Data di stampa: 01/07/2016
Relazione tecnica: 16LA00816.doc

Spett.le
Cartiere Carrara S.p.A.
Stabilimento di Ferrania
Via della Libertà 57
17014 Ferrania (SV)

Studio meteo diffusionale per la valutazione delle ricadute degli inquinanti emessi dalle sorgenti convogliate significative

Oggetto: studio delle ricadute degli inquinanti emessi dalle sorgenti emissive significative.
Installazione di una nuova macchina continua PM2 e di un nuovo impianto di cogeneratore.

Elaborazione effettuata dal Tecnico OT Dott. Andrea Lombardi:

OT Dott. Andrea Lombardi



Il presente rapporto NON può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del responsabile del laboratorio Ecolstudio S.p.A.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

INDICE

1. PREMESSA 3
2. SCOPO E SCENARI 4
3. INFORMAZIONI GENERALI 6
4. IPOTESI SI LAVORO 7
5 INQUINANTI ANALIZZATI E LIMITI NORMATIVI 9
6 MODELLO CALPUFF 10
6.1 CARATTERISTICHE DI MMS CALPPUFF 10
7 DATI ORARI METEOROLOGICI UTILIZZATI NEL MODELLO 12
8 DATI DI INGRESSO 13
9 VALUTAZIONE EFFETTO DOWNWASH 13
10 RISULTATI SIMULAZIONI SHORT TERM CON SEQUENZE DI DATI ORARI METEOROLOGICI 15
10.2 NOX E NO2 – CONCENTRAZIONI MASSIME ORARIE, MEDIE ANNUALI E SOGLIA DI ALLARME 15
10.3 CO - CONCENTRAZIONI MASSIME SU 8 ORE 21
10.4 PMTOT - CONCENTRAZIONI MASSIME SULLE 24 H E MEDIE ANNUALI 22
11 CONCLUSIONI 24
ALLEGATO I – CARATTERISTICHE FILE METEO 25

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

1. PREMESSA

Nella presente valutazione viene analizzato l'impatto sulla qualità dell'aria di tutte le sorgenti emissive significative che entreranno in funzione a seguito dell'***installazione di una nuova macchina continua PM2 e di un nuovo impianto di cogenerazione***.

Verranno valutati tre scenari emissivi, quello attuale denominato Scenario 0, e quelli futuri con diversi valori emissivi dei cogeneratori (emissioni E16 e EC21):

1. Scenario 0 – valutazione delle ricadute prodotte dalle sorgenti attualmente esistenti camini E1, E2, E3, E16(Valori di NOx pari a 400 mg/Nmc e di CO pari a 650 mg/Nmc);
2. Scenario A - Valori di NOx pari a 400 mg/Nmc e di CO pari a 650 mg/Nmc per le emissioni E16 ed EC21;
3. Scenario B - Valori di NOx pari a 350 mg/Nmc e di CO pari a 500 mg/Nmc per le emissioni E16 ed EC21.

Sono analizzati i seguenti punti di emissione in atmosfera, come di seguito elencati:

Sigla	Origine	Esistente/nuova
E1	centrale termica 1	Esistente
E2	cappa macchina continua	Esistente
E3	aspirazione polveri macchina continua	Esistente
E16	motore cogenerazione	Esistente
E17	centrale termica a metano per PM2	Futura
EC18	aspirazione polveri ribobinatrice PM2	Futura
EC20	fumana cappa a gas PM2	Futura
EC21	motore cogeneratore PM2	Futura

Il modello utilizzato per valutare le ricadute è MMS.Calpuff vers. 1.3.0.0..

Tutte le informazioni necessarie allo scopo sono state fornite dalla committenza.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

2. SCOPO E SCENARI

Lo scopo della presente relazione è la valutazione delle concentrazioni degli NOx, CO e delle PMtot nell'area circostante la cartiera nel futuro scenario.

Sono analizzati due scenari emissivi futuri con diversi valori emissivi dei cogeneratori (emissioni E16 e EC21):

- Scenario 0 – Valori autorizzati delle sorgenti esistenti;
- Scenario A - Valori di NOx pari a 400 mg/Nmc e di CO pari a 650 mg/Nmc;
- Scenario B - Valori di NOx pari a 350 mg/Nmc e di CO pari a 500 mg/Nmc.

Per le sorgenti emissive E1-E2-E3 sono considerati i valori massimi autorizzati (Atto dirigenziale Prov. Savona n° 2015/3887 del 15/09/2015).

Nella seguente tabella è riportato il quadro emissivo di riferimento delle sorgenti emissive significative nello scenario futuro. I valori di altezza, sezione, temperatura e velocità utilizzati per le nuove sorgenti emissive (evidenziate in giallo) sono quelli ritenuti cautelativamente plausibili, ovvero ricavati dalle sorgenti attualmente presenti, in quanto non sono allo stato attuale disponibili i valori effettivi, definiti in sede di progettazione esecutiva.

Tabella 1: quadro emissivo sorgenti significative – ***Scenario attuale e futuro***.

Sigla	Origine	Altezza camino (m)	Portata (Nm3/h)	Velocità di efflusso (m/s)	sezione camino (m)	Temperatura fumi (°C)	Inquinanti emessi		
							Inq.	g/s	mg/Nm^3
E1	centrale termica 1	12	9000	24,1	0,196	212	NOx	0,5	200
E2	cappa macchina continua	12	30000	22	0,57	230	NOx	1,7	200
E3	aspirazione polveri macchina continua	12	107000	19	1,77	36	PM	0,6	20
E16 (scenario A)	motore cogenerazione	13	8821	9	0,396	120	NOx CO	1,0 1,6	400 650
E16 (scenario B)	motore cogenerazione	13	8821	9	0,396	120	NOx CO	0,87 1,23	350 500
E17	centrale termica a metano per PM2	12	9000	24,1	0,196	212	NOx	0,5	200

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

							CO	0,75	300
EC18	aspirazione polveri ribobinatrice PM2	12	100000	19	1,77	36	PM	0,6	20
EC20	fumana cappa a gas PM2	12	16000	22	0,57	230	NOx	0,9	200
EC21 (scenario A)	motore cogeneratore PM2	13	15000	9	0,396	120	NOx CO	1,7 2,7	400 650
EC21 (Scenario B)	motore cogeneratore PM2	13	15000	9	0,396	120	NOx CO	1,5 2,1	350 500

Le condizioni di riferimento delle portate e dei valori di emissione al camino sono le seguenti:

- emissione E1-E17: tenore di ossigeno 3%, 273° K, 1 atm;
- emissione E2-EC20: tenore di ossigeno 17%, 273° K, 1atm.
- Emissioni E16-EC21: tenore di ossigeno 5%, 273° K, 1 atm

A titolo cautelativo tutte quante le simulazioni sono state condotte ipotizzando un funzionamento continuo delle sorgenti per 365 giorni l'anno e per 24 h al giorno.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

3. INFORMAZIONI GENERALI

L'impianto di Ferrania delle Cartiere Carrara S.p.A. è ubicato in Via della libertà 57 Ferrania (SV).

Le abitazioni prossime allo stabilimento sono collocate a Sud-Ovest dello stabilimento a circa 60 m di distanza dal confine aziendale; a Nord dello stabilimento a circa 160 m dal confine aziendale.

L'area circostante è collinare.

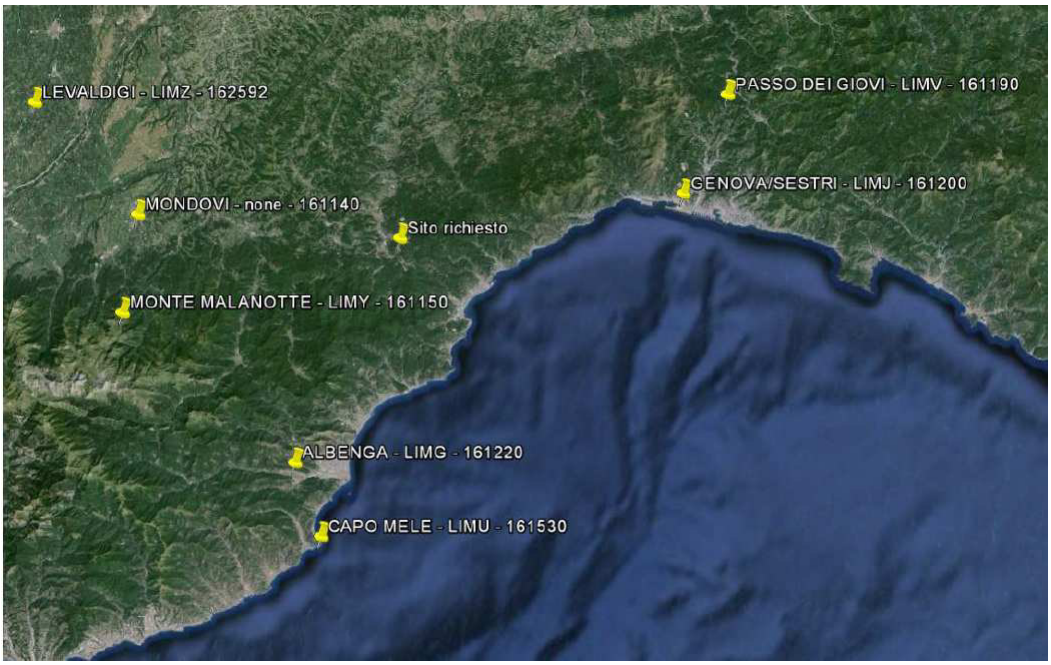
ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

4. IPOTESI SI LAVORO

L'obiettivo del presente studio è l'analisi dell'impatto sulla qualità dell'aria delle emissioni precedentemente indicate. L'analisi è stata condotta sulla base delle seguenti ipotesi:

- i calcoli delle ricadute di **NO_x, PM_{tot} e CO** sono stati eseguiti ipotizzando un'emissione costante per 365 giorni l'anno e per 24 ore al giorno;
- sono stati considerati due scenari emissivi per le emissioni E16 ed EC21 riferiti ai cogeneratori. In particolare nello scenario B sono stati utilizzati dei valori inferiori per la CO e gli NOx rispetto a quelli dello scenario A, che fanno riferimento ai dati attualmente autorizzati per l'emissione E16;
- simulazioni che tengono conto dell'effetto building-downwash e dell'orografia del reticolo;
- i calcoli sono stati eseguiti assegnando come dato input meteorologico un file meteo 3D in formato CALMET 6.42 relativo al 2014, *il dettaglio del report è riportato in allegato***.**

I dati utilizzati sono stati ricostruiti su un'area di dimensione 4 Km x 4 Km con risoluzione 100 m origine nel punto di coordinate X 443200 mE Y 4909400. mN UTM fuso 32 – WGS84, utilizzando in input i dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti nell'area come indicato nell'immagine seguente:



ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

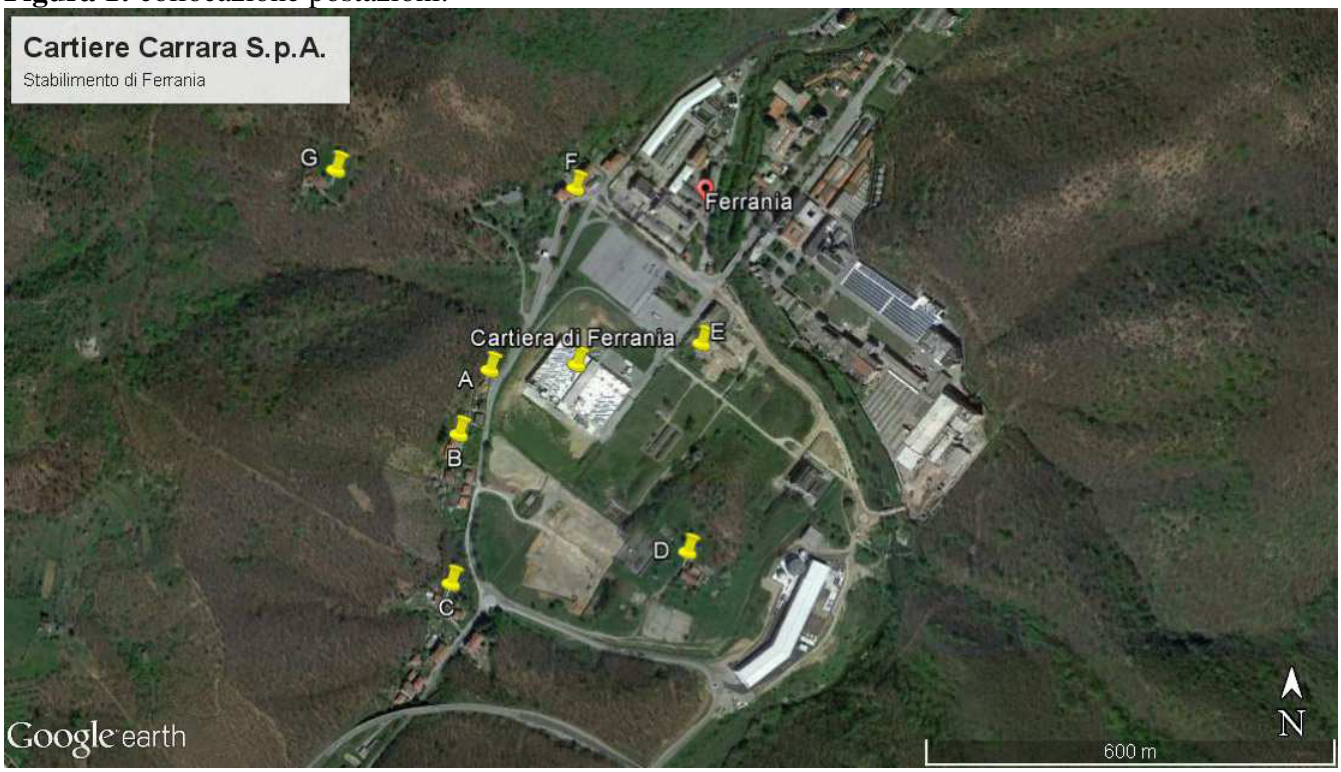
La ricostruzione tridimensionale del campo meteo orario è stata fatta considerando le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area in esame.

Nella tabella seguente tabella sono riportati i ricettori discreti, compreso il punto di collocazione della centralina di rilevamento della qualità dell'aria denominata ARPAL.

Tabella 2: elenco recettori discreti.

Postazione	Descrizione	Coordinate UTM	
		X (m)	Y (m)
A	Abitazioni	445161	4911482
B	Abitazioni	445109	4911378
C	Abitazioni	445092	4911158
D	Abitazioni	445460	4911202
E	Insediamento produttivo	445482	4911515
F	Abitazioni	445284	4911777
G	Abitazioni	444930	4911801

Figura 1: collocazione postazioni.



ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

5 INQUINANTI ANALIZZATI E LIMITI NORMATIVI

La normativa italiana in materia di qualità dell'aria (D.Lgs n° 155 del 13-08-2010) indica i seguenti valori limite per gli inquinanti analizzati:

Tabella 3: valori limite qualità dell'aria NOx.

Valore limite orario per la protezione della salute umana (periodo di mediazione 1 ora)	200 µg/m3 (NO2 da non superare più di 18 volte l'anno civile) Valore da raggiungere entro il 1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana (anno civile)	40 µg/m3 NO2 Valore da raggiungere entro il 1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della VEGETAZIONE (anno civile)	30 µg/m3 NOx
Soglia di allarme NO2	400 µg/m3 (misurati su tre ore consecutive)

Tabella 4: valori limite qualità dell'aria PM_{10}.

Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	50 µg/m3 da non superare più di 35 volte l'anno
Valore limite annuale per la protezione della salute umana (anno civile)	40 µg/m3

Tabella 5: valori limite qualità dell'aria $PM_{2.5}$.

Valore limite annuale per la protezione della salute umana (anno civile)	25 µg/m3

Tabella 6: valori limite qualità dell'aria Monossido di Carbonio.

Media massima giornaliera calcolata su 8 ore	10 mg/m3

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

6 MODELLO CALPUFF

Per valutare la ricaduta degli inquinanti al suolo è stato utilizzato MMS.Calpuff (vers. 1.3.0.0) programma di gestione del noto modello a puff CALPUFF sviluppato da Earth Tech inc..

Il modello CALPUFF è un modello gaussiano non stazionario che simula la diffusione di inquinanti attraverso il rilascio di una serie continua di puff seguendone la traiettoria in base alle condizioni meteorologiche. Il modello è raccomandato dall'EPA (modelli per la qualità dell'aria.) ed è stato sviluppato dalla Earth Tech Inc. per conto del California Air Resources Board (CARB) e dell'EPA.

Il modello contiene formulazioni per la modellistica della dispersione, il trasporto e la rimozione secca e umida di inquinanti in atmosfera al variare delle condizioni meteorologiche considerando l'impatto con il terreno e alcuni semplici schemi di trasformazioni chimiche.

Il sistema CALPUFF è composto da tre componenti principali che costituiscono il pre-processore dei dati meteo (CALMET), il modello di calcolo vero e proprio (CALPUFF) e il post-precessore dei risultati (CALPOST).

Sebbