



ADDENDUM TECNICO

Analisi della deviazione standard della direzione del vento ($\sigma\theta$) Stazione meteorologica Laminam SpA, Borgo Val di Taro (PR)

aprile 2018 – febbraio 2019 | n = 47.959 misure a 10 minuti | 333 giorni

Origine dei dati. I dati analizzati nel presente addendum sono stati forniti direttamente da Laminam SpA al Comitato Tecnico Scientifico (CTS) istituito con DGR 768/2018, nell'ambito del procedimento di Garanzia relativo alle emissioni dello stabilimento di Borgo Val di Taro (PR). La stazione meteorologica in questione è di proprietà del proponente medesimo, installata nello stabilimento e operativa dal 2 aprile 2018. La presente elaborazione utilizza pertanto dati del **proponente stesso** come dimostrazione della sottostima sistematica della turbolenza direzionale nelle simulazioni CALPUFF presentate nello Studio VA.05 (UniPI/DICI, luglio 2018) e nel SIA.06 del procedimento VIA-PAUR in corso.

1. Il problema è orografico, non stagionale

Sin dalla prima sessione del CTS (2018–2019) — allora rappresentata da alcuni membri nell'ambito del procedimento DGR 768/2018 — è stato posto in rilievo che la sottostima della turbolenza direzionale nelle simulazioni di dispersione atmosferica per il sito di Borgo Val di Taro non fosse attribuibile a condizioni meteorologiche contingenti, bensì a una **causa strutturale e permanente: l'orografia del fondovalle del Taro**. I dati strumentali della stazione Laminam, disponibili per 333 giorni consecutivi, perché consegnati al CTS, confermano in modo inequivocabile questa tesi.

1.1 Caratteristiche orografiche del sito

Lo stabilimento Laminam si trova nel fondovalle del Taro a circa 400 m s.l.m., incassato tra versanti che raggiungono i 1.300–1.600 m s.l.m. a distanze di 2–6 km. Questo contesto impone due meccanismi fisici che le classi di stabilità di Pasquill-Gifford (PG) **non catturano**:

- **Meandering di fondovalle.** In assenza di vento sinottico prevalente, il flusso d'aria nel fondovalle è dominato da breeze termiche locali (drenaggio notturno a valle, vento anabático diurno a monte) che cambiano direzione più volte nel corso di una stessa ora, generando oscillazioni della direzione del vento (**meandering**) con ampiezze tipiche di 30–60°. Questo fenomeno produce $\sigma\theta$ elevate anche in condizioni di calma o vento debole, proprio quando le classi PG prevedono le classi più stabili (E, F) e le $\sigma\theta$ più basse (4–6°).
- **Turbolenza meccanica da orografia complessa.** La presenza di rilievi laterali genera turbolenza meccanica aggiuntiva e deflette il flusso in modo che un singolo punto di misura non sia rappresentativo del campo di vento a scala di bacino. CALMET/CALPUFF, configurati con dati orari da una singola stazione e senza parametrizzazione della turbolenza orografica, adottano classi PG che presuppongono un terreno piano o debolmente variabile.

La firma fisica del meandering di fondovalle è ben riconoscibile nei dati: la $\sigma\theta$ **non diminuisce significativamente di notte** — quando le classi PG prevedrebbero la massima stabilità e le $\sigma\theta$ più basse — ma rimane elevata o addirittura aumenta (mediana notturna 39.5° vs. mediana diurna 29.1° nel periodo invernale). Ciò è strutturalmente incompatibile con il modello PG e indica che la turbolenza direzionale è guidata dalla dinamica di fondovalle, non dalla stratificazione termica della colonna d'aria.

2. Dati strumentali: stazione meteorologica Laminam SpA

2.1 Caratteristiche della stazione e del dataset

La stazione è installata sullo stabilimento Laminam (lat. 44.4909°N, lon. 9.7854°E, quota 386 m s.l.m.) ed è operativa dal 2 aprile 2018. I dati acquisiti comprendono misure a **passo di 10 minuti** di direzione del vento, velocità del vento (min/med/max), temperatura, umidità relativa, pressione atmosferica, radiazione globale e precipitazione. Crucialmente, la stazione misura direttamente la **deviazione standard della direzione del vento ($\sigma\theta$)** nell'intervallo di campionamento, variabile direttamente utilizzata da CALMET per la parametrizzazione della diffusione orizzontale nel modello CALPUFF.

Il dataset analizzato copre il periodo 2 aprile 2018 – 28 febbraio 2019 (333 giorni, 47.959 record validi, un unico record sentinella rimosso). La copertura è pressoché completa (>99.9% dei record attesi).

2.2 Risultati principali

2.2.1 Statistiche globali (tutti i mesi, n = 47.959)

La $\sigma\theta$ presenta una distribuzione unimodale con mediana **36.0°**, media **39.3°**, decimo percentile **21.0°** e novantesimo percentile **63.1°**. Il **99.99% dei 47.959 record** supera la soglia di 8°, corrispondente alla classe di stabilità D di Pasquill-Gifford. Il **77.5%** supera i 25° della classe A (massima instabilità convettiva). Non esiste pertanto alcuna condizione osservata, su 333 giorni consecutivi, compatibile con le classi E o F che rappresentano il **35.5% delle ore nel modello VA.05** (Tab. 30) e il cui $\sigma\theta$ implicito è 4–6°.

2.2.2 Distribuzione mensile: assenza di variabilità stagionale

La Tabella 1 riporta i valori mensili di $\sigma\theta$. Il dato più significativo è la **straordinaria costanza stagionale**: la mediana mensile varia tra 32.7° (aprile, minimo) e 40.3° (ottobre, massimo), un intervallo di soli 7.6°. In tutti e undici i mesi disponibili la percentuale di record con $\sigma\theta > 8^\circ$ è del 100%. Questa costanza stagionale è la firma diagnostica del meccanismo orografico: se il problema fosse dovuto alla stratificazione termica stagionale, vedremmo valori di $\sigma\theta$ bassi in estate e alti in inverno. Invece accade l'opposto (estate: mediana 37.5° > inverno: mediana 35.3°), confermando che il **meandering è strutturalmente imposto dalla morfologia del fondovalle**, indipendente dalla stagione.

Tabella 1. Statistiche mensili di $\sigma\theta$ — Stazione Laminam SpA (apr 2018 – feb 2019).

Mese	$\sigma\theta$ mediana	$\sigma\theta$ media	% record > 8° (cls D)	% record > 25° (cls A)
Apr 2018	32.7°	36.7°	100%	76.6%
Mag 2018	33.7°	38.1°	100%	76.6%
Giu 2018	34.1°	38.0°	100%	76.6%
Lug 2018	36.7°	39.5°	100%	82.4%
Ago 2018	36.5°	39.7°	100%	82.4%
Set 2018	39.1°	40.9°	100%	82.4%
Ott 2018	40.3°	42.3°	100%	76.6%
Nov 2018	36.5°	39.6°	100%	76.6%
Dic 2018	37.3°	40.4°	100%	76.6%
Gen 2019	34.6°	38.4°	100%	72.4%
Feb 2019	36.0°	38.3°	100%	72.4%
TOTALE	36.0°	39.3°	99.99%	77.5%

Colonna '>> 8° (cls D)<<: percentuale di record con $\sigma\theta$ superiore al valore implicito nella classe D di Pasquill-Gifford (soglia adottata da CALPUFF per il 33.4% delle ore in VA.05, Tab. 30). Il colore rosso indica il valore 100% registrato in tutti i mesi.

2.2.3 Fattori di sottostima rispetto alle classi Pasquill-Gifford

La Tabella 2 quantifica il disallineamento tra le classi PG adottate da CALPUFF e i valori di $\sigma\theta$ effettivamente misurati. Il fattore di sottostima è il rapporto tra la mediana misurata (36.0°) e il valore di $\sigma\theta$ implicito in ciascuna classe PG. Tale fattore si propaga direttamente e in modo **non lineare** sulla stima delle concentrazioni al suolo: in un modello gaussiano $\sigma y \propto \sigma\theta$, e la concentrazione massima a recettore è proporzionale a σy^{-1} . Un fattore di sottostima 4.5× su $\sigma\theta$ si traduce in una sovrastima 4.5× della concentrazione calcolata nel punto di massima ricaduta.

Tabella 2. Fattori di sottostima $\sigma\theta$ rispetto alle classi Pasquill-Gifford adottate in VA.05.

Classe PG	$\sigma\theta$ implicita	Fattore sottostima vs mediana (36.0°)	% record stazione compatibili con classe
F (stabile)	4°	9.0×	Nessuno (0%)
E (leg. stabile)	6°	6.0×	Nessuno (0%)
D (neutro)	8°	4.5×	0.01%
C (leg. instabile)	12°	3.0×	0.31%
B (instabile)	20°	1.8×	22.5%
A (molto instabile)	25°	1.4×	22.5%

La colonna '% record compatibili' riporta la percentuale di record della stazione Laminam il cui $\sigma\theta$ è inferiore o uguale al valore implicito nella classe PG. La classe D (33.4% delle ore in VA.05) è compatibile con lo 0.01% dei dati osservati; le classi E e F (35.5% delle ore) con lo 0% dei dati osservati.

3. Elaborazioni grafiche

3.1 Analisi sul dataset invernale (ottobre 2018 – febbraio 2019)

La Figura 1 illustra l'analisi del dataset invernale (n = 21.714 record), con: (a) rosa dei venti e identificazione della direzione critica per i recettori R19 (Scuola Manara) e R22 (San Rocco); (b) distribuzione di $\sigma\theta$ con le fasce delle classi PG in sovrapposizione; (c) boxplot per fascia oraria; (d) andamento mediano di $\sigma\theta$ per ora del giorno con bande di incertezza IQR e P10–P90.

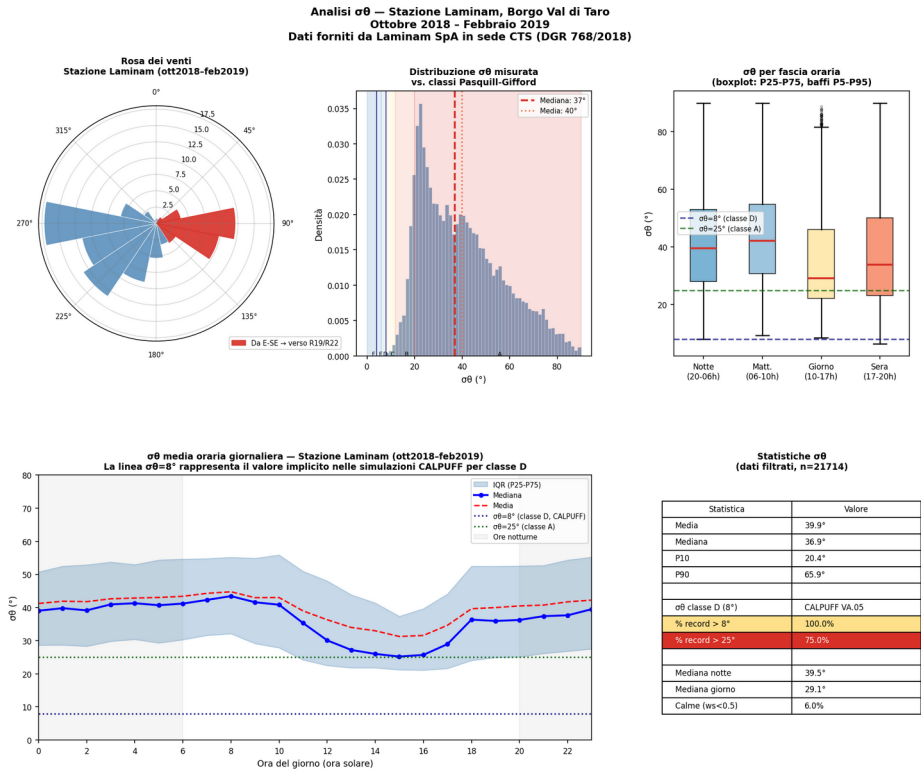


Figura 1. Analisi $\sigma\theta$ — dataset invernale, ottobre 2018 – febbraio 2019 (n = 21.714 record a 10 min). In basso a destra: tabella riassuntiva con evidenza del valore soglia per la classe D. Dati: stazione Laminam SpA (CTS DGR 768/2018); elaborazione Koiné APS.

3.2 Analisi sul dataset completo (aprile 2018 – febbraio 2019)

La Figura 2 presenta l'analisi sull'intero dataset disponibile (n = 47.959 record, 333 giorni), con decomposizione stagionale del profilo giornaliero. Il pannello superiore sinistro mostra l'andamento mensile della mediana, media, IQR e bande P10–P90 di $\sigma\theta$ sovrapposti alle soglie delle classi PG principali. Il pannello inferiore mostra il profilo orario mediano per stagione: si osserva che in tutte le stagioni i valori rimangono strutturalmente al di sopra di qualsiasi classe PG.

Deviazione standard direzione vento ($\sigma\theta$) — Stazione Laminam SpA, Borgo Val di Taro
 aprile 2018 – febbraio 2019 | 333 giorni | n=47.959 misure a 10 min
 Dati forniti da Laminam SpA al CTS (DGR 768/2018) — elaborazione Koiné APS

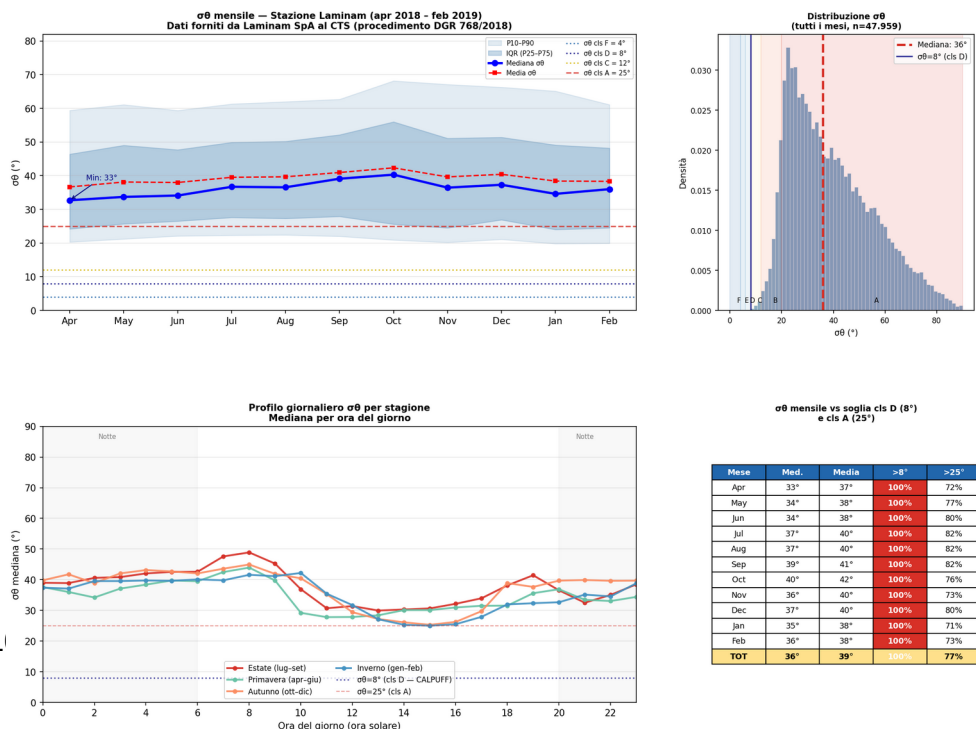


Figura 2. Analisi $\sigma\theta$ — dataset completo, aprile 2018 – febbraio 2019 ($n = 47.959$ record a 10 min). In alto a sinistra: variazione mensile con bande di incertezza e soglie PG. In basso: profilo giornaliero per stagione. In alto a destra: distribuzione globale. In basso a destra: tabella mensile. Dati: stazione Laminam SpA (CTS DGR 768/2018); elaborazione Koiné APS.

4. Implicazioni per la valutazione di impatto

4.1 Propagazione sulla stima delle concentrazioni

Le simulazioni CALPUFF presentate nello Studio VA.05 (UniPI/DICI, luglio 2018) adottano classi di stabilità PG calibrate su terreno piano, con classi F+G nel 35.50% delle ore e classe D nel 33.42% (Tab. 30). Le $\sigma\theta$ implicite sono rispettivamente 4° e 8° . Le $\sigma\theta$ misurate dalla stazione del proponente — nello stesso sito, nello stesso periodo — sono strutturalmente tra $4.5\times$ e $9.0\times$ superiori a questi valori. Ne consegue che le concentrazioni calcolate da CALPUFF ai recettori discreti sono sistematicamente sovrastimate rispetto alla realtà fisica del sito.

Per i recettori sensibili R19 (Scuola Manara, 907 m, limite 1 UO/m^3) e R22 (San Rocco, 1116 m, limite 1 UO/m^3), le concentrazioni modellistiche già si collocano al 39% e al 57% del limite (scenario E40). Con una $\sigma\theta$ mediana di 36° invece di 8° , la dispersione orizzontale effettiva del pennacchio è **4.5 volte maggiore**, e le concentrazioni ai recettori sono corrispondentemente più basse. Ciò non equivale a dichiarare l'assenza di impatto: significa che la distribuzione spaziotemporale delle ricadute è fondamentalmente diversa da quanto modellato, e che episodi ad alta concentrazione su recettori non modellati non possono essere esclusi sulla base dei risultati di VA.05.

4.2 Il meandering come fattore di rischio sottostimato

In condizioni di meandering, il pennacchio non si diffonde simmetricamente attorno alla direzione media del vento: **oscilla lentamente** tra direzioni che possono differire di $30\text{--}60^\circ$, accumulando concentrazioni elevate su recettori lontani dalla direzione media per periodi prolungati prima di ruotare su un settore diverso. Questo meccanismo è noto in letteratura (Gifford, 1959; Hanna, 1983; Etling, 1990) ed è la ragione per cui le Linee Guida CTN-ACE 4/2001 richiedono la validazione dei parametri micrometeorologici in orografia complessa. CALPUFF, con input orario, non distingue tra la componente istantanea della turbolenza (σ_{inst}) e la componente di meandering (σ_{mean}): la σ modellata sottostima entrambe.

4.3 Rilevanza per il JMS620

Il nuovo cogeneratore JMS620 (8.000 ore/anno, camino E01 CPL $h = 10 \text{ m}$) aggiunge una sorgente di emissione a bassa quota, soggetta in modo particolare agli effetti di building downwash e di meandering notturno. Le emissioni di NOx del cogeneratore (precursori di O_3 troposferico) sono massimamente rilevanti nei mesi estivi, quando la $\sigma\theta$ mediana è 37.5° e la fotochimica è più attiva. L'esclusione della fotochimica secondaria dalla modellistica (SIA.06, §3.1 punto 4d) in un contesto dove il 75% del territorio è boscato e la stazione misura $\sigma\theta > 25^\circ$ nel 77.5% dei casi non è metodologicamente neutrale.

5. Note esplicative per il lettore non tecnico

5.1 Una $\sigma\theta$ più alta non significa che il problema sia minore

La prima reazione intuitiva alla lettura di questi dati potrebbe essere: se il pennacchio si allarga più di quanto dichiarato dal proponente, le concentrazioni ai singoli recettori sono più basse, e

quindi il problema è sovrastimato. Questa conclusione è **errata**, per una ragione fisica elementare: la massa totale degli inquinanti emessi non cambia. Un pennacchio più largo distribuisce la stessa quantità di sostanza su una superficie maggiore. I picchi acuti sull'asse centrale si attenuano, ma l'area esposta si espande. Il risultato non è un problema minore: è un problema **diversamente distribuito**: più persone esposte a concentrazioni moderate e prolungate, anziché poche persone esposte a picchi brevi e intensi.

Tuttavia questo non esclude — anzi, per certi aspetti aggrava — il rischio di episodi acuti. Il meandering non produce una diffusione uniforme e costante: produce un pennacchio che **oscilla lentamente** tra settori angolari diversi, con tempi caratteristici di 10–40 minuti. Quando si concentra su un recettore per questa durata, le concentrazioni locali in quell'intervallo possono essere significativamente superiori alla media oraria calcolata da CALPUFF — che per costruzione spalma l'intera emissione su un'ora, livellando i picchi. Il modello gaussiano orario non vede questi episodi: li dissolve nella media. La realtà è una sequenza di eventi discreti, brevi e intensi, che colpiscono recettori **variabili e imprevedibili** — non gli stessi recettori sull'asse del vento medio, ma punti diversi del territorio a seconda della direzione istantanea. Questa è esattamente la firma dei 2.826 episodi di segnalazione odorigena registrati da ARPAE nel periodo 2017–2019: eventi puntuali, distribuiti su più zone, non riconducibili a un'unica direzione prevalente. In un fondovalle con meandering strutturale, **nessun recettore può essere considerato immune da episodi acuti**: la direzione istantanea del vento può portare il pennacchio su qualsiasi punto dell'arco di oscillazione, in qualsiasi momento.

5.2 Il peso dell'esposizione cronica rispetto a quella acuta

In tossicologia ambientale si distingue tra effetti acuti — che insorgono a seguito di esposizioni brevi a concentrazioni elevate — ed effetti cronici, che si sviluppano per esposizione prolungata nel tempo anche a concentrazioni moderate. La letteratura scientifica e i valori guida OMS (WHO Global Air Quality Guidelines, 2021) documentano che per le sostanze emesse da impianti ceramici — formaldeide (cancerogeno IARC Gruppo 1), ossidi di azoto, particolato fine — il rischio sanitario principale è di natura **cronica**: tumori, disfunzioni respiratorie, irritazioni persistenti delle mucose. Un pennacchio che oscilla su un'area più ampia, colpendo più recettori più spesso — anche con picchi meno intensi — determina un'esposizione cumulativa della popolazione **non inferiore**, e potenzialmente superiore, a quella prodotta da un pennacchio stretto e concentrato. I 346 pazienti con sintomi documentati dal Parere ISDE (febbraio 2017 – aprile 2018) e i 2.826 episodi di segnalazione odorigena registrati da ARPAE (2019–2021) sono coerenti con questo profilo di esposizione cronica distribuita su area vasta.

5.3 La costanza stagionale come indicatore di incompatibilità strutturale

I dati mostrano che la $\sigma\theta$ elevata non è un fenomeno stagionale, ma **permanente e strutturale**. La mediana mensile varia di soli 7.6° nell'intero anno (minimo 32.7° in aprile, massimo 40.3° in ottobre): non esiste una stagione “sicura” in cui il meandering si atteni. Anzi, i valori più alti si registrano in autunno e in estate, confermando che il fenomeno non è guidato dalla stabilità termica atmosferica — come invece presuppongono le classi di Pasquill-Gifford — bensì dalla **morfologia della valle**. I versanti appenninici che incassano il fondovalle del Taro, con dislivelli di 900–1.200 m a distanze di 2–6 km, generano breeze termiche locali e deflettono il flusso d'aria in modo che cambia continuamente direzione anche in assenza di vento sinottico. Questo è un dato fisso della geografia del luogo: non cambierà con le stagioni, non cambierà con i decenni, non può essere mitigato da filtri o prescrizioni impiantistiche.

5.4 L'idoneità del sito: una questione che il procedimento VIA-PAUR non può eludere

Le considerazioni sviluppate nei paragrafi precedenti conducono a una conclusione di ordine generale che trascende i dettagli tecnici della modellistica. L'area di Borgo Val di Taro presenta caratteristiche orografiche — fondovalle incassato, versanti elevati, assenza di ventilazione dominante, meandering strutturale — che la rendono **strutturalmente inadatta** ad ospitare impianti industriali ad alta intensità emissiva come lo stabilimento Laminam. In un fondovalle

appenninico con le caratteristiche descritte, qualsiasi emissione significativa di inquinanti atmosferici si traduce in un'esposizione cronica, diffusa e non controllabile della popolazione residente, indipendentemente dai sistemi di abbattimento adottati. Non esiste una stagione favorevole alla dispersione. Non esiste una fascia oraria in cui il pennacchio si comporti in modo prevedibile. Non esiste un sistema di filtri che possa compensare una dispersione che è strutturalmente insufficiente.

Questa considerazione assume particolare rilievo nel caso del progetto JMS620, che prevede l'aggiunta di un nuovo impianto di cogenerazione a gas su un sito già caratterizzato da un profilo emissivo complesso e da una storia documentata di impatti sanitari. L'orografia non è un fattore mitigabile: è una condizione permanente del territorio. Il procedimento VIA-PAUR è la sede istituzionalmente preposta a valutare se un progetto sia compatibile con il territorio in cui si inserisce. I dati presentati in questo addendum — prodotti dallo stesso proponente e qui per la prima volta sistematicamente analizzati — indicano che tale compatibilità non sussiste.

7. Nuove consapevolezze, nuove misure necessarie

Fino a poco tempo fa il problema delle emissioni dello stabilimento Laminam era letto attraverso il paradigma degli eventi avversi: episodi periodici, condizioni meteo-diffusionali sfavorevoli, picchi di concentrazione in certe ore e con certi venti. Una lettura che portava naturalmente a strumenti episodici di risposta — campagne di misura saltuarie, panel di breve durata, monitoraggi

occasional — e che lasciava aperta l'illusione che nelle ore "normali" il territorio fosse sostanzialmente indenne.

L'analisi sistematica dei dati strumentali prodotti dal proponente stesso impone di abbandonare quel paradigma. Con una $\sigma\theta$ mediana di 36° costante in tutte le stagioni e in tutte le fasce orarie, **non esistono ore normali**. Il pennacchio oscilla sempre, su tutta l'area del fondovalle, tutto l'anno. Il problema non è nei picchi: è nella somministrazione quotidiana, costante e spalmata di inquinanti che colpisce in modo generalizzato la gran parte della popolazione residente nel fondovalle di Borgotaro. I 346 pazienti documentati dal Parere ISDE e i 2.826 episodi di segnalazione odorigena registrati da ARPAE non sono anomalie statistiche da spiegare con condizioni eccezionali: sono la manifestazione attesa di un'esposizione cronica strutturale.

A un paradigma nuovo corrispondono strumenti nuovi. Se il problema è cronico, continuo e distribuito su area vasta, gli strumenti di indagine devono essere capaci di integrare l'esposizione nel tempo e di rilevarne gli effetti sulla salute della popolazione nel lungo periodo. Tre misure diventano a questo punto non discrezionali, ma **metodologicamente necessarie**:

- **Biomonitoraggio con licheni (IBL/ANPA 2/2001).** I licheni sono l'unico strumento capace di integrare l'esposizione atmosferica cumulativa nel tempo su area vasta, indipendentemente dalle condizioni meteo del giorno di misura. Non rilevano picchi episodici: rilevano ciò che il territorio ha assorbito nel corso di mesi. Sono lo strumento diagnostico più adatto a documentare esattamente il tipo di esposizione che questa analisi ha identificato. La loro mancata esecuzione dal 2020 ad oggi — nonostante la Prescrizione 4 del procedimento precedente — non è più solo un inadempimento procedurale: è un vuoto conoscitivo deliberato sul parametro più rilevante.
- **Indagine epidemiologica di coorte.** Un'indagine trasversale di breve durata — come il panel ARPAE del 2018, 22 persone, 92 giorni — è strumento adeguato per rilevare effetti acuti episodici. Per effetti cronici su popolazione esposta in modo continuo, lo strumento corretto è la coorte: la stessa popolazione seguita nel tempo, con misurazione dell'esposizione cumulativa e degli esiti sanitari a lungo termine. I 346 pazienti documentati da ISDE non sono un'anomalia da spiegare: sono il segnale iniziale che giustificava l'apertura di una coorte nel 2018. Ogni anno trascorso senza aprirla è un anno di dati persi su una popolazione che continua a essere esposta.
- **Analisi biostatistica della popolazione residente.** Il fondovalle di Borgotaro è una popolazione geograficamente definita e relativamente piccola — condizioni ideali per uno

studio di incidenza. I dati necessari esistono già: SDO, registri tumori, mortalità per causa, accessi al pronto soccorso, raccolti routinariamente da AUSL Parma. Non richiedono nuove infrastrutture: richiedono la volontà di analizzarli con la granularità geografica sufficiente a isolare il fondovalle dal resto del distretto. La DSP-AUSL lo ha già fatto nel 2018, ha trovato segnali, e si è fermata. Il contesto ora è diverso: abbiamo una spiegazione fisica di quei segnali.

Queste tre misure non sono alternative alle richieste istruttorie formulate nella sezione precedente: le presuppongono e le completano. La modellistica corretta (§6) dice **come** si distribuisce l'esposizione. Il biomonitoraggio, la coorte e la biostatistica dicono **cosa ha prodotto** quella distribuzione sulla salute della popolazione. Insieme costituiscono la base conoscitiva minima che il procedimento VIA-PAUR è tenuto ad acquisire prima di esprimersi sulla compatibilità ambientale di qualsiasi nuovo incremento emissivo su questo sito.

8. Richieste istruttorie

Sulla base dell'analisi esposta, si chiede alla Commissione VIA-PAUR di:

- **Acquisire l'intera serie storica** della stazione meteorologica Laminam SpA (2018–ad oggi), al fine di valutare la rappresentatività climatologica dell'anno 2021 scelto per le simulazioni SIA.06, tenuto conto che lo stesso proponente ha dichiarato che le recenti modifiche edilizie potrebbero averne alterato la rappresentatività.
- **Richiedere al proponente la documentazione della scelta dell'anno meteorologico 2021** mediante analisi statistica di omogeneità con gli anni precedenti (test di Kolmogorov-Smirnov o equivalente sulla distribuzione direzionale e sulla distribuzione di $\sigma\theta$), e la giustificazione dell'esclusione degli anni 2018–2020.
- **Richiedere la ripetizione delle simulazioni CALPUFF** con parametrizzazione della turbolenza direzionale derivata direttamente dai dati misurati dalla stazione proprietaria (calcolando $\sigma\theta$ oraria come deviazione standard dei valori a 10 minuti nell'intervallo), in conformità alle Linee Guida CTN-ACE 4/2001 per orografia complessa.
- **Valutare la compatibilità dell'esclusione della fotochimica secondaria** (SIA.06, §3.1 punto 4d) con i requisiti del D.Lgs. 152/2006 Allegato VII (AOT40 per la protezione della vegetazione) in un sito dove il 75% del territorio è boscato (SIC IT4020026 compreso nel dominio modellistico) e le emissioni di NOx del JMS620 sono dell'ordine di grandezza documentato nella Sezione 4.3.

9. Note esplicative: PBL, inversione termica e quadro complessivo

9.1 Cosa accade nel PBL e perché ha molta rilevanza

Lo strato limite planetario (PBL) è la porzione inferiore dell'atmosfera direttamente influenzata dal riscaldamento della superficie terrestre. Di giorno, quando il sole scalda il suolo, l'aria calda sale per convezione, il rimescolamento è intenso e il PBL può raggiungere 1.000–2.000 m: gli inquinanti emessi da un camino si diluiscono in un grande volume d'aria. Di notte, il suolo si raffredda irraggiando verso il cielo, l'aria più fredda resta al suolo e quella più calda sopra: si forma una **inversione termica** che agisce come un coperchio. Il PBL si comprime a poche decine di metri. Gli inquinanti emessi durante la notte non possono salire oltre quel coperchio: restano intrappolati nello strato basso, a diretto contatto con la popolazione.

9.2 Perché Cereseto è un proxy conservativo per Borgotaro

Non disponendo dei dati del Planetary Boundary Level (PBL) relativi a Borgotaro abbiamo utilizzati quelli di Cereseto; località che, pure appartenendo ad una valle contigua (Valceno) condivide la analoga morfologia del suolo ed appartiene al bacino imbrifero del Taro

Cereseto si trova a 780 m slm, Borgotaro a circa 400 m slm: un dislivello di 380 m. In condizioni di inversione termica, il “coperchio” atmosferico si forma a una certa quota assoluta — uguale per entrambi i siti, perché dipende dalle condizioni sinottiche regionali. Se il coperchio è a 880 m slm, a Cereseto rimane solo 100 m di colonna d’aria libera sopra la stazione (PBL = 100 m). A Borgotaro, sotto lo stesso coperchio alla stessa quota assoluta, la colonna d’aria libera è di 480 m — ma è una colonna **intrappolata in un fondovalle incassato** con versanti a 900–1.200 m a pochi chilometri. L’aria non può defluire lateralmente: resta in fondovalle, si accumula, si ricircola. I dati di Cereseto sono un limite inferiore della criticità: se Cereseto registra inversione, a Borgotaro l’inversione c’è certamente — e il fondovalle la amplifica.

9.3 La terza dimensione mancante nel modello CALPUFF

Le sezioni precedenti hanno documentato che la dispersione orizzontale reale è 4–9 volte superiore a quella modellata ($\sigma\theta$ mediana 36° vs. classi di Pasquill-Gifford implicate dal modello). I dati PBL di Cereseto aggiungono la terza dimensione: la dispersione verticale è strutturalmente compressa per circa **10 ore ogni giorno**, in tutte le stagioni. Le due condizioni — meandering orizzontale e inversione verticale — non si escludono: tendono a **concorrere** nelle stesse ore: le ore notturne di calma con vento debole sono esattamente quelle in cui sia il meandering sia l’inversione sono più intensi. In quelle condizioni il pennacchio oscilla orizzontalmente su un arco di 60–80° all’interno di uno strato d’aria che non si rinnova, su una popolazione che dorme a finestre chiuse e respira l’aria del fondovalle. È la condizione più critica possibile, e i dati mostrano che si verifica mediamente **7 ore ogni notte**, tutto l’anno.

9.4 Il quadro complessivo: un sito con due difetti strutturali simultanei

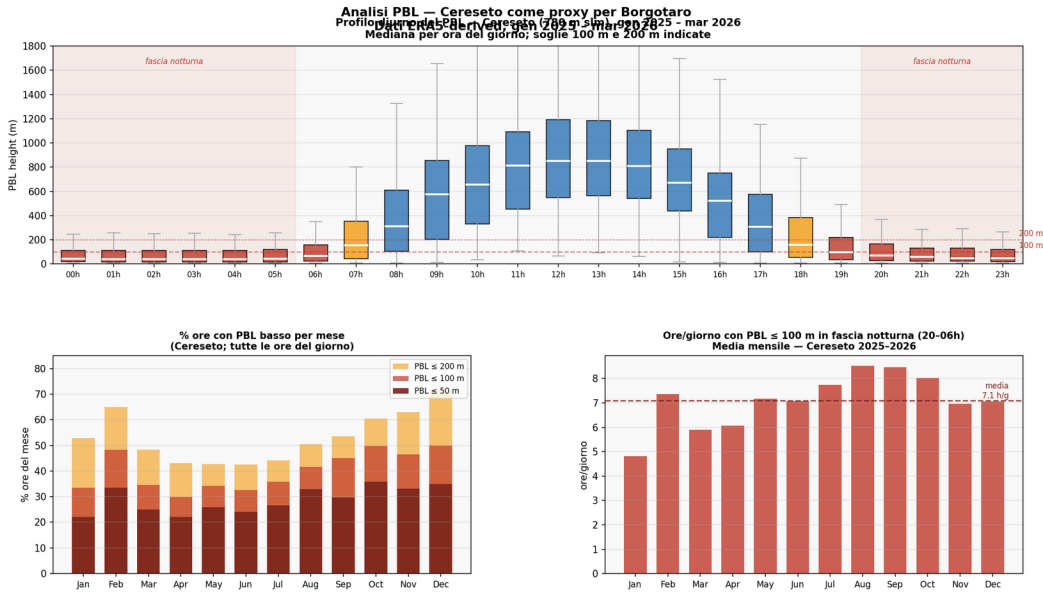
Il modello CALPUFF del proponente ha trattato Borgotaro come un sito con dispersione atmosferica nella norma. I dati — prodotti dal proponente stesso o ricavati da stazioni di misura nella medesima area geografica — dimostrano il contrario su due dimensioni indipendenti e convergenti:

- **Dispersione orizzontale inadeguata.** La $\sigma\theta$ reale è 4–9 volte superiore ai valori impliciti nelle classi di stabilità usate dal modello. Il pennacchio non segue una direzione dominante ma oscilla su tutto il fondovalle, colpendo recettori variabili con esposizione cronica continua e picchi acuti imprevedibili. Causa: orografia strutturale della valle del Taro, permanente e indipendente dalla stagione.
- **Dispersione verticale compressa.** Per circa 10 ore ogni giorno — le ore notturne, quelle di maggiore stabilità e minore vento — il PBL si comprime a meno di 200 m sopra il fondovalle, impedendo la dispersione verticale. Gli inquinanti restano intrappolati nello strato respirabile. Causa: inversione termica notturna strutturale, amplificata dalla morfologia del fondovalle incassato.

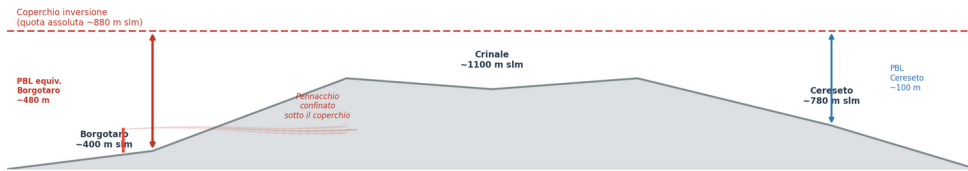
I due difetti concorrono nelle stesse ore. Nessuno dei due è stato considerato nel modello CALPUFF del proponente. Nessuno dei due è mitigabile con interventi impiantistici. Entrambi derivano dalla geografia del luogo e saranno presenti finché lo stabilimento sarà in esercizio. La valutazione di impatto presentata dal proponente descrive un sito diverso da quello reale: è su questo sito reale che il procedimento VIA-PAUR è chiamato a esprimersi.

Borgo
Val di
Taro,
marzo
2026

Koiné
APS —



Schema concettuale: PBL a Cereseto come proxy conservativo per Borgotaro



Elaborazione dati: Daniele Uboldi

Dati di origine: stazione meteorologica Laminam SpA, forniti al CTS (DGR 768/2018).
 Elaborazione statistica: Python/pandas su dataset di 47.959 misure a 10 minuti. Visualizzazioni: Matplotlib. Documento prodotto con strumenti open source.

Daniele Uboldi

