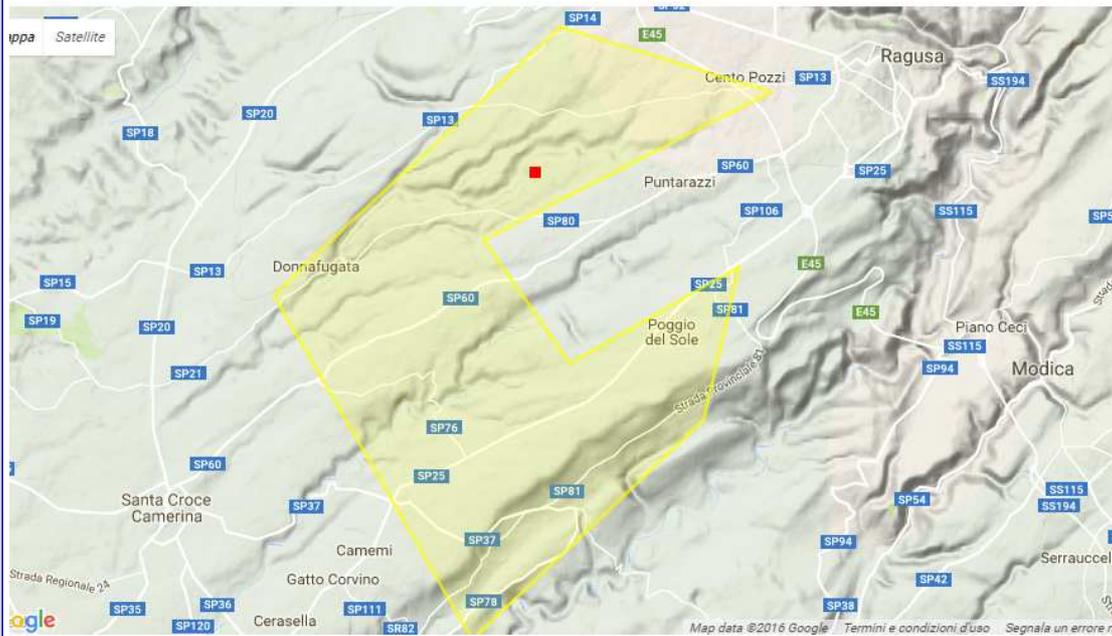




CSISA ONLUS
Centro Studi di Ingegneria Sanitaria Ambientale
C/o DICAR, V.le a. Doria 6, Catania

IRMINIO S.r.l



**Integrazione SIA permesso di ricerca
idrocarburi denominato “Case La Rocca”:
Studio dispersione degli inquinanti in
atmosfera a seguito di scenari di incendio**

Data:

27 giugno 2017

Il Presidente
Prof. Ing. Federico G.A. Vagliasindi

Il Tecnico Incaricato
Ing. Massimiliano Sgroi



INDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. PREMESSA | 1 |
| 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 2 |
| 3. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO CALPUFF | 4 |
| 4. METODOLOGIA D'ANALISI | 6 |
| 4.1 SUITE MODELLISTICA UTILIZZATA E DATI GEOGRAFICI E METEREologici DI INPUT | 6 |
| 4.2 RICOSTRUZIONE DELLA SORGENTE EMISSIVA | 8 |
| 4.3 INQUINANTI E ASSUNZIONI DELLO STUDIO DISPERSIVO | 10 |
| 5. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI | 14 |
| 5.1 DATI METEOCLIMATICI | 14 |
| 5.2 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED EMISSIVE DELLA SORGENTE SIMULATA | 21 |
| 5.3 DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI IN ATMOSFERA | 22 |
| 6. CONCLUSIONI | 23 |
| BIBLIOGRAFIA | 32 |
| ALLEGATO 1: Coordinate UTM ricettori discreti | |
| ALLEGATO 2: Mappe di isoconcentrazione | |

1. PREMESSA

Il presente documento è stato redatto per incarico della ditta Irminio s.r.l. a seguito delle richieste della Commissione VIA del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) di integrazione dello studio di impatto ambientale per il permesso di ricerca idrocarburi denominato “Case La Rocca” e quindi per la successiva perforazione di 2 pozzi esplorativi da realizzare in Contrada Carnesala nel territorio comunale di Ragusa. Il presente studio è da considerarsi parte integrante ai chiarimenti forniti alla Richiesta 2 (Rischio di incidenti) del MATTM: *“Venga approfondito lo scenario relativo a tutti i possibili e prevedibili incidenti sia in fase di perforazione che di prove di produzione, con particolare attenzione agli effetti sulle persone e sulle cose, ma anche sulla fauna e la flora e le altre componenti ambientali, con riferimento anche ad aree potenzialmente interessate da ricadute di contaminati in caso di incendio”*.

Il presente studio valuta, attraverso un approccio stocastico e l’uso del modello CALPUFF per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, le potenziali modifiche della qualità dell’aria in relazione all’eventualità remota di un incendio durante la fase di prove di spurgo e accertamento minerario previste nella Postazione “Case la Rocca”. In particolare vengono stimate le concentrazioni di inquinanti al suolo a seguito di ricadute di contaminanti in caso di incendio durante diverse condizioni meteorologiche. Lo scenario di incendio simulato è quello di pool fire per rilascio liquido da serbatoio di stoccaggio, il quale risulta, in base all’analisi degli scenari incidentali previsionali condotta da Irminio s.r.l., la più probabile causa di

incendio durante le fasi di perforazione e prove di spurgo e accertamento minerario dei pozzi esplorativi situati in Contrada Carnesala.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona della prevista postazione sonda risulta ubicata presso contrada Carnesala all'interno dell'area dell'istanza di permesso di ricerca Case La Rocca nel territorio comunale di Ragusa. La Figura 1 evidenzia l'inquadramento geografico sia della postazione cluster in progetto che le proiezioni verticali in superficie dei due target previsti.

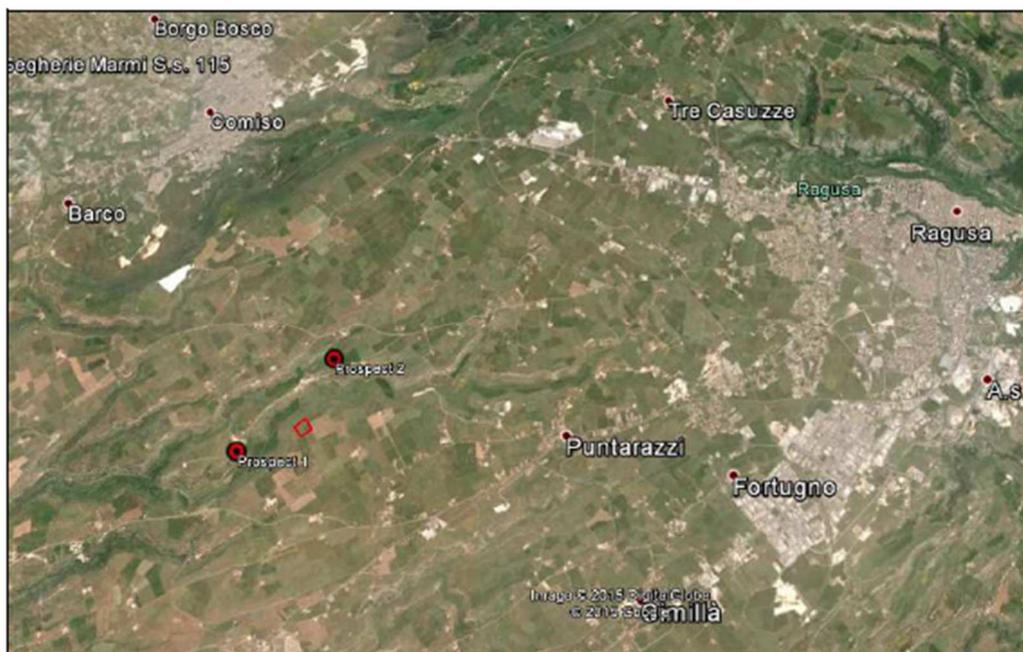


Figura 1. Inquadramento geografico della postazione cluster e dei due obiettivi minerari (estratto dal SIA per richiesta ricerche idrocarburi Case la Rocca).

Il territorio dell'istanza di permesso di ricerca idrocarburi Case la Rocca risulta compreso tra i centri urbani di Ragusa e Comiso e rientra nel tratto più settentrionale del bacino

idrografico n. 081 della Sicilia denominato “Bacini minori tra Ippari e Irminio”. Le aree immediatamente adiacenti la postazione cluster sono interessate da attività agricola.

Zone di particolare rilevanza naturalistica e incluse all’interno della rete ecologica Natura 2000 quali siti di importanza comunitaria (SIC), zone speciali di conservazione (ZSC) e zone a protezione speciale (ZPS) sono ubicate a distanze maggiori di 6 km dalla postazione cluster. In Figura 2 viene riportato l’inquadramento territoriale di tali aree protette. Il sito ZSC ITA 080003 “Vallata del Fiume Ippari” è il sito di particolare rilevanza naturalistica più prossimo alla postazione cluster (~ 6 km); altri siti SIC sono presenti a distanze maggiori di 10 km.

Per una descrizione più dettagliata delle componenti ambientali presenti nel territorio in esame si rimanda al capitolo 4 dello studio di impatto ambientale (SIA) per la richiesta di ricerca idrocarburi “Case La Rocca”.

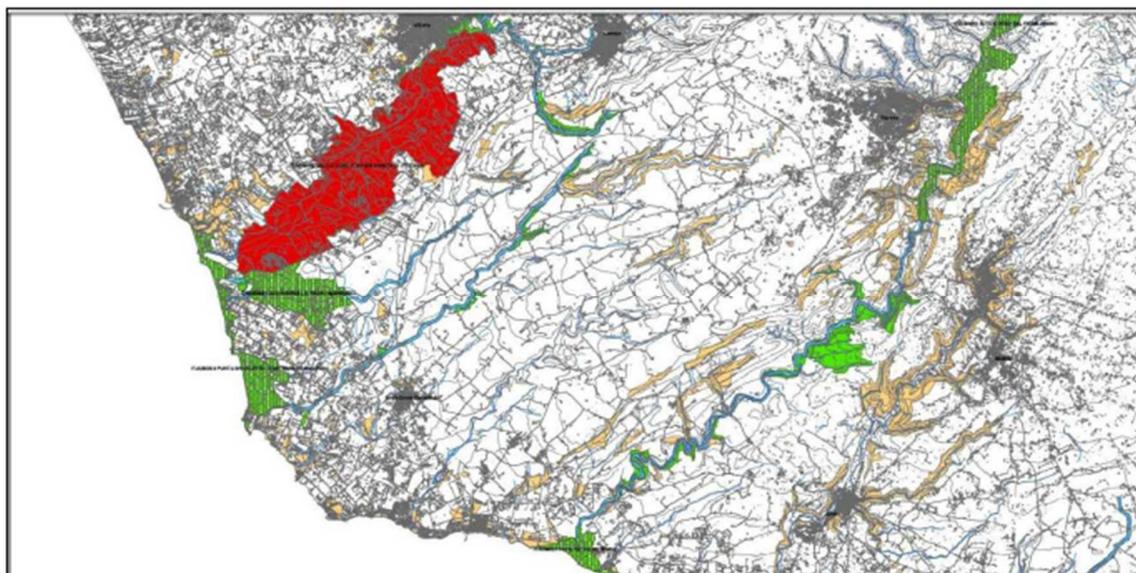


Figura 2. Ubicazione aree protette rispetto alla zona di studio (estratto dal SIA per richiesta ricerche idrocarburi Case la Rocca).

3. DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO CALPUFF

CALPUFF è un modello a “puff” multistrato non stazionario in grado di simulare il trasporto, la trasformazione e la deposizione atmosferica di inquinanti in condizioni meteo variabili non omogenee e non stazionarie. CALPUFF, realizzato da Atmospheric Studies Group Earth Tech. può utilizzare i campi meteo tridimensionali prodotti da specifici pre-processor (CALMET), oppure, nel caso di applicazioni semplificate, fa uso di misure rilevate da singole centraline meteo.

Il modello CALPUFF è inserito nell’elenco dei modelli consigliati da ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) per la valutazione e gestione della qualità dell’aria (“Guida interattiva alla scelta dei modelli di dispersione nella valutazione della qualità dell’aria” - <http://www.smr.arpa.emr.it/ctn/>). E’ stato adottato da U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) nelle proprie linee guida sulla modellistica per la qualità dell’aria come uno dei modelli preferiti in condizioni di simulazione long-range oppure per condizioni locali caratterizzate da condizioni meteorologiche complesse, ad esempio orografia complessa e calme di vento (USEPA, 2005). Calpuff è in grado di simulare incendi forestali ed è utilizzato comunemente per simulazioni modellistiche di incendi controllati e non, scenari emergenziali ed è già stato utilizzato a livello nazionale da enti di controllo quali l’ARPA per simulare gli effetti dovuti ad incendio di discariche (Scire et al., 2001; Hardy, 2014; Arpa Sicilia, 2014).

