolo concavo tra le due campate, è stata eliminata, mentre quella interna (in azzurro in figura 5), ovvero quella relativa all'angolo convesso tra le due campate, è stata aggiunta al corridoio individuato dalla DPA, determinando così l'area di prima approssimazione (delimitata complessivamente in rosso in Figura 5).

Figura 5 – APA per un angolo di deviazione



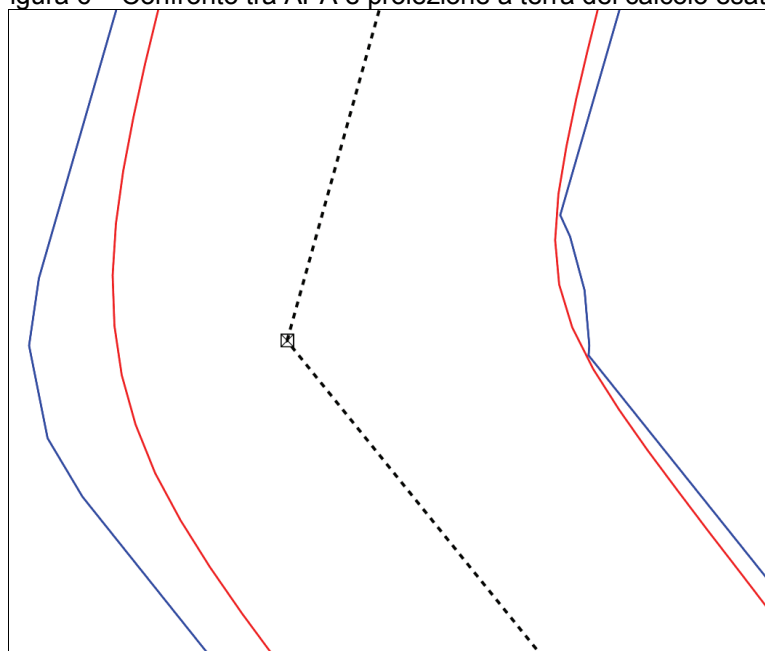
Schematizzazione, per una linea a 380 kV, dell'APA per un angolo di deviazione di 60° , realizzato con sostegno di tipo CA. In giallo il buffer ricavato dalla DPA numerica; all'interno dell'angolo, la porzione del cerchio in azzurro viene aggiunta a tale buffer (raggio del cerchio calcolato con la formula 1).

Sono state effettuate le opportune verifiche sia sulla rapida implementazione del metodo, che sulla sua effettiva sovrastima rispetto alla fascia di rispetto calcolata esattamente. In particolare, tale procedura offre il vantaggio (rispetto a quanto riportato nelle tabelle dell'Allegato al decreto) di non sovrastimare eccessivamente l'area all'esterno dell'angolo tra le due campate (vedi Figura 6).

VERIFICHE E CONFRONTI TRA PROCEDURA, CALCOLO ESATTO E APPLICAZIONE DEL DM

Nella Figura 6 è riportato il confronto, per un angolo di deviazione di una linea a 132 kV, tra il calcolo esatto della fascia di rispetto proiettato a terra e l'APA individuata con la procedura fin qui illustrata, al fine di verificare che la sua estensione sovrastimi la proiezione a terra della vera fascia di rispetto, essendo, quindi, cautelativa.

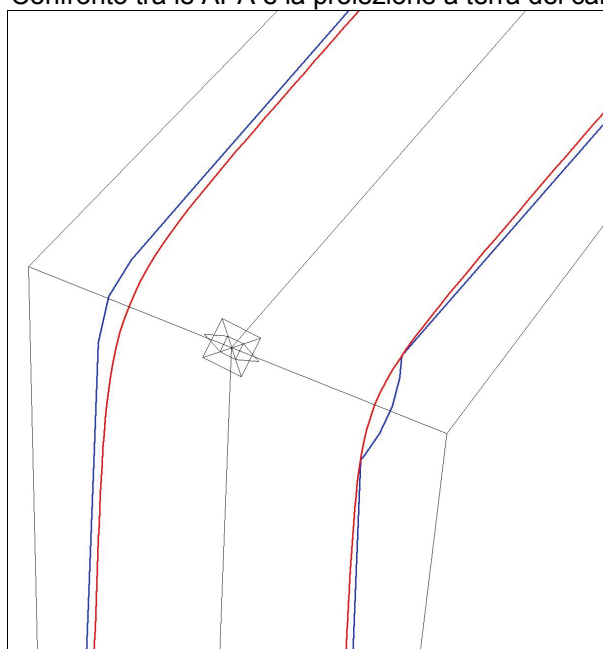
Figura 6 – Confronto tra APA e proiezione a terra del calcolo esatto



In nero tratteggiato il tracciato della linea a 132 kV; in rosso la proiezione a terra della fascia di rispetto ed in blu il bordo dell'APA individuata con la procedura.

Nella Figura 7 è riportato il confronto, per un angolo di deviazione di una linea a 380 kV, tra il calcolo esatto della fascia si rispetto proiettato a terra, l'APA individuata con la procedura in esame e l'APA determinata con le formule riportate nell'allegato al DM 29/05/08 al paragrafo 5.1.4.2 (a pagina 22). Tale confronto evidenzia sia che la procedura sovrastima la proiezione a terra della vera fascia di rispetto, ma anche che tale sovrastima è comunque inferiore a quella che si ottiene con l'applicazione del DM citato.

Figura 7 – Confronto tra le APA e la proiezione a terra del calcolo esatto



All'esterno in nero l'APA ricavata col DM; in blu l'APA individuata con la procedura; in rosso la proiezione a terra della fascia di rispetto.

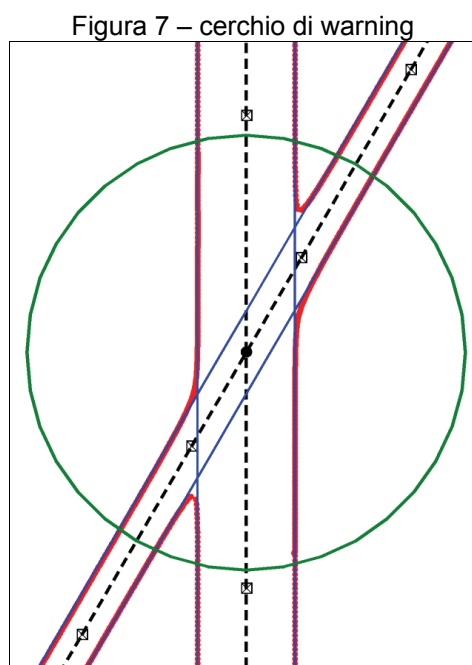
CERCHIO DI WARNING PER GLI INCROCI

ISPRA e le ARPA nel 2010 hanno messo a punto una procedura di semplificazione nella trattazione degli incroci tra due linee, introducendo il cosiddetto cerchio di warning (vedi Figura 7) per il quale ARPAT con opportuni calcoli ha determinato il raggio sul piano orizzontale, in funzione della tensione delle due linee che si incrociano (vedi Tabella 1). Tale cerchio determina l'area al di fuori della quale è trascurabile la sovrapposizione degli effetti dovuta alla presenza delle due linee. Il cerchio di warning è centrato sull'incrocio delle linee.

Per distanze dal centro dell'incrocio maggiori di quelle riportate in Tabella 1, per ciascuna linea è possibile considerare solo la singola DPA imperturbata, trascurando quindi il contributo dell'altra linea, senza ricorrere alle aree di prima approssimazione, o al calcolo esatto della fascia di rispetto.

In caso di nuovi insediamenti che ricadano all'interno del cerchio, deve essere determinata l'area di prima approssimazione, o deve essere effettuato il calcolo esatto della fascia di rispetto.

Le distanze in tabella sono state calcolate per incroci in cui l'angolo minore, compreso tra i tracciati delle due linee, varia tra 30° e 90°. Nei casi in cui lo stesso angolo risulti minore di 30° è necessario determinare l'area di prima approssimazione o effettuare il calcolo esatto della fascia di rispetto.



Esempio per un incrocio tra una linea a 380 kV (in verticale) ed una linea a 132 kV (obliqua). Fuori dal cerchio per ogni linea vale la relativa DPA imperturbata.

Tabella 1 – caratterizzazione del cerchio di *warning*

Tensione linea	380 kV	220 kV	132 kV
380 kV	330 m	250 m	230 m
220 kV	250 m	150 m	130 m
132 kV	230 m	130 m	130 m

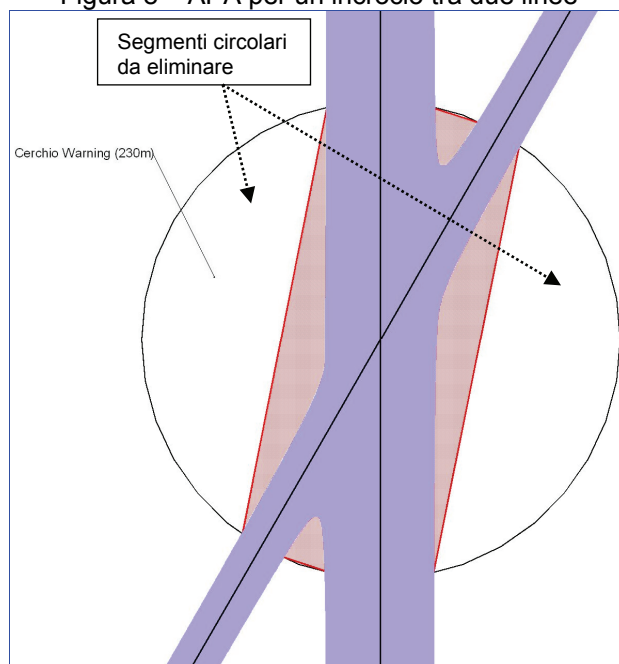
Raggio del cerchio di warning in funzione della tensione delle due linee che si incrociano.

PROCEDURA PER LE APA DEGLI INCROCI TRA DUE LINEE

Per i casi in cui si incrociano i tracciati di due elettrodotti è stata implementata mediante ArcView una APA simile a quella prevista dal paragrafo 5.1.4.4 del decreto citato, da realizzare però attraverso la sovrapposizione dei rispettivi buffer rettilinei delle due linee con il cerchio di warning. In sostanza in maniera automatica in ambiente GIS viene individuato il punto di incrocio tra le due linee; a partire da questo, e sulla base dei dati in tabella 1, viene generato il cerchio di warning di dimensione appropriata, che, intersecato con il buffer delle DPA imperturbate, individua i punti sulla base dei quali costruire l'APA. Infatti, con un apposito strumento GIS questi punti in cui le DPA imperturbate intersecano il cerchio di warning vengono uniti, ottenendo il poligono che rappresenta l'APA (vedi Figura 8). In pratica, con tale procedura dal cerchio di warning vengono eliminati i due segmenti circolari esterni, poiché eccessivamente sovrastimanti. Anche per tali casi sono state effettuate le opportune verifiche sia sulla rapida implementazione del metodo, che sulla

sua effettiva sovrastima rispetto alla proiezione a terra della fascia di rispetto calcolata esattamente. Tale procedura, inoltre, offre il vantaggio di essere facilmente automatizzabile.

Figura 8 – APA per un incrocio tra due linee



Schematizzazione della APA per l'incrocio tra una linea a 380 kV (in verticale) e una linea a 132 kV (obliqua), mediante l'intersezione del cerchio di warning con le DPA imperturbate (in viola). Il poligono (delimitato in rosso) va aggiunto ai buffer delle DPA imperturbate per formare l'APA relativa all'incrocio.

APA PER LINEE PARALLELE

Per i casi di due o più linee parallele sono state utilizzate le formule presenti nelle due tabelle del decreto al paragrafo 5.1.4.1, poiché si riesce facilmente ad aumentare i buffer rettilinei delle singole linee e, ove necessario, a fonderli tra loro.

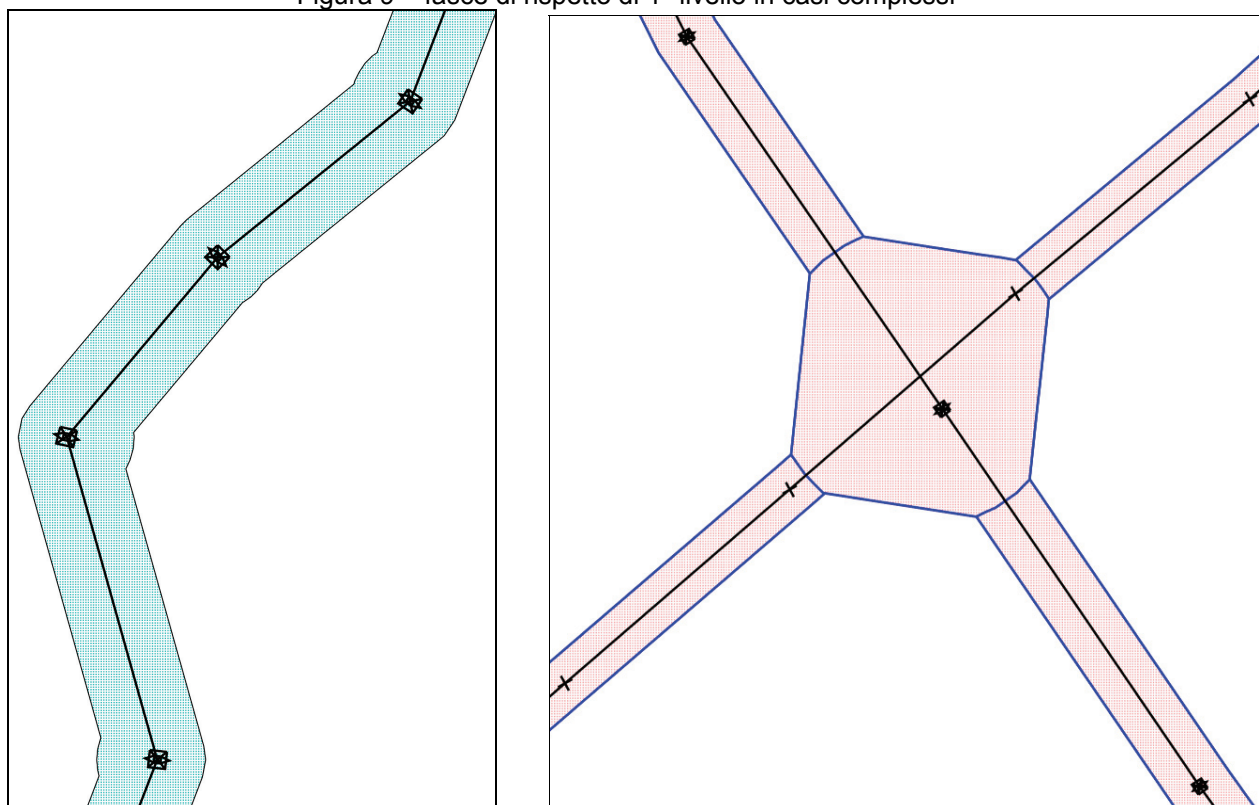
ANALISI DEI RISULTATI

Attraverso le procedure fin qui illustrate sono stati definiti gli shape file poligonali per le APA, relative agli angoli di deviazione, agli incroci tra due linee ed ai parallelismi.

Le geometrie relative a tali APA, sono state, in fase finale, tutte inserite nel file delle DPA e riunite rispettivamente con le DPA imperturbate delle linee di appartenenza, in modo da fornire una informazione sulle fasce di rispetto completa e inequivocabile per qualsiasi utente che consulti tali file informativi (vedi Figura 9).

Per i nuovi insediamenti che ricadono fuori dalle DPA e dalle APA le Amministrazioni possono autorizzare direttamente l'edificazione. Per i nuovi edifici in progetto che invece ricadono dentro le DPA e/o le APA è necessario un ulteriore approfondimento con il calcolo esatto della fascia, coinvolgendo il gestore della linea.

Figura 9 – fasce di rispetto di 1° livello in casi complessi



A sinistra esempio di fascia di rispetto per una linea a 132 kV con angoli di deviazione. A destra esempio di fascia di rispetto per un incrocio tra due linee a 132 kV.

CONCLUSIONI

Il lavoro svolto, a partire dal lavoro svolto in sede di collaborazione tra ISPRA-ARPA-APPA, e a seguito dell'implementazione di nuove metodiche in strumenti operativi immediatamente sovrapponibili alla Cartografia Tecnica Regionale, ha consentito di fornire alle Amministrazioni Comunali un'informazione dettagliata sulle linee elettriche, che attraversano il proprio territorio, insieme alle relative ampiezze delle fasce di rispetto. L'utilizzo di tali strumenti consente ai Comuni non solo di fare un'efficace pianificazione territoriale, ma anche di trattare in tempi brevi le singole richieste di edificazione in prossimità degli elettrodotti, avendo di fatto già disponibili tutte le informazioni del caso, senza doverle richiedere di volta in volta ai gestori.

La scelta di una unica DPA cautelativa, corredata anche dalle APA per i casi complessi di angoli, incroci e parallelismi, risolverà infatti un gran numero di situazioni sul territorio, limitando gli approfondimenti futuri solo alle situazioni più particolari, ivi compresa la fruizione delle aree più prossime agli elettrodotti, per la quale occorrono dati di maggior dettaglio e valutazioni modellistiche più approfondite.

La diffusione delle informazioni di dettaglio sugli elettrodotti (tensione nominale, denominazione, numero della linea, gestore e fascia di rispetto) anche ad un pubblico più vasto potrà consentire di far aumentare la consapevolezza che la presenza di tali infrastrutture lineari comporta un vincolo al territorio ed all'edificazione. La collaborazione con i gestori ha consentito da un lato di ottenere le informazioni necessarie al lavoro e dall'altro di confrontare con successo i risultati delle procedure implementate per la determinazione di DPA e APA.

La disponibilità dello strumento sviluppato determina una maggiore sensibilità degli Amministratori e dei cittadini nella realizzazione di nuove edificazioni in prossimità degli elettrodotti, determinando soluzioni abitative che ottimizzano l'uso del suolo nel rispetto della norma.

Bibliografia

[1] Licitra G., Colonna N. "Dall'analisi dell'impatto delle linee elettriche alla pianificazione territoriale e alle azioni di mitigazione: il caso della Provincia di Pisa". Atti Terzo Convegno Nazionale – Controllo ambientale degli agenti fisici: dal monitoraggio alle azioni di risanamento e bonifica. Biella, 7-8-9 giugno 2006.