I modelli a segmenti o a “puff” sono modelli in grado di simulare situazioni non stazionarie e sono generalmente associati a modelli di campo di vento, ricostruiti tramite appositi modelli matematici quali il CALMET (Scire et al., 2000). Di complessità

intermedia tra i modelli stazionari (gaussiani) e quelli 3D (modelli euleriani e lagrangiani a particelle), consentono di descrivere la traiettoria dei fumi e quindi di seguire l'evoluzione temporale della dispersione, perché possono tenere in conto le variazioni spaziali e temporali. Sono quindi da preferirsi, rispetto ai modelli gaussiani, per studiare situazioni complesse, sia dal punto di vista dell'orografia, sia delle emissioni, sia del campo di moto turbolento. I modelli a puff, in particolare, consentono di trattare anche le situazioni di calma di vento (Scire et al., 2001). I modelli a “segmenti” considerano il pennacchio suddiviso in un certo numero di porzioni (o segmenti) tra loro indipendenti, il cui baricentro si muove in accordo alle condizioni meteorologiche incontrate lungo il percorso. Ogni segmento produce un campo di concentrazioni al suolo calcolato col modello gaussiano e solo il segmento più prossimo al punto recettore contribuisce a stimare la concentrazione nel recettore stesso.

La Figura 3 illustra la procedura descritta. La concentrazione totale ad un certo istante viene calcolata sommando i contributi di ogni singolo puff. Ogni puff si espande, nelle tre direzioni cartesiane, in modo gaussiano. A differenza di quanto avviene nel modello gaussiano standard, non si fa l'ipotesi che la diffusione lungo la direzione di moto del pennacchio sia trascurabile rispetto allo spostamento. Questo fa sì che, da un lato, nell'equazione che descrive questo modello, la velocità del vento non compaia più esplicitamente, mentre, dall'altro lato, fa sì che il modello possa essere usato anche per le situazioni di vento debole o di calma. La concentrazione al suolo nel punto recettore è la somma dei contributi di tutti i puff.

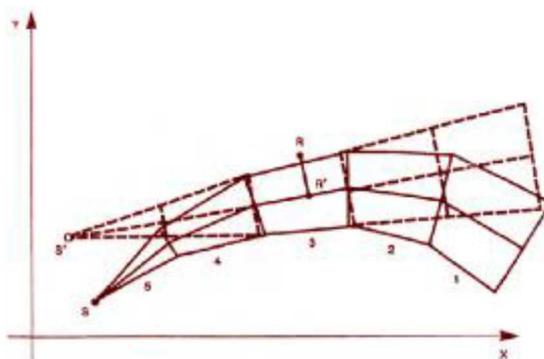


Figura 3. Segmentazione del pennacchio nei modelli a PUFF.

Gli algoritmi di CALPUFF consentono inoltre di considerare l'effetto scia generato dagli edifici prossimi alla sorgente (effetto downwash), della fase transizionale del pennacchio, della orografia complessa del terreno, della deposizione secca ed umida. Il modello può simulare sia sorgenti puntiformi sia areali. Inoltre, specifici algoritmi sono in grado di trattare gli effetti legati alla vicinanza con la costa marina, oppure alla presenza di strati limite di inversione termica in atmosfera. La trattazione matematica del modello è piuttosto complessa e si rinvia al manuale tecnico di CALPUFF per ulteriori approfondimenti (Scire et al., 2000, 2001).

4. METODOLOGIA D'ANALISI

4.1 Suite modellistica utilizzata e dati geografici e meteorologici di input

La suite modellistica utilizzata in questo studio è quella CALMET/CALPUFF. Ogni studio modellistico di diffusione di inquinanti in atmosfera richiede essenzialmente due passaggi:

- la determinazione della meteorologia del periodo preso in considerazione, unitamente alle caratteristiche geomorfologiche del territorio considerato (modellazione CALMET);
- la conoscenza dello scenario emissivo per il periodo e il territorio considerato, quindi l'applicazione del modello di dispersione (modellazione CALPUFF).

Il campo di vento 3D necessario al modello Calpuff per lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera è stato ricostruito per l'area in esame attraverso un'elaborazione "mass consistent", effettuata con il modello meteorologico CALMET, dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO di superficie e profilometriche presenti sul territorio nazionale. Il modello CALMET ricostruisce per interpolazione 3D "mass consistent", pesata sull'inverso del quadrato della distanza dalle stazioni meteo considerate, un campo tridimensionale che incorpora gli effetti geomorfologici ed orografici del sito in esame. Le informazioni geografiche e meteorologiche dell'area di simulazione, richieste dalla catena modellistica CALMET/CALPUFF, sono state inserite nella modellizzazione attraverso dati opportunamente formattati. L'orografia della zona in esame è inputata nel modello di dispersione tramite i valori di un modello digitale del terreno (DTM) dell'area, ricostruito sulla base dei dati SRTM3 (Shuttle Radar Topography Mission, USGS - EROS Data Center, Sioux Falls, SD, USA) con risoluzione spaziale di circa 90 m. Le informazioni di uso del suolo, ricavate dal dataset Corine (CORINE Land Cover 1:100.000 aggiornata al 1992 – European Environment Agency), sono state inserite permettendo di definire i parametri di superficie richiesti dal modello di dispersione (rugosità superficiale, albedo, rapporto di Bowen, flusso di calore dal suolo, indice di

superficie fogliare). Il file meteorologico tridimensionale CALMET è stato prodotto da MAIND s.r.l. (Milano, Italia) e contiene le informazioni orarie sulle condizioni meteorologiche e diffusive dell'atmosfera rappresentative dell'area di studio per tutto l'anno 2016 (8784 h). Tale campo di vento CALMET è stato ricostruito su una griglia di dimensioni 20 x 20 km e risoluzione 1000 m (dimensioni della singola cella 1 x 1 km). La dispersione degli inquinanti in atmosfera è stata simulata tramite il modello Calpuff già descritto nel paragrafo 3.

4.2 Ricostruzione della sorgente emissiva

Per la definizione della sorgente emissiva si è fatto riferimento all'analisi degli scenari incidentali previsionali e alla descrizione dei sistemi di sicurezza fornite da Irminio s.r.l., che ha individuato nell'evento di pool fire per rilascio liquido da serbatoio di stoccaggio greggio, a seguito di crack o rottura del serbatoio stesso, la più probabile causa di incendio durante le fasi di perforazione e prove di spurgo minerario dei pozzi esplorativi situati in Contrada Carnesala. I liquidi rilasciati a seguito del crack di un serbatoio verranno accumulati all'interno del bacino di contenimento dei serbatoi con la conseguente formazione di una pozza, la quale nel caso di innesco immediato da origine ad un incendio di tipo pool fire.

Nel sito produttivo in esame verranno installati 4 serbatoi di stoccaggio di petrolio greggio, della capacità di 46 m³ ognuno, i quali verranno alloggiati in due bacini di contenimento contigui e di uguali dimensioni. In ogni bacino di contenimento verranno disposti due serbatoi. Ognuno dei due bacini di contenimento ha una capacità totale di 56.22 m³ (14.5 x 7.05 x 0.55 m) maggiore di quella di un singolo serbatoio di stoccaggio.

La protezione antincendio dei serbatoi verrà effettuata tramite irrorazione di schiuma antincendio e raffreddamento con acqua. La schiuma antincendio verrà versata tramite versatori fissi presenti nel bacino di contenimento. Il raffreddamento con acqua verrà effettuato tramite ugelli di raffreddamento posizionati sopra ognuno dei serbatoi di stoccaggio. Nei due bacini di contenimento saranno inoltre installati sensori per la presenza di idrogeno solforato H_2S e miscele esplosive. Il personale operativo, adeguatamente addestrato alla gestione delle emergenze, sarà costantemente presente in cantiere (tutti i giorni h24). Al manifestarsi del primo focolare i sistemi antincendio verranno azionati immediatamente. La presenza del personale operativo adeguatamente addestrato e dei descritti sistemi di sicurezza farà sì che un eventuale incendio di tipo pool fire venga contenuto ed estinto nel più breve tempo possibile ed eviterà il coinvolgimento a catena di più serbatoi di stoccaggio. In base al progetto di installazione dei sistemi di sicurezza descritto da Irminio s.r.l., lo scenario di incendio pool fire è stato simulato per rilascio liquido da uno dei serbatoi di stoccaggio.

Al fine della modellazione della dispersione di inquinanti in atmosfera si è scelto di porsi in condizioni peggiori di quelle che realisticamente possono verificarsi grazie alla presenza dei descritti sistemi di sicurezza antincendio. Si è scelto, dunque, di simulare una durata di incendio di 1 ora e la superficie emittente è stata assunta pari all'intera superficie del bacino di contenimento (102 m^2). Più realisticamente, i presidi antincendio installati estinguerebbero il focolare innescatosi nell'arco di pochi minuti e la superficie emittente risulterebbe molto più limitata di quella dell'intero bacino di contenimento.

L'intervallo temporale di 1h è tra l'altro il minimo intervallo richiesto dal modello Calpuff per la modellazione della dispersione di contaminanti in atmosfera.

All'interno della modellazione Calpuff, la sorgente emissiva pool fire è stata simulata come sorgente areale di tipo "galleggiante" con temperatura iniziale dei fumi impostata.

Le caratteristiche geometriche ed emissive della sorgente sono state calcolate tramite le metodiche descritte dalla TNO - The Netherlands Organization of Applied Scientific Research (TNO, 2005) e nel HSE contract research report No. 96/1996 (Rew e Hulbert, 1996). In particolare, sono stati calcolati il diametro equivalente del pool fire (confinato), la lunghezza della fiamma e l'angolo di tilt. Il valore massimo del rateo di combustione del greggio per unità di superficie è stato ottenuto dai dati riportati nel HSE contract research report No. 96/1996 (Rew e Hulbert, 1996) e assunto pari a $0.051 \text{ kg/m}^2 \text{ s}$. Per il calcolo della lunghezza della fiamma, la velocità del vento a 10 m dal suolo è stata posta pari a 2 m/s, valore che ricade nella classe di velocità del vento con più alta frequenza di accadimento come mostrato dalla modellazione dei dati meteorologici dell'area in esame (paragrafo 5.1). La temperatura iniziale dei fumi è stata assunta pari alla temperatura di fiamma, la quale è stata desunta dallo studio di Planas-Cuchi e Casal (1998).

4.3 Inquinanti e assunzioni dello studio dispersivo

Le possibili modifiche della qualità dell'aria derivanti dallo scenario incidentale in valutazione sono state stimate con riferimento ai seguenti inquinanti pertinenti alla sorgente in valutazione:

- le Polveri totali, cautelativamente assunte equivalenti al parametro PM_{10} ;

- il CO (monossido di carbonio)
- l'SO₂ (biossido di zolfo)
- gli NO_x (ossidi di azoto)
- il Benzene
- benzo(a)pirene (IPA).

In particolare il parametro potenzialmente più critico, considerando congiuntamente sia il quadro emissivo che i criteri di qualità ambientale riportati nel decreto legislativo 155/2010, è rappresentato dal parametro “polveri”, che, nel caso di combustione non controllata di idrocarburi, si presentano prevalentemente in termini di particolato carbonioso.

Per ognuno dei contaminanti appena citati i fattori di emissione (FE) sono stati definiti, sulla base della letteratura di settore consultata, in termini di massa di inquinante emesso per massa di combustibile consumato (g/kg). In merito alle polveri, diversi studi affermano che il quantitativo di PM₁₀ emesso varia tra il 10 e il 15% della massa di olio bruciato (Walton et al., 1995; Evans et al., 2001; Argyropoulos et al., 2010). Nella presente simulazione, al fine di porsi in favore di sicurezza, si è assunto un fattore di emissione pari a 150 g/kg di combustibile. Il fattore di emissione del monossido di carbonio, invece, si attesta a circa 90 g/kg di combustibile (Evans, 1991; Evans et al., 1991; Argyropoulos et al., 2010). Il fattore di emissione del biossido di zolfo (SO₂) è ricavabile dal tenore di zolfo del combustibile tramite la seguente relazione stechiometrica:

$$FE_{SO_2} = \%S_{greggio} \cdot 10 \cdot \frac{PM_{SO_2}}{PM_S} \quad (1)$$

dove PM_{SO_2} e PM_s sono i pesi molecolari, pari a 64 g/mole per l'anidride solforosa e 32 g/mole per lo zolfo, mentre $\%S_{\text{greggio}}$ è la percentuale in peso di zolfo nel petrolio greggio, il cui valore è stato desunto dalle analisi chimiche dell'olio estratto dal pozzo del Campo Tresauro operato da Enimed SpA, dove la Irminio srl è in joint assieme a Edison SpA, e situato in posizione molto prossima a quella oggetto di studio. Nell'olio di Tresauro non è stata rilevata presenza di idrogeno solforato e i mercaptani sono stati rilevati a concentrazioni < 1 ppm, ovvero al limite della rilevabilità strumentale. Da tali dati si può affermare che l'olio di Tresauro non ha composti di zolfo disciolti. Tuttavia, tenendo conto di dati riportati in letteratura relativamente al contenuto di zolfo nel greggio (Carrales e Martin, 1975), la percentuale in peso di zolfo è stata assunta cautelativamente pari a $\%S_{\text{greggio}} = 0.12 \%$, dalla quale risulta un fattore di emissione per l'anidride solforosa pari a 2.4 g di SO_2 per kg di petrolio greggio.

Il fattore di emissione degli ossidi di azoto è stato desunto dallo studio di Evans et al. (1991), in cui sono state monitorate le concentrazioni di NO_x presenti nei fumi a seguito di una combustione di olio greggio di tipo pool fire. Il rapporto in volume tra NO_x e CO presenti nei fumi è risultato pari a circa 0.013, da cui è stato possibile ricavare, tramite la seguente relazione stechiometrica, il fattore di emissione per gli ossidi di azoto, pari a 1.95 g/kg:

$$FE_{NO_x} = 0.013 \cdot \frac{PM_{NO_x}}{PM_{CO}} \cdot FE_{CO} \quad (2)$$

dove PM_{NO_x} e PM_{CO} sono rispettivamente i pesi molecolari degli ossidi di azoto e del monossido di carbonio, mentre FE_{CO} è il fattore di emissione del monossido di carbonio. Il peso molecolare considerato nel calcolo per gli ossidi di azoto è stato quello del NO_2 ,

il quale è considerato un buon parametro surrogato per la stima della concentrazione di NO_x totali (USEPA, 1999). Inoltre studi riportano che NO e NO_2 sono di gran lunga le forme di NO_x più abbondanti (> 95%) che si formano a seguito di processi di combustione (USEPA, 1999, 2000).

I fattori di emissioni del benzene e del benzo(a)pirene, infine, risultano uguali rispettivamente a 0.251 e 0.001 g/kg, come riportato nello studio di Booher e Janke (1997). I fattori di emissione così ricavati sono riepilogati in Tabella 1.

Tabella 1. Fattori di emissione per gli inquinanti considerati.

| Inquinante | Fattori di emissione (g/kg) | Fonte |
|------------------|-----------------------------|--|
| PM_{10} | 150 | Walton et al., 1995 Evans et al., 2001 Argyropoulos et al., 2010 |
| CO | 90 | Evans, 1991 Evans et al., 1991 Argyropoulos et al., 2010 |
| SO_2 | 2.4 | da calcolo stechiometrico |
| NO_x | 1.95 | elaborazione da Evans et al., 1991 |
| Benzene | 0.251 | Booher e Janke, 1997 |
| Benzo(a)pirene | 0.001 | Booher e Janke, 1997 |

I ratei di emissione (g/s) dei contaminanti selezionati sono stati calcolati moltiplicando i fattori di emissione per il rateo di combustione (kg/s) del petrolio greggio.

La superficie territoriale (dominio di calcolo) selezionata per lo studio della dispersione degli inquinanti in atmosfera è stata fissata di dimensioni pari a 17 km per 17 km, centrata in modo tale che la postazione cluster risulti localizzata nella zona centrale dell'area di studio.

I valori delle concentrazioni sono stati simulati per le aree esterne alla postazione cluster tramite la sovrapposizione al dominio di calcolo di una griglia di calcolo con risoluzione di 100 m.

Il numero di simulazioni effettuate con Calpuff è stato di 8784, supponendo che l'innescò dell'incendio possa verificarsi in ognuna delle 8784 ore dell'anno 2016. I massimi percentili delle concentrazioni al suolo ottenute per l'intera area di studio sono stati confrontati con i limiti di normativa (Decreto Legislativo 155/2010).

5. RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

5.1 Dati meteorologici

I dati meteorologici rappresentativi del regime meteorologico sono stati ricostruiti per l'area d'interesse attraverso un'elaborazione "mass consistent" effettuata con il modello meteorologico CALMET. Le elaborazioni meteorologiche si riferiscono al periodo di simulazione 1 gennaio 2016, ore 00.00 – 31 dicembre 2016, ore 23.00. Di seguito vengono discusse alcune grandezze meteorologiche significative utilizzate per le simulazioni modellistiche della dispersione dei fumi nel caso in esame.

In Figure 4 e in Tabella 2 si riportano i dati caratterizzanti il regime anemometrico per frequenza di accadimento e direzione di provenienza delle masse d'aria. In Figura 5 si riporta la distribuzione delle classi di velocità dei venti.

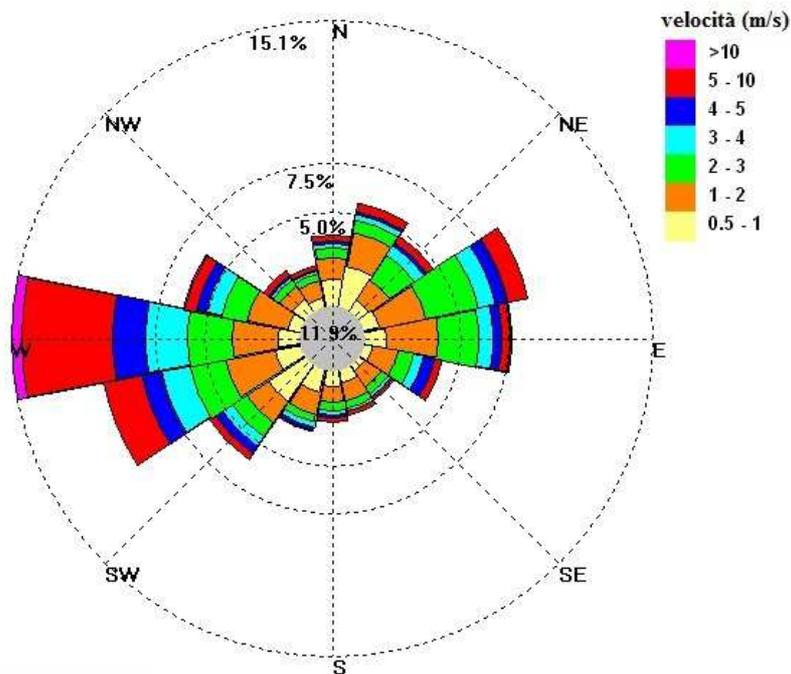


Figura 4. Rosa dei venti simulati in superficie in corrispondenza della sorgente emissiva – anno 2016.

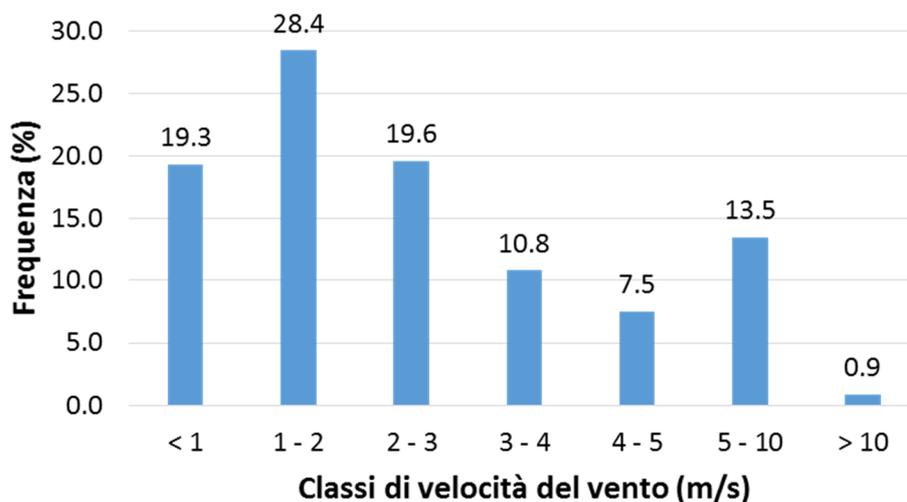


Figura 5. Distribuzione delle frequenze di accadimento tra le diverse classi di velocità del vento simulato in superficie in corrispondenza della postazione pozzo – anno 2016.

Tabella 2. Valori della velocità minima, media e massima della velocità del vento per settore angolare di provenienza – anno 2016.

| Settore angolare* | Velocità (m/s) | | | Settore angolare* |
|-------------------|----------------|-------|---------|-------------------|
| | Minima | Media | Massima | |
| 0 | 0.6 | 2.0 | 9.7 | N |
| 22.5 | 0.6 | 1.9 | 9.7 | NNE |
| 45 | 0.6 | 2.6 | 10.3 | NE |
| 67.5 | 0.6 | 2.8 | 10.8 | ENE |
| 90 | 0.6 | 2.4 | 15.3 | ENE |
| 112.5 | 0.6 | 2.6 | 7.7 | ESE |
| 135 | 0.6 | 2.3 | 13.4 | SE |
| 157.5 | 0.6 | 1.9 | 8.8 | SSE |
| 180 | 0.6 | 2.1 | 8.8 | S |
| 202.5 | 0.6 | 1.8 | 6.7 | SSO |
| 225 | 0.6 | 2.0 | 7.2 | SO |
| 247.5 | 0.6 | 3.1 | 11.8 | OSO |
| 270 | 0.6 | 4.2 | 13.9 | O |
| 292.5 | 0.6 | 2.7 | 13.9 | ONO |
| 315 | 0.6 | 2.2 | 9.8 | NO |
| 337.5 | 0.6 | 2.2 | 9.3 | NNO |

* Angolo medio del settore angolare di 22.5°

Il regime meteorologico ottenuto dalla modellazione può essere considerato rappresentativo dell'area considerata e del tutto compatibile con l'inquadramento climatico riportato nel paragrafo 4 del SIA. Le elaborazioni ottenute hanno rilevato come l'area di studio sia soggetta ad un regime anemometrico caratterizzato da venti deboli, inferiori a 3.1 m/s, per una frequenza di accadimento del 67.3%. I venti provengono prevalentemente dal settore ovest.

Sono state, inoltre, determinate per ogni ora dell'anno 2016 le classi di stabilità atmosferica sulla base dell'intensità del vento, della radiazione solare e della copertura nuvolosa, secondo la classificazione di Pasquill. Le classi di stabilità atmosferica di

Pasquill sono importanti indicatori qualitativi dell'intensità della turbolenza atmosferica; esse sono caratterizzate da 6 possibili condizioni:

- molto instabile (A);
- instabile (B);
- leggermente instabile (C);
- neutrale (D);
- leggermente stabile (E);
- stabile (F).

La stabilità atmosferica è legata all'andamento verticale della temperatura ed è una misura dei moti verticali dell'atmosfera e, di conseguenza, della capacità di dispersione e diluizione dei contaminanti. Le condizioni più critiche per la diffusione atmosferica, a parità di altre condizioni, si hanno con atmosfera instabile Classe A, (moti turbolenti possono portare a concentrazioni elevate di gas a breve distanze dall'impianto, con una limitata diluizione in aria), ed in presenza di uno strato di inversione termica al di sopra della sorgente che limita fortemente la diffusione verticale dei gas emessi.

In Figura 6 e Tabella 3 si riportano le distribuzioni delle frequenze di accadimento delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill stimate in corrispondenza della sorgente emissiva per l'intero anno 2016 e per i singoli mesi dell'anno 2016.

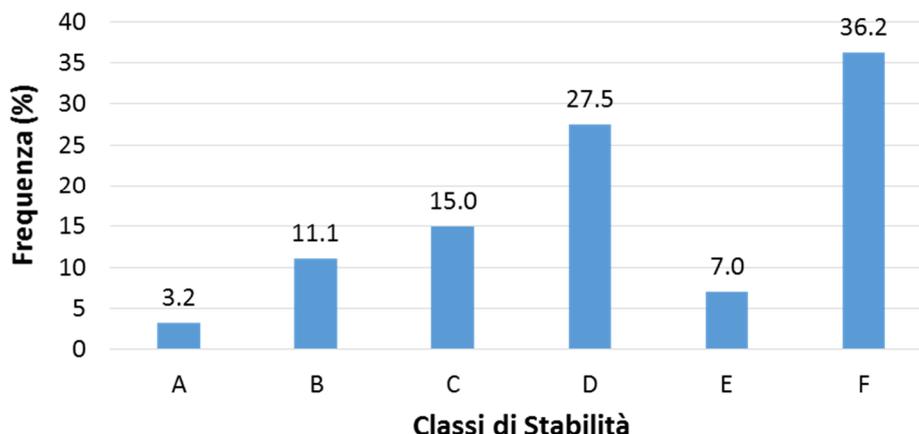


Figura 6. Distribuzione delle frequenze di accadimento delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill stimate in corrispondenza della sorgente emissiva – anno 2016.

Tabella 3. Distribuzione delle frequenze di accadimento (%) delle classi di stabilità atmosferica di Pasquill stimate in corrispondenza della sorgente emissiva per i singoli mesi dell'anno 2016.

| Periodo | Classi di stabilità di Pasquill | | | | | |
|------------------|---------------------------------|------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| <i>Gennaio</i> | 0 | 3.1 | 13.8 | 31 | 11 | 41 |
| <i>Febbraio</i> | 0 | 4.6 | 13.9 | 34.2 | 12.8 | 34.5 |
| <i>Marzo</i> | 0.1 | 8.7 | 13.2 | 35.5 | 6.7 | 35.8 |
| <i>Aprile</i> | 3.2 | 12.4 | 14.7 | 31.9 | 5.6 | 32.2 |
| <i>Maggio</i> | 4.8 | 14.7 | 20.8 | 21.8 | 3.9 | 34 |
| <i>Giugno</i> | 7.8 | 14.9 | 19.3 | 19 | 2.9 | 36.1 |
| <i>Luglio</i> | 12 | 21.2 | 16 | 10.2 | 1.9 | 38.7 |
| <i>Agosto</i> | 8.3 | 19 | 17.9 | 13.6 | 3.1 | 38.2 |
| <i>Settembre</i> | 1.3 | 11 | 14.3 | 27.1 | 7.9 | 38.5 |
| <i>Ottobre</i> | 0.9 | 14.9 | 12.9 | 30.4 | 6.2 | 34.7 |
| <i>Novembre</i> | 0 | 3.6 | 10.6 | 35.8 | 13.2 | 36.8 |
| <i>Dicembre</i> | 0 | 4.3 | 12.9 | 39.9 | 8.9 | 34 |
| <i>Anno 2016</i> | 3.2 | 11.1 | 15 | 27.5 | 7 | 36.2 |

I dati meteorologici e diffusivi utilizzati nelle simulazioni evidenziano uno stato della turbolenza atmosferica generalmente classificabile da stabile (E+F 43.2%) a neutra (D

27.5%) con presenza non trascurabile di condizioni da poco (C 15.0%) a moderatamente instabili (B 11.1%).

Nelle Figure 7 – 10 vengono infine riportati, rispettivamente, i valori mensili di temperatura, precipitazione cumulata, umidità relativa e le mediane delle altezze di mescolamento stimate in corrispondenza della postazione cluster.

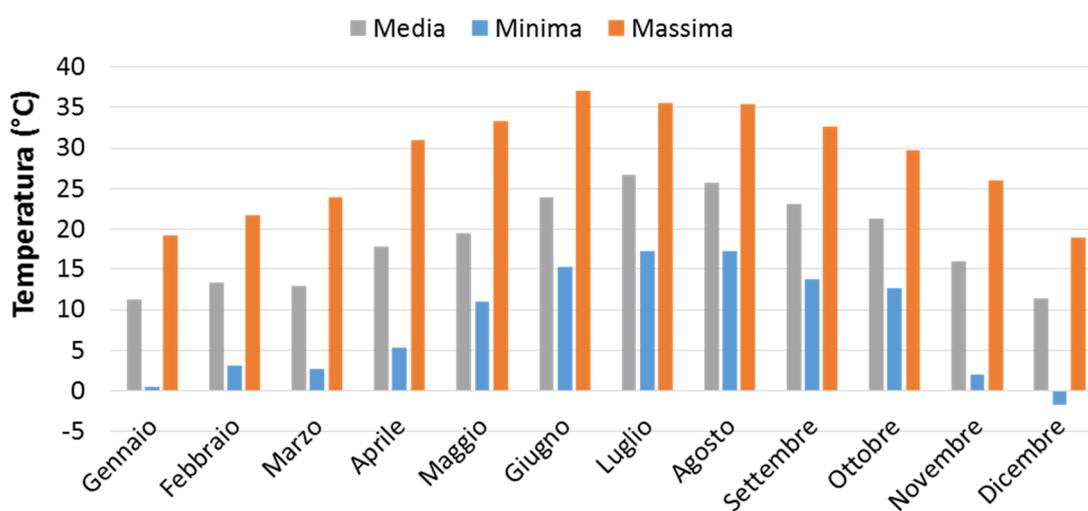


Figura 7. Valori mensili delle temperature media, minima e massima per l'anno 2016 in corrispondenza della sorgente emissiva.

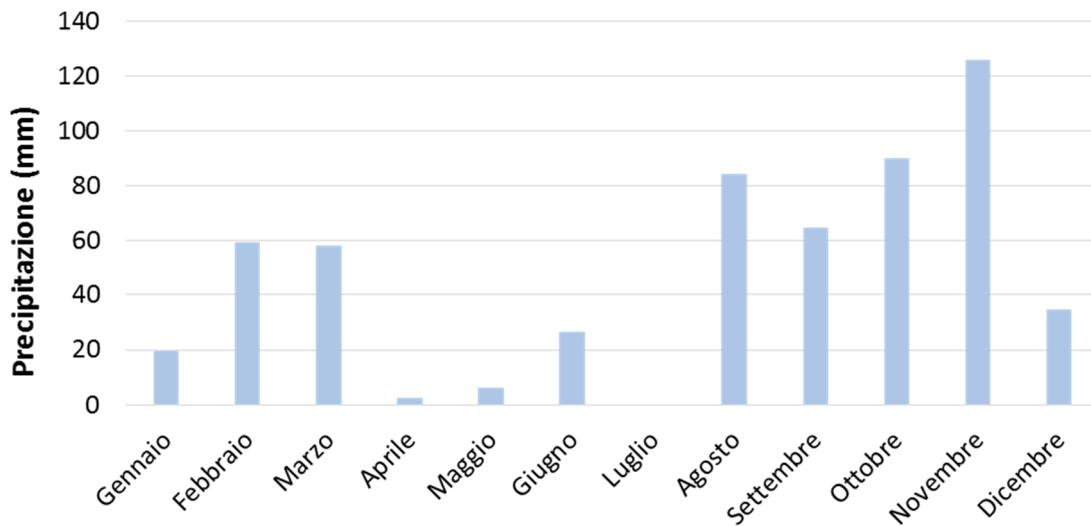


Figura 8. Valori mensili della precipitazione cumulata per l'anno 2016 in corrispondenza della sorgente emissiva.

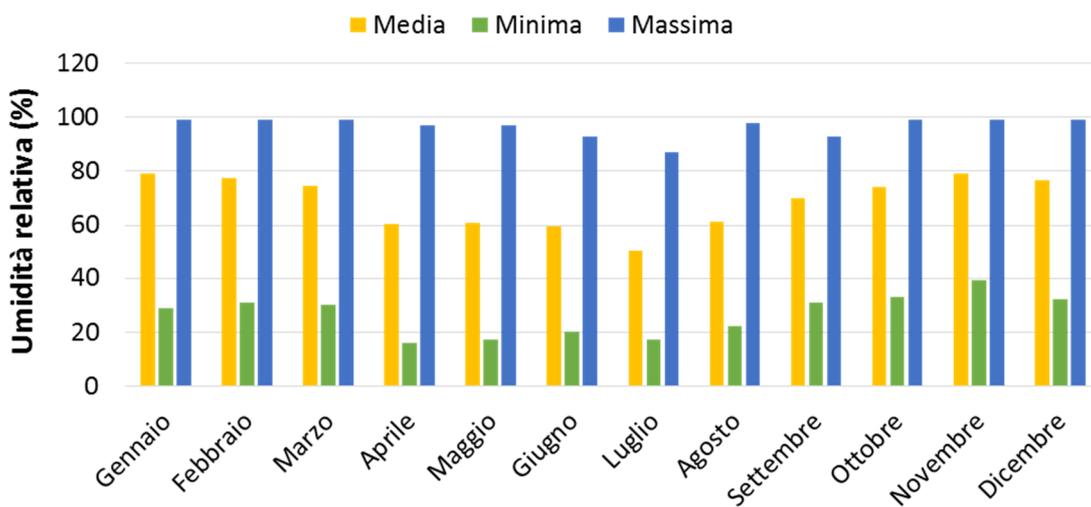


Figura 9. Valori mensili per l'umidità relativa media, minima e massima per l'anno 2016 in corrispondenza della sorgente emissiva.

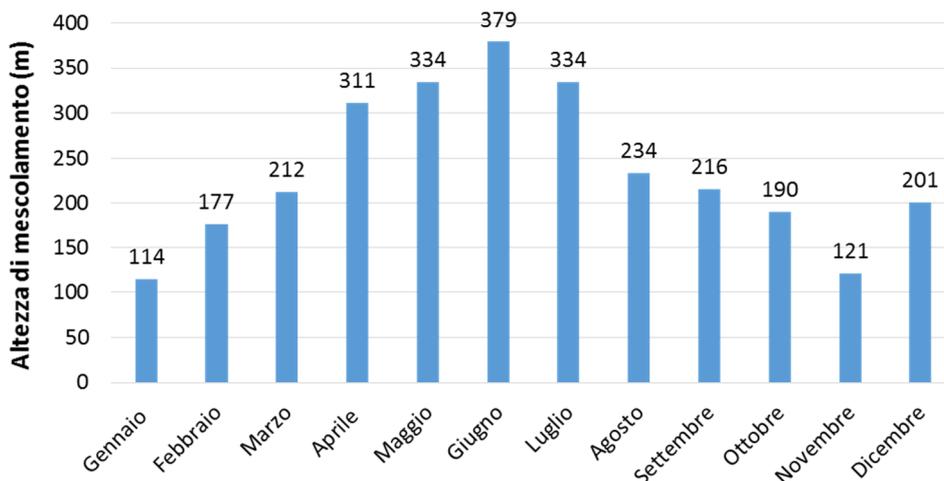


Figura 10. Valori mensili delle mediane dell'altezza di mescolamento per l'anno 2016 in corrispondenza della sorgente emissiva.

5.2 Caratteristiche geometriche ed emissive della sorgente simulata

In Tabella 4 vengono riportate le caratteristiche geometriche ed emissive della sorgente simulata per lo scenario di pool fire e calcolate secondo quanto descritto nei paragrafi 4.1 e 4.2.

Tali caratteristiche geometriche ed emissive della sorgente puntuale simulata per lo scenario di pool fire insieme ai dati meteorologici ricostruiti dal modello CALMET rappresentano i dati di input per la simulazione della dispersione dei contaminanti in atmosfera effettuata tramite Calpuff, i cui risultati sono discussi nel paragrafo 5.3.

Tabella 4. Caratteristiche geometriche ed emissive della sorgente simulata per lo scenario di pool fire

| Parametro sorgente | Valore |
|--|---------------|
| Superficie del pool fire (m ²) | 102 |
| Diametro equivalente (m) | 11.4 |
| Durata del pool fire (h) | 1 |
| Lunghezza della fiamma (m) | 14.8 |
| Angolo di tilt della fiamma (°) | 44.2 |
| Rateo di combustione del greggio (kg/s) | 5.2 |
| Temperatura della fiamma (°C) | 960 |
| rateo emissivo PM ₁₀ (g/s) | 782.021 |
| rateo emissivo CO (g/s) | 469.213 |
| rateo emissivo SO ₂ (g/s) | 12.512 |
| rateo emissivo NO _x (g/s) | 10.166 |
| rateo emissivo benzene (g/s) | 1.309 |
| rateo emissivo benzo(a)pirene (g/s) | 0.005 |

5.3 Dispersione degli inquinanti in atmosfera

Il numero di simulazioni effettuate con Calpuff è stato di 8784. In termini modellistici, non conoscendo l'ora del verificarsi dell'incendio, è stato simulato un possibile innesco in tutte le ore dell'anno meteorologico a disposizione (anno 2016). Per ogni simulazione la durata del pool fire è stata ipotizzata essere di 1 ora. Il modello ha prodotto in uscita il valore della concentrazione al suolo della sostanza inquinante considerata per ognuna delle 8784 simulazioni e in ogni punto della griglia di calcolo. Successivamente, i dati sono stati rielaborati per il calcolo della massima concentrazione (100-mo percentile orario) per ogni punto della griglia. I risultati delle simulazioni, mostrati nelle tavole in Allegato 2, riportano le curve di isoconcentrazione dei valori orari massimi così calcolati (curva del 100-mo percentile) per ogni punto della griglia. Come è lecito aspettarsi, si

notano concentrazioni molto elevate per tutti gli inquinanti esaminati in corrispondenza della sorgente emissiva, i quali però si riducono drasticamente dopo poche centinaia di metri. Il punto di massima ricaduta degli inquinanti risulta, invece, collocato in un quartiere circoscritto dell'abitato di Ragusa così come osservabile dalle mappe di isoconcentrazione riportate in Allegato 2.

Per un'analisi accurata dei risultati ottenuti è importante confrontare i livelli delle ricadute risultanti con i valori limite per la qualità dell'aria previsti dal D.lgs. 155/2010 per i diversi inquinanti.

In Figura 11, si riporta la mappa di alcuni ricettori discreti selezionati e corrispondenti ad elementi sensibili quali edifici, fabbricati di aziende agricole e punti di centri urbani uniformemente distribuiti nell'area di studio. Nelle Tabelle A1 – A2 in Allegato 1, si riportano le coordinate UTM dei ricettori selezionati.

In Tabella 5 - 6, per ognuno dei ricettori discreti selezionati, i valori massimi orari (100-mo percentile) sono stati mediati in considerazione dei pertinenti periodi di mediazione applicabili secondo quanto prescritto da normativa e confrontati con i limiti di normativa. In Tabella 5 sono riportati i confronti per i ricettori discreti isolati; in Tabella 6 tale confronto viene, invece, effettuato per i ricettori ricadenti in aggregati urbani.

In particolare le massime medie giornaliere del parametro polveri sono state confrontate con i limiti fissati dal DLgs 155/2010 per il parametro PM₁₀ in termini di medie giornaliere pari a 50 µg/m³ da non superarsi più di 35 volte per anno civile.

I massimi orari e giornalieri di NO_x e SO₂ sono stati confrontati rispettivamente con i valori limite orari (NO₂: 200 µg/m³; SO₂: 350 µg/m³) e, cautelativamente, con i valori



obiettivo in termini di medie annuali fissati per la salvaguardia della vegetazione e degli ecosistemi (NO_2 : $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$; SO_2 : $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

I massimi orari di CO sono stati cautelativamente confrontati con il valore limite fissato in termini di massime medie giornaliere sulle 8 ore ($10 \text{ mg}/\text{m}^3 = 10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

I massimi giornalieri di Benzene e Benzo(a)pirene sono stati cautelativamente confrontati con i valori limite ed obiettivo fissati in termini di medie annue (Benzene: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$; Benzo(a)pirene: $0,001 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

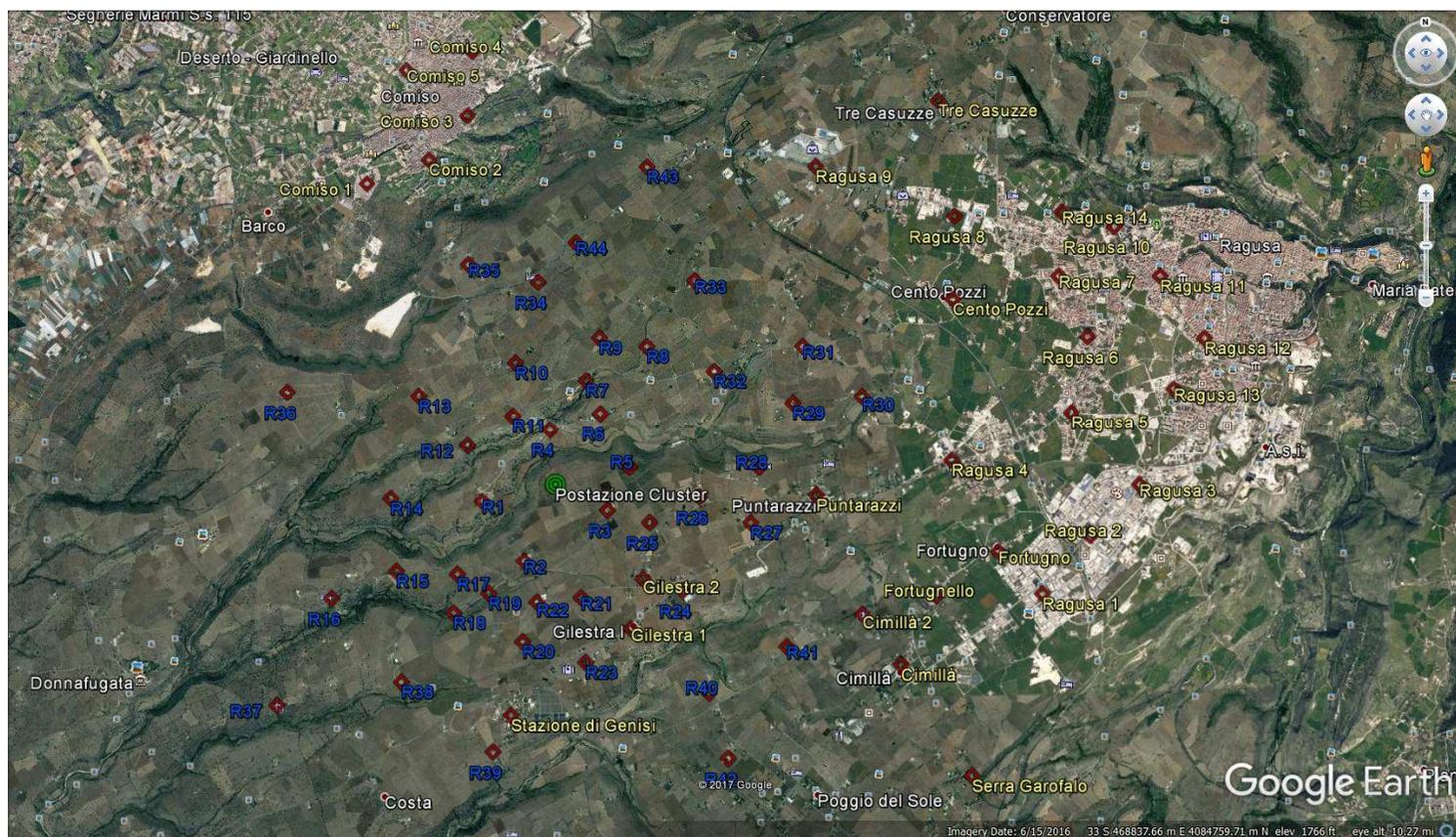


Figura 11. Mappa dei ricettori discreti selezionati.

Tabella 5. Massime concentrazioni simulate mediate secondo i periodi di mediazione di riferimento del D.Lgs. 155/2010 per ricettori isolati ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| Ricettore | Polveri | | CO | | NO _x | | SO ₂ | | Benzene | Benzo(a)pirene |
|--|-------------------------|--|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------------------|---------|----------------|
| | 24 h | 1 h | 1 h | 24 h | 1 h | 24 h | 24 h | 24 h | 24 h | |
| R1 | 23.24 | 334.60 | 7.25 | 0.30 | 8.92 | 0.37 | 0.039 | 0.00015 | | |
| R2 | 27.79 | 400.20 | 8.67 | 0.36 | 10.67 | 0.44 | 0.047 | 0.00019 | | |
| R3 | 45.30 | 652.35 | 14.13 | 0.59 | 17.40 | 0.72 | 0.076 | 0.00030 | | |
| R4 | 30.98 | 446.14 | 9.67 | 0.40 | 11.90 | 0.50 | 0.052 | 0.00021 | | |
| R5 | 43.55 | 627.19 | 13.59 | 0.57 | 16.73 | 0.70 | 0.073 | 0.00029 | | |
| R6 | 39.01 | 561.75 | 12.17 | 0.51 | 14.98 | 0.62 | 0.065 | 0.00026 | | |
| R7 | 25.86 | 372.32 | 8.07 | 0.34 | 9.93 | 0.41 | 0.043 | 0.00017 | | |
| R8 | 45.31 | 652.46 | 14.14 | 0.59 | 17.40 | 0.72 | 0.076 | 0.00030 | | |
| R9 | 19.24 | 277.07 | 6.00 | 0.25 | 7.39 | 0.31 | 0.032 | 0.00013 | | |
| R10 | 20.59 | 296.51 | 6.42 | 0.27 | 7.91 | 0.33 | 0.034 | 0.00014 | | |
| R11 | 23.95 | 344.90 | 7.47 | 0.31 | 9.20 | 0.38 | 0.040 | 0.00016 | | |
| R12 | 24.06 | 346.49 | 7.51 | 0.31 | 9.24 | 0.38 | 0.040 | 0.00016 | | |
| R13 | 19.85 | 285.84 | 6.19 | 0.26 | 7.62 | 0.32 | 0.033 | 0.00013 | | |
| R14 | 10.98 | 158.15 | 3.43 | 0.14 | 4.22 | 0.18 | 0.018 | 0.00007 | | |
| R15 | 14.46 | 208.26 | 4.51 | 0.19 | 5.55 | 0.23 | 0.024 | 0.00010 | | |
| R16 | 9.89 | 142.38 | 3.08 | 0.13 | 3.80 | 0.16 | 0.017 | 0.00007 | | |
| R17 | 22.11 | 318.37 | 6.90 | 0.29 | 8.49 | 0.35 | 0.037 | 0.00015 | | |
| R18 | 18.81 | 270.87 | 5.87 | 0.24 | 7.22 | 0.30 | 0.031 | 0.00013 | | |
| R19 | 18.65 | 268.55 | 5.82 | 0.24 | 7.16 | 0.30 | 0.031 | 0.00012 | | |
| R20 | 16.58 | 238.82 | 5.17 | 0.22 | 6.37 | 0.27 | 0.028 | 0.00011 | | |
| R21 | 21.39 | 307.98 | 6.67 | 0.28 | 8.21 | 0.34 | 0.036 | 0.00014 | | |
| R22 | 23.30 | 335.56 | 7.27 | 0.30 | 8.95 | 0.37 | 0.039 | 0.00016 | | |
| R23 | 18.87 | 271.76 | 5.89 | 0.25 | 7.25 | 0.30 | 0.032 | 0.00013 | | |
| R24 | 18.19 | 261.99 | 5.68 | 0.24 | 6.99 | 0.29 | 0.030 | 0.00012 | | |
| R25 | 41.72 | 600.75 | 13.02 | 0.54 | 16.02 | 0.67 | 0.070 | 0.00028 | | |
| R26 | 33.66 | 484.73 | 10.50 | 0.44 | 12.93 | 0.54 | 0.056 | 0.00022 | | |
| Limite di legge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) D.Lgs. 155/2010 | 50 Media giornaliera | 10000 Massima media giornaliera sulle 8 h | 200 Media oraria | 30 Media annuale* | 350 Media oraria | 20 Media annuale* | 5 Media annuale | 0.001 Media annuale | | |

* Livelli critici per la protezione della vegetazione

Tabella 5. (Continua).

| Ricettore | Polveri | CO | NO _x | | SO ₂ | | Benzene | Benzo(a)pirene |
|---|-------------------------|--|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------------------------|
| | 24 h | 1 h | 1 h | 24 h | 1 h | 24 h | 24 h | 24 h |
| R27 | 27.07 | 389.74 | 8.44 | 0.35 | 10.39 | 0.43 | 0.045 | 0.00018 |
| R28 | 35.09 | 505.28 | 10.95 | 0.46 | 13.47 | 0.56 | 0.059 | 0.00023 |
| R29 | 34.78 | 500.85 | 10.85 | 0.45 | 13.36 | 0.56 | 0.058 | 0.00023 |
| R30 | 34.53 | 497.21 | 10.77 | 0.45 | 13.26 | 0.55 | 0.058 | 0.00023 |
| R31 | 27.28 | 392.78 | 8.51 | 0.35 | 10.47 | 0.44 | 0.046 | 0.00018 |
| R32 | 37.43 | 539.03 | 11.68 | 0.49 | 14.37 | 0.60 | 0.063 | 0.00025 |
| R33 | 36.98 | 532.58 | 11.54 | 0.48 | 14.20 | 0.59 | 0.062 | 0.00025 |
| R34 | 25.65 | 369.29 | 8.00 | 0.33 | 9.85 | 0.41 | 0.043 | 0.00017 |
| R35 | 17.84 | 256.95 | 5.57 | 0.23 | 6.85 | 0.29 | 0.030 | 0.00012 |
| R36 | 9.52 | 137.10 | 2.97 | 0.12 | 3.66 | 0.15 | 0.016 | 0.00006 |
| R37 | 6.41 | 92.36 | 2.00 | 0.08 | 2.46 | 0.10 | 0.011 | 0.00004 |
| R38 | 15.23 | 219.26 | 4.75 | 0.20 | 5.85 | 0.24 | 0.025 | 0.00010 |
| R39 | 12.08 | 173.88 | 3.77 | 0.16 | 4.64 | 0.19 | 0.020 | 0.00008 |
| R40 | 17.44 | 251.14 | 5.44 | 0.23 | 6.70 | 0.28 | 0.029 | 0.00012 |
| R41 | 22.26 | 320.56 | 6.95 | 0.29 | 8.55 | 0.36 | 0.037 | 0.00015 |
| R42 | 15.71 | 226.19 | 4.90 | 0.20 | 6.03 | 0.25 | 0.026 | 0.00010 |
| R43 | 21.53 | 310.06 | 6.72 | 0.28 | 8.27 | 0.34 | 0.036 | 0.00014 |
| R44 | 22.05 | 317.52 | 6.88 | 0.29 | 8.47 | 0.35 | 0.037 | 0.00015 |
| Limite di legge (µg/m ³) D.Lgs. 155/2010 | 50 Media giornaliera | 10000 Massima media giornaliera sulle 8 h | 200 Media oraria | 30 Media annuale* | 350 Media oraria | 20 Media annuale* | 5 Media annuale | 0.001 Media annuale |

* *Livelli critici per la protezione della vegetazione*

Tabella 6. Massime concentrazioni simulate mediate secondo i periodi di mediazione di riferimento del D.Lgs. 155/2010 per ricettori posizionati in aggregati urbani ($\mu\text{g}/\text{m}^3$).

| Ricettore | Polveri | | CO | | NO _x | | SO ₂ | | Benzen e | Benzo(a)piren e |
|--|--------------------------------|--|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------|------------------------|-------------|--------------------|
| | 24 h | 1 h | 1 h | 24 h | 1 h | 24 h | 24 h | 24 h | | |
| Periodo di mediazione | 24 h | 1 h | 1 h | 24 h | 1 h | 24 h | 24 h | 24 h | | |
| Ragusa 1 | 19.92 | 286.86 | 6.22 | 0.26 | 7.65 | 0.32 | 0.033 | 0.00013 | | |
| Ragusa 2 | 22.00 | 316.79 | 6.86 | 0.29 | 8.45 | 0.35 | 0.037 | 0.00015 | | |
| Ragusa 3 | 18.19 | 261.92 | 5.67 | 0.24 | 6.98 | 0.29 | 0.030 | 0.00012 | | |
| Ragusa 4 | 22.77 | 327.94 | 7.11 | 0.30 | 8.75 | 0.36 | 0.038 | 0.00015 | | |
| Ragusa 5 | 29.35 | 422.70 | 9.16 | 0.38 | 11.27 | 0.47 | 0.049 | 0.00020 | | |
| Ragusa 6 | 32.45 | 467.33 | 10.13 | 0.42 | 12.46 | 0.52 | 0.054 | 0.00022 | | |
| Ragusa 7 | 29.59 | 426.11 | 9.23 | 0.38 | 11.36 | 0.47 | 0.050 | 0.00020 | | |
| Ragusa 8 | 39.45 | 568.01 | 12.31 | 0.51 | 15.15 | 0.63 | 0.066 | 0.00026 | | |
| Ragusa 9 | 20.37 | 293.27 | 6.35 | 0.26 | 7.82 | 0.33 | 0.034 | 0.00014 | | |
| Ragusa 10 | 46.58 | 670.69 | 14.53 | 0.61 | 17.89 | 0.75 | 0.078 | 0.00031 | | |
| Ragusa 11 | 26.99 | 388.61 | 8.42 | 0.35 | 10.36 | 0.43 | 0.045 | 0.00018 | | |
| Ragusa 12 | 19.46 | 280.26 | 6.07 | 0.25 | 7.47 | 0.31 | 0.033 | 0.00013 | | |
| Ragusa 13 | 24.27 | 349.52 | 7.57 | 0.32 | 9.32 | 0.39 | 0.041 | 0.00016 | | |
| Ragusa 14 | 66.49 | 957.53 | 20.75 | 0.86 | 25.53 | 1.06 | 0.111 | 0.00044 | | |
| Gilestra 1 | 12.11 | 174.35 | 3.78 | 0.16 | 4.65 | 0.19 | 0.020 | 0.00008 | | |
| Gilestra 2 | 25.91 | 373.17 | 8.09 | 0.34 | 9.95 | 0.41 | 0.043 | 0.00017 | | |
| Puntarazzi | 26.49 | 381.49 | 8.27 | 0.34 | 10.17 | 0.42 | 0.044 | 0.00018 | | |
| Camillà | 34.84 | 501.68 | 10.87 | 0.45 | 13.38 | 0.56 | 0.058 | 0.00023 | | |
| Camillà 2 | 35.92 | 517.24 | 11.21 | 0.47 | 13.79 | 0.57 | 0.060 | 0.00024 | | |
| Fortugnello | 26.68 | 384.23 | 8.32 | 0.35 | 10.25 | 0.43 | 0.045 | 0.00018 | | |
| Fortugno | 30.27 | 435.90 | 9.44 | 0.39 | 11.62 | 0.48 | 0.051 | 0.00020 | | |
| Tre Casuzze | 35.01 | 504.11 | 10.92 | 0.46 | 13.44 | 0.56 | 0.059 | 0.00023 | | |
| Cento Pozzi | 31.59 | 454.84 | 9.85 | 0.41 | 12.13 | 0.51 | 0.053 | 0.00021 | | |
| Stazione di Genisi | 17.46 | 251.41 | 5.45 | 0.23 | 6.70 | 0.28 | 0.029 | 0.00012 | | |
| Serra Garofalo | 15.76 | 226.90 | 4.92 | 0.20 | 6.05 | 0.25 | 0.026 | 0.00011 | | |
| Limite di legge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) D.Lgs. 155/2010 | 50 Media giornalier a | 10000 Massima media giornalier a sulle 8 h | 200 Medi a oraria | 30 Media annuale * | 350 Medi a oraria | 20 Media annuale * | 5 Media annuale | 0.001 Media annuale | | |

* Livelli critici per la protezione della vegetazione

Tabella 6. (Continua).

| Ricettore | Polveri | CO | NO_x | | SO₂ | | Benzene | Benzo(a)pirene |
|---|----------------------------|---|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Periodo di mediazione | 24 h | 1 h | 1 h | 24 h | 1 h | 24 h | 24 h | 24 h |
| Comiso 1 | 5.56 | 80.00 | 1.73 | 0.07 | 2.13 | 0.09 | 0.009 | 0.00004 |
| Comiso 2 | 15.98 | 230.13 | 4.99 | 0.21 | 6.14 | 0.26 | 0.027 | 0.00011 |
| Comiso 3 | 14.58 | 209.89 | 4.55 | 0.19 | 5.60 | 0.23 | 0.024 | 0.00010 |
| Comiso 4 | 6.31 | 90.86 | 1.97 | 0.08 | 2.42 | 0.10 | 0.011 | 0.00004 |
| Comiso 5 | 7.64 | 109.98 | 2.38 | 0.10 | 2.93 | 0.12 | 0.013 | 0.00005 |
| Limite di legge ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) D.Lgs. 155/2010 | 50 Media giornaliera | 10000 Massima media giornaliera sulle 8 h | 200 Media oraria | 30 Media annuale* | 350 Media oraria | 20 Media annuale* | 5 Media annuale | 0.001 Media annuale |

* *Livelli critici per la protezione della vegetazione*

Come già accennato, il punto di massima ricaduta degli inquinanti è localizzato nel centro urbano di Ragusa (ricettore Ragusa 14 in Tabella 6) ed in tale punto si è ottenuta la massima concentrazione di ricaduta per tutti gli inquinanti investigati. Tuttavia soltanto il valore di PM₁₀ ($66.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) è risultato di poco superiore al limite di normativa ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La normativa, inoltre, permette 35 superamenti per tale parametro in un anno. Tutti gli altri contaminanti mostrano concentrazioni ben al di sotto dei limiti di normativa. Valori alti, anche se inferiori al limite di normativa, si sono registrati sempre per il parametro PM₁₀ nei ricettori più vicini alla sorgente emissiva e distanti da questa circa 500 – 900 m (ricettori R1, R2, R3, R4, R5 in Tabella 5 e Figura 11).

E' bene infine evidenziare che i valori riportati nelle Tabelle 5 – 6 e nelle mappe di isoconcentrazione nell'Allegato 2, rappresentano la previsione stocastica dei contributi massimi che l'evento incidentale è potenzialmente in grado di comportare nell'area in esame. Inoltre, la simulazione di incendio descritta è riferita a scenari molto più gravi di

quelli che si possono effettivamente verificare tenendo conto dell'utilizzo dei sistemi di sicurezza previsti da Irminio s.r.l.

6. CONCLUSIONI

Utilizzando un approccio stocastico il presente studio ha valutato, attraverso il software modellistico CALPUFF utilizzato per la simulazione della dispersione degli inquinanti in atmosfera, e con riferimento alle caratteristiche meteorologiche dell'anno 2016, le potenziali modifiche della qualità dell'aria a seguito del verificarsi di uno scenario di incendio in corrispondenza della postazione pozzo "Case La Rocca".

Lo scenario di incendio simulato è stato quello di pool fire per rilascio liquido da serbatoio di stoccaggio ritenuto, in base all'analisi degli scenari incidentali previsionali condotta da Irminio s.r.l., la più probabile causa di incidente che si possa verificare durante le fasi di perforazione e prove di spurgo e accertamento minerario dei pozzi esplorativi situati in Contrada Carnesala.

Le elaborazioni hanno riguardato la dispersione in atmosfera dei contaminanti PM₁₀, CO, NO_x, SO₂, benzene e benzo(a)pirene. Il numero di simulazioni effettuate con Calpuff è stato di 8784, supponendo che l'innesco dell'incendio possa verificarsi in ognuna delle 8784 ore dell'anno 2016. I massimi percentili delle concentrazioni al suolo ottenute per l'intera area di studio sono stati confrontati con i valori di riferimento ambientale fissati dalla normativa di settore (Decreto Legislativo 155/2010) tenendo in considerazione i pertinenti periodi di mediazione applicabili.

Le concentrazioni di tutti i contaminanti investigati è risultata ben al di sotto dei limiti di normativa, eccetto per il parametro PM₁₀ per il quale il limite di normativa è stato di poco



superato in un punto localizzato nel centro di Ragusa. Tuttavia è bene considerare che lo scenario di incendio simulato fa riferimento a condizioni estreme e ben più gravi di quelle che potrebbero realmente verificarsi tenendo conto dell'utilizzo dei sistemi di sicurezza previsti da Irminio s.r.l.

Quindi, in conclusione, si può affermare che le eventuali modifiche della qualità dell'aria dovute ad uno scenario di incendio sarebbero in ogni caso di entità limitata, temporanee, circoscritte al medesimo giorno di accadimento dell'evento incidentale e completamente reversibili al termine dell'evento.

In base ai dati disponibili, gli scenari ipotizzati, le simulazioni effettuate e in riferimento ai valori limite per la qualità dell'aria previsti dal D.Lgs. 155/2010 si può affermare che le eventuali ricadute di contaminanti in caso di incendio non producono effetti che possano comportare danni irreversibili a persone, cose, fauna, flora e alle diverse componenti ambientali presenti nel territorio.

BIBLIOGRAFIA

- Argyropoulos, C.D., Sideris, G.M., Christolis, M.N., Nivolianitou, Z., Markatos, N.C., 2010. Modelling pollutants dispersion and plume rise from large hydrocarbon tank fires in neutrally stratified atmosphere. *Atmospheric Environment* 44, 803-813.
- Arpa Sicilia, 2014. La dispersione di contaminanti a seguito dell'incendio della discarica di Bellolampo a Palermo. Contributo alla XII Conferenza del sistema nazionale per la protezione dell'ambiente. Bologna, 20-21 marzo 2014.
- Booher, L.E., Janke, B., 1997. Air emissions from petroleum hydrocarbon fires during controlled burning. *American Industrial Hygiene Association Journal* 58, 359-365.
- Carrales M., Martin R.W., 1975. Sulfur content of crude oils. U.S. Bureau of Mines. Information Circular 8676 of the United States Department of the Interior.
- Decreto Legislativo 13 agosto 2010, n.155. "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa".
- Evans, D.D., 1991a. Combustion of Oil Spills on Water (OCS Study MMS 88-0057). Environment Canada, Reston, VA. 169-179
- Evans, D.D., Mulholland, G.W., Lawson, J.R., Tennyson, E.J., 1991b. Burning of oil spills. In: *Proceedings of the 1991 Oilspill Conference*. American Petroleum Institute, Washington, D.C., pp. 677-680.
- Evans, D.D., Mulholland, G.W., Baum, H.R., Walton, W.D., McGrattan, K.B., 2001. In situ burning of oil spills. *Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology* 106, 231-278.
- Hardy R., 2014. Incident model update for oil train emergencies. *Proceedings to the NW-AIRQUEST June 2014 Meeting - EPA Region 10 - Idaho DEQ, June 18-20, 2014.*
- Planas-Cuchi E., Casal J., 1998. Flame temperature distribution in a pool-fire. *Journal of*

hazardous Material, 62, 231-241.

Rew P.J., Hulbert W.G., 1996. Development of pool fire thermal radiation model. HSE contract research report No. 96/1996. ISBN 0 7176 1084 5.

Scire, J.S., F.R. Robe, M.E. Fernau, and R.J. Yamartino, 2000. A User's Guide for the CALMET Meteorological Model. Earth Tech, Inc., Concord, MA.

Scire J.S., D.G. Strimaitis, R.J. Yamartino, 2001. A user's guide for the CALPUFF dispersion model, Earth Tech, Concord, MA.

TNO, 2005. Yellow book, CPR14E 2nd Edition- Methods for the calculation of physical effects due to releases of hazardous materials (liquids and gases). The Netherlands Organization of Applied Scientific Research. Editors: C.J.H. van den Bosch, R.A.P.M. Weterings.

USEPA, 1999. Nitrogen Oxides (NO_x), Why and how they are controlled. Technical bulletin. EPA-456/F-99-006R

USEPA, 2000. Compilation of air pollution emission factors. Fifth Edition, Volume I Chapter 3: Stationary Internal Combustion Sources.

USEPA, 2005. 40 CFR Part 51 Appendix W – Guideline on air quality mod.

Walton, W.D., Twilley, W.H., Putorti, A.D., Hiltabrand, R.R., 1995. Smoke measurements using an advanced helicopter transported sampling package with radio telemetry. In: Proceedings of the 18th Arctic and Marine Oilspill Program Technical Seminar. Environment Canada, Ottawa, Ontario, pp. 1053-1074.

ALLEGATO 1

Coordinate UTM ricettori discreti

Tabella A1. Coordinate UTM per i ricettori isolati

| Ricettore | Coordinate UTM | |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| | Est (m) | Nord (m) |
| R1 | 465591 | 4083869 |
| R2 | 466111 | 4083108 |
| R3 | 467185 | 4083717 |
| R4 | 466471 | 4084748 |
| R5 | 467476 | 4084247 |
| R6 | 467123 | 4084936 |
| R7 | 466946 | 4085361 |
| R8 | 467732 | 4085772 |
| R9 | 467133 | 4085894 |
| R10 | 466051 | 4085609 |
| R11 | 466003 | 4084934 |
| R12 | 465415 | 4084576 |
| R13 | 464797 | 4085222 |
| R14 | 464417 | 4083930 |
| R15 | 464480 | 4083020 |
| R16 | 463639 | 4082699 |
| R17 | 465258 | 4082966 |
| R18 | 465196 | 4082482 |
| R19 | 465652 | 4082715 |
| R20 | 466078 | 4082110 |
| R21 | 466829 | 4082636 |
| R22 | 466268 | 4082594 |
| R23 | 466872 | 4081833 |
| R24 | 468118 | 4082694 |
| R25 | 467720 | 4083550 |
| R26 | 468358 | 4083851 |
| R27 | 469001 | 4083515 |
| R28 | 469127 | 4084201 |
| R29 | 469574 | 4085006 |
| R30 | 470459 | 4085066 |
| R31 | 469719 | 4085718 |
| R32 | 468586 | 4085432 |
| R33 | 468366 | 4086582 |
| R34 | 466358 | 4086624 |

Tabella A1. (Continua).

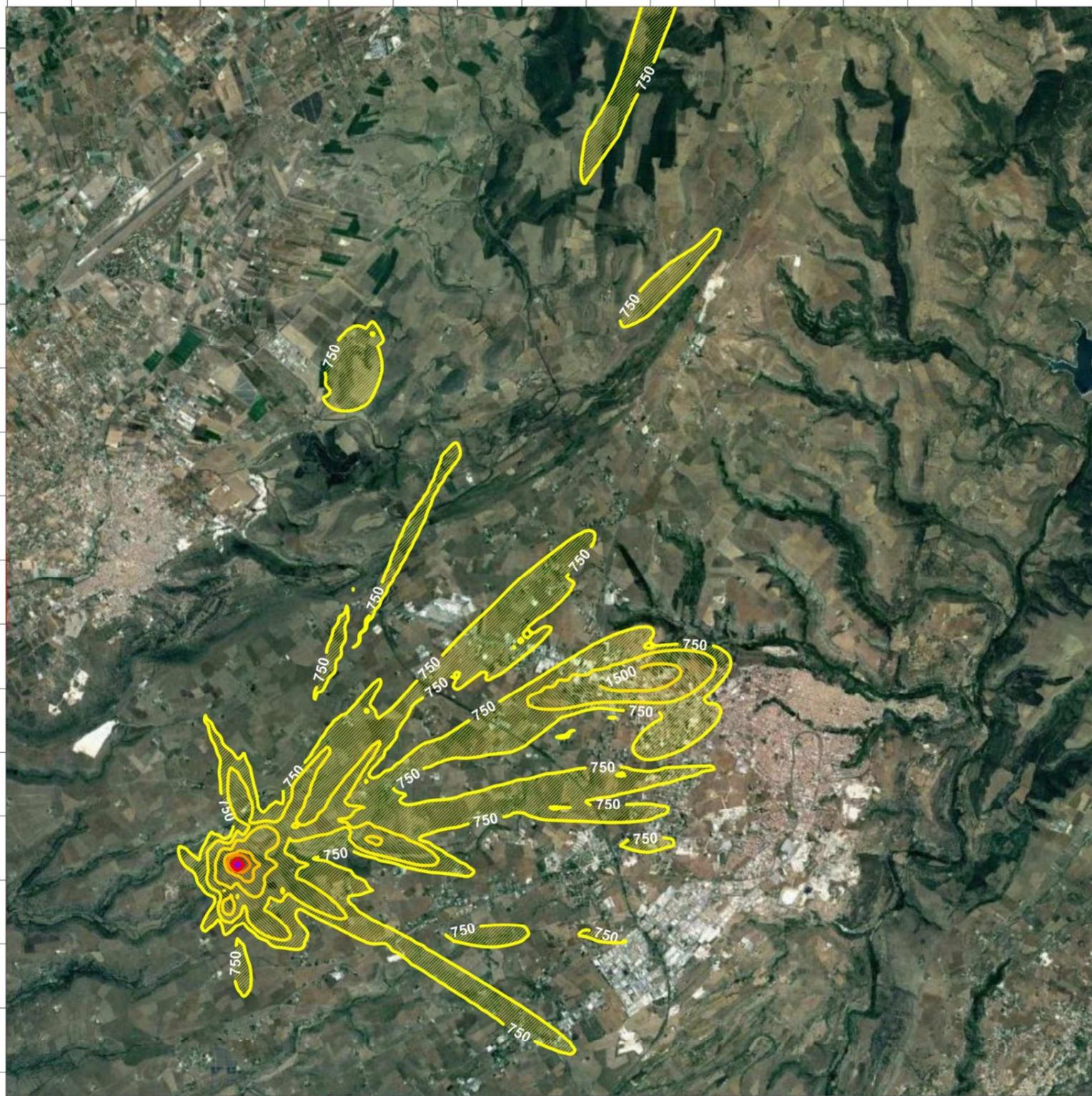
| Ricettore | Coordinate UTM | |
|------------------|-----------------------|-----------------|
| | Est (m) | Nord (m) |
| R35 | 465463 | 4086877 |
| R36 | 463099 | 4085318 |
| R37 | 462923 | 4081385 |
| R38 | 464528 | 4081643 |
| R39 | 465675 | 4080755 |
| R40 | 468423 | 4081420 |
| R41 | 469416 | 4081971 |
| R42 | 468644 | 4080615 |
| R43 | 467790 | 4088054 |
| R44 | 466855 | 4087113 |

Tabella A2. Coordinate UTM per i ricettori localizzati in aree urbane

| Ricettore | Coordinate UTM | |
|--------------------|-----------------------|-----------------|
| | Est (m) | Nord (m) |
| Ragusa 1 | 472645 | 4082549 |
| Ragusa 2 | 473275 | 4083250 |
| Ragusa 3 | 473923 | 4083867 |
| Ragusa 4 | 471565 | 4084231 |
| Ragusa 5 | 473098 | 4084795 |
| Ragusa 6 | 473341 | 4085746 |
| Ragusa 7 | 473003 | 4086521 |
| Ragusa 8 | 471701 | 4087317 |
| Ragusa 9 | 469946 | 4087995 |
| Ragusa 10 | 473733 | 4087131 |
| Ragusa 11 | 474298 | 4086491 |
| Ragusa 12 | 474840 | 4085696 |
| Ragusa 13 | 474408 | 4085061 |
| Ragusa 14 | 473078 | 4087339 |
| Gilestra 1 | 467454 | 4082234 |
| Gilestra 2 | 467620 | 4082850 |
| Puntarazzi | 469841 | 4083838 |
| Camillà | 470843 | 4081719 |
| Camillà 2 | 470381 | 4082348 |
| Fortugnello | 471318 | 4082554 |
| Fortugno | 472113 | 4083081 |
| Tre Casuzze | 471541 | 4088796 |
| Cento Pozzi | 471645 | 4086264 |
| Stazione di Genisi | 465914 | 4081204 |
| Serra Garofalo | 471681 | 4080348 |
| Comiso 1 | 464082 | 4088029 |
| Comiso 2 | 464912 | 4088306 |
| Comiso 3 | 465420 | 4088881 |
| Comiso 4 | 465491 | 4089741 |
| Comiso 5 | 464610 | 4089526 |

ALLEGATO 2

Mappe di isoconcentrazione



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti a seguito di uno scenario di pool fire

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo Calmet: Case La Rocca 2016 (Maind S.r.l.)

Inquinante: PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro: massimo orario (100-mo percentile 1h)

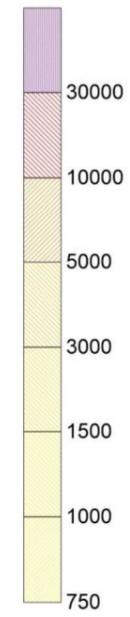
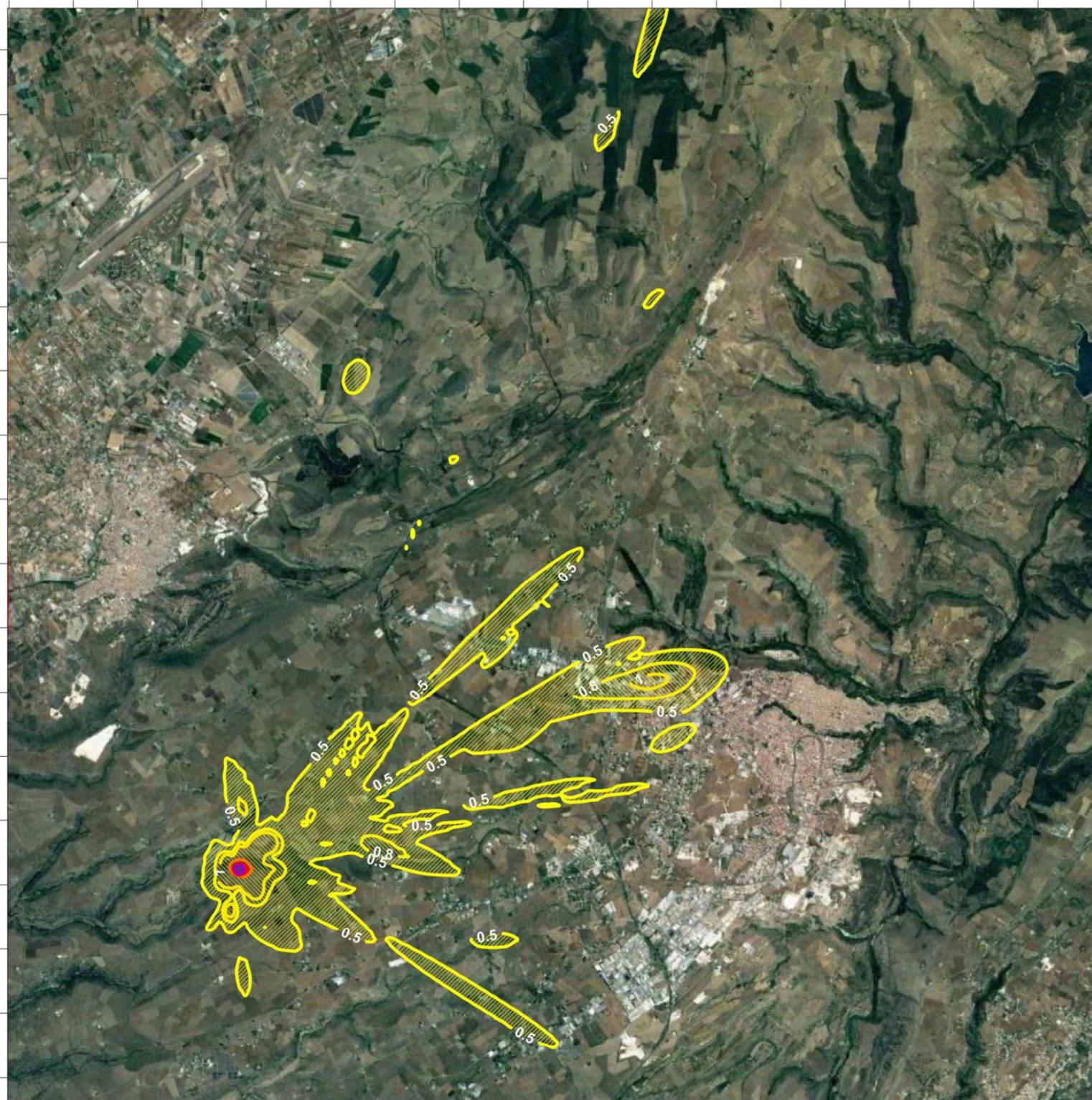


Tavola 1

0 1000 2000 3000



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti a seguito di uno scenario di pool fire

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo Calmet: Case La Rocca 2016 (Maind S.r.l.)

Inquinante: CO (mg/m³)

Parametro: massimo orario (100-mo percentile 1h)

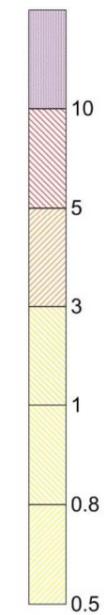
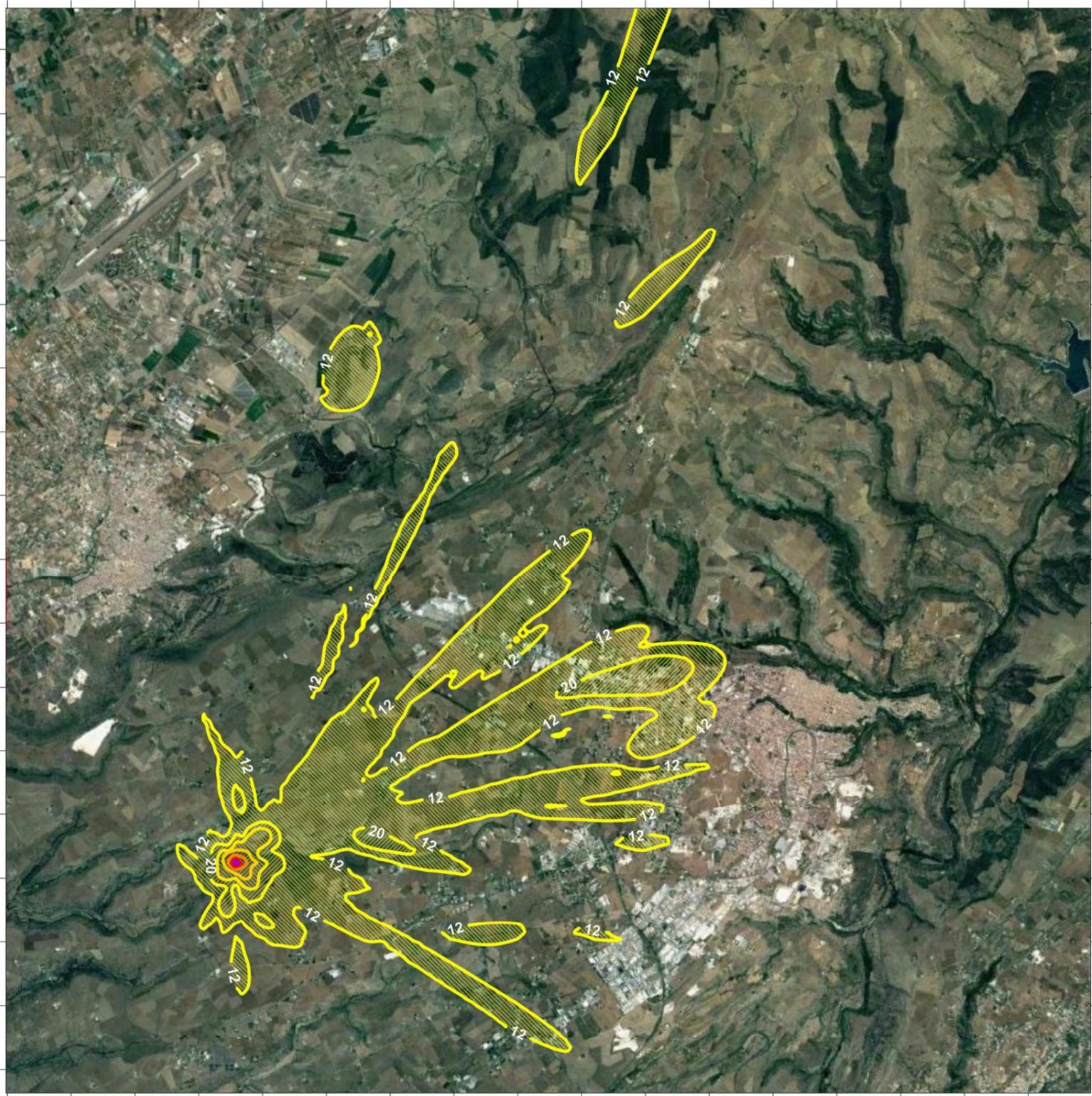


Tavola 2



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti a seguito di uno scenario di pool fire

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo Calmet: Case La Rocca 2016 (Maind S.r.l.)

Inquinante: SO₂ (µg/m³)

Parametro: massimo orario (100-mo percentile 1 h)

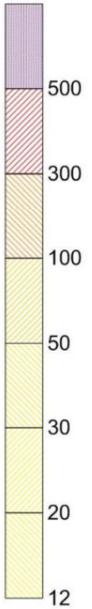
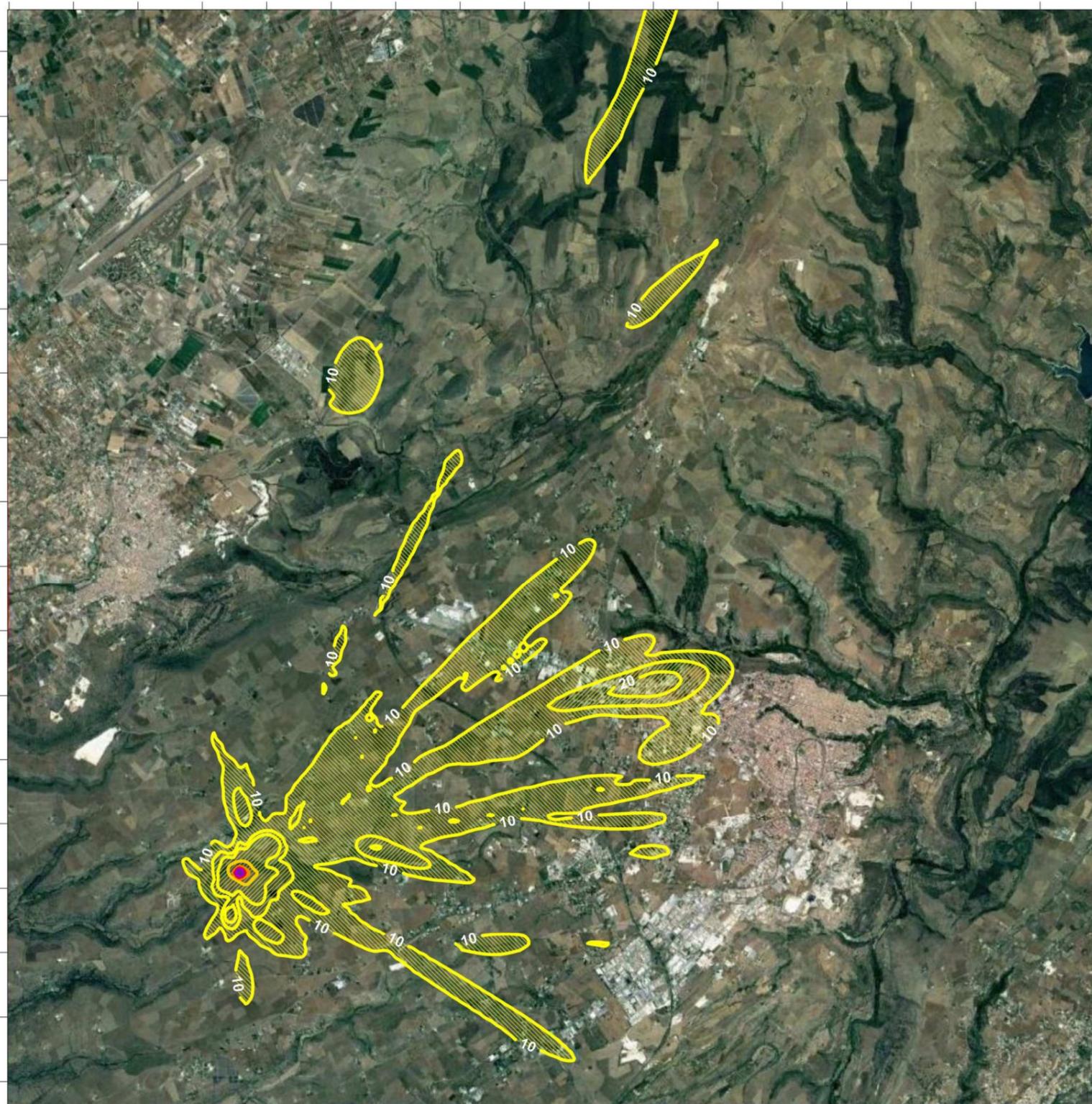


Tavola 3



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti a seguito di uno scenario di pool fire

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo Calmet: Case La Rocca 2016 (Maind S.r.l.)

Inquinante: NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro: massimo orario (100-mo percentile 1h)

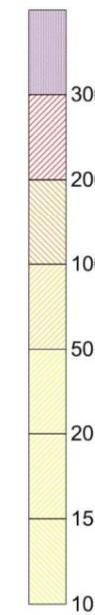
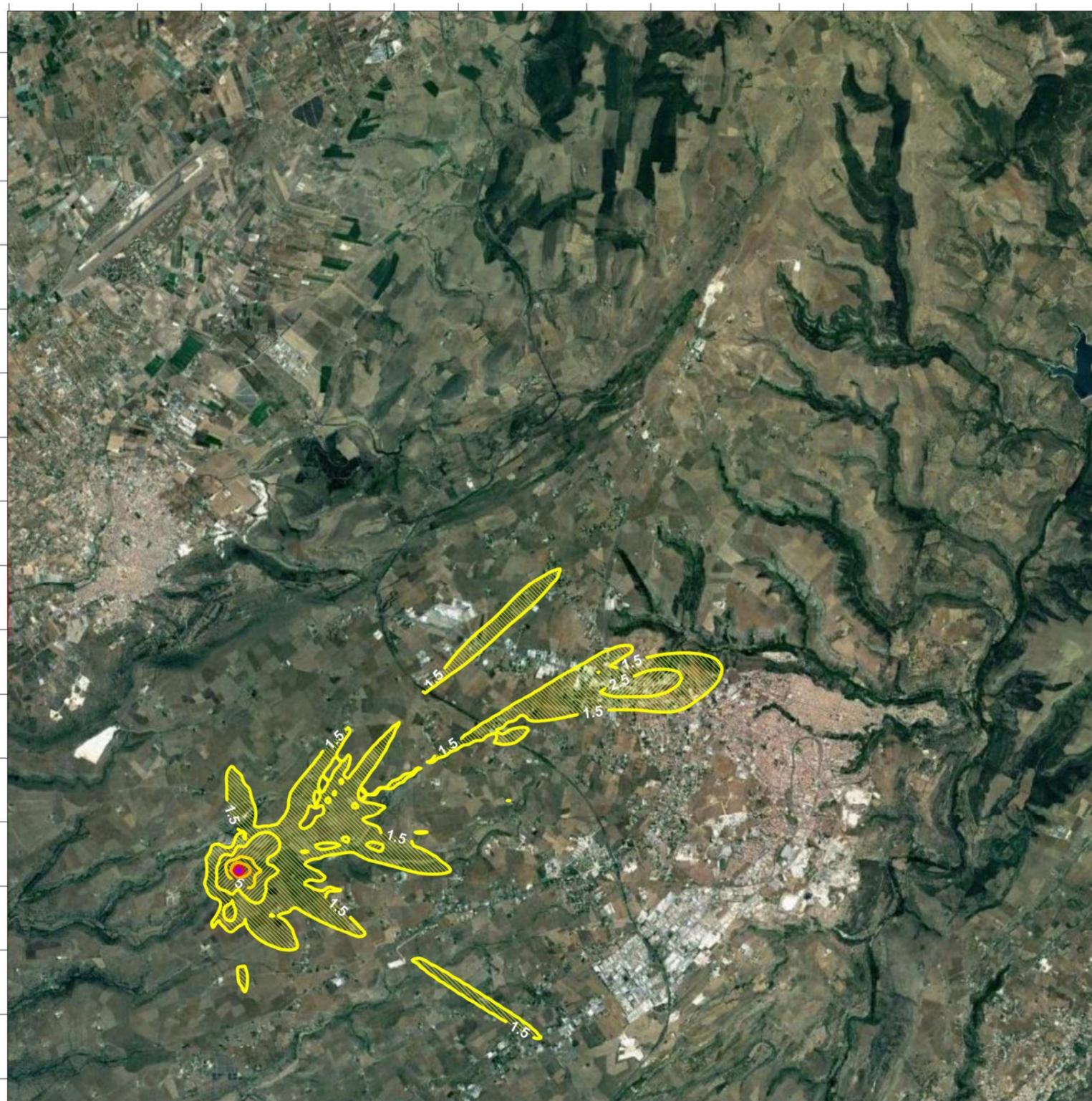


Tavola 4

0 1000 2000 3000



Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti a seguito di uno scenario di pool fire

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo Calmet: Case La Rocca 2016 (Maind S.r.l.)

Inquinante: Benzene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro: massimo orario (100-mo percentile 1h)

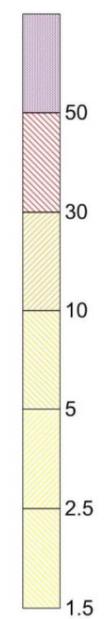
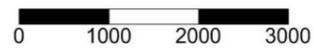
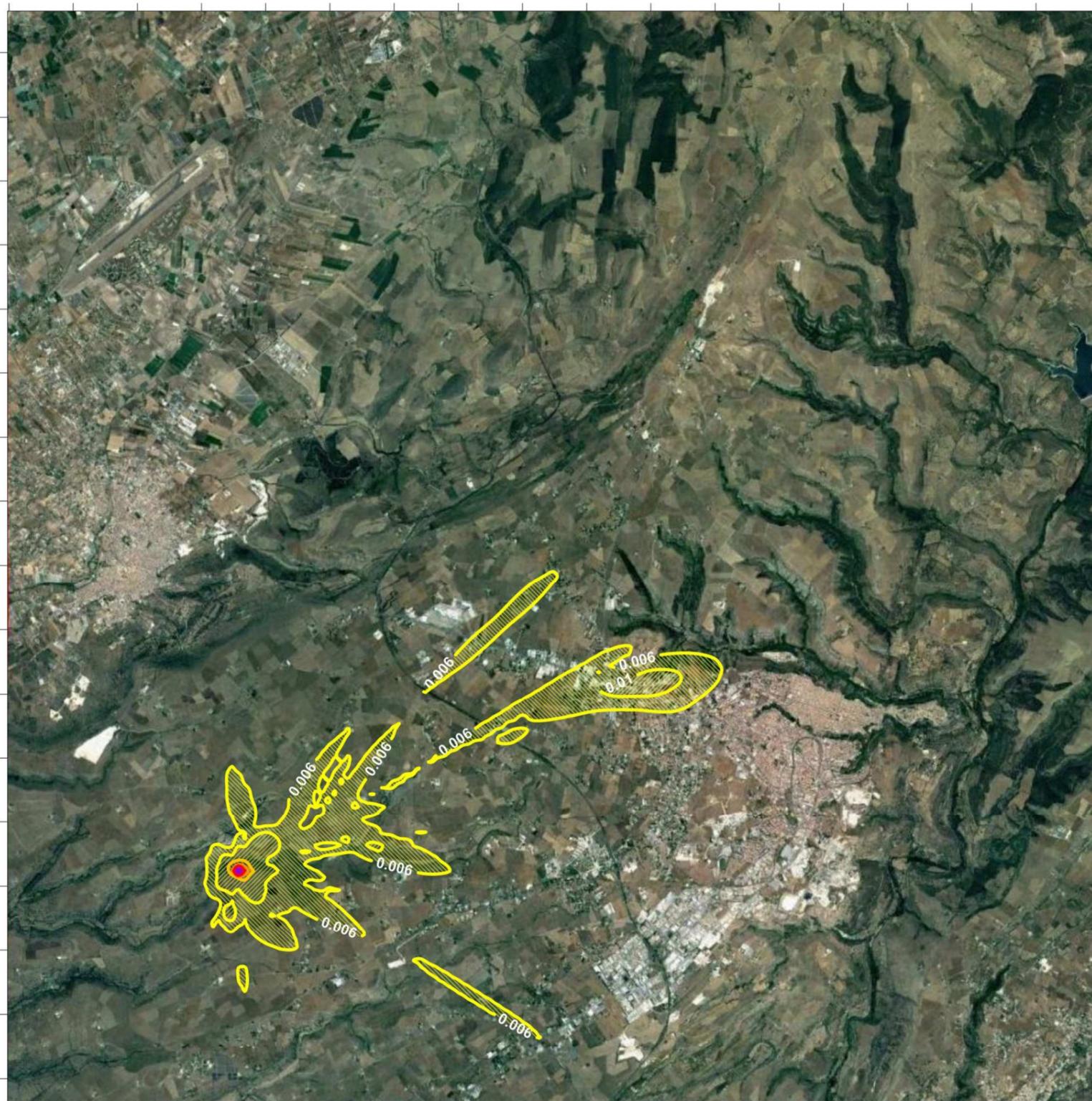


Tavola 5





Analisi degli effetti sulla qualità dell'aria delle emissioni di inquinanti a seguito di uno scenario di pool fire

Simulazione della dispersione di inquinanti atmosferici

Modello: Calpuff

Meteo Calmet: Case La Rocca 2016 (Maind S.r.l.)

Inquinante: Benzo(a)pirene ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Parametro: massimo orario (100-mo percentile 1h)

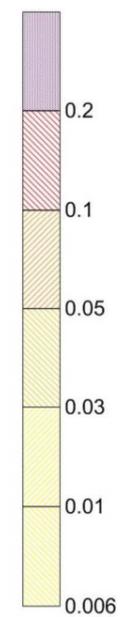


Tavola 6

0 1000 2000 3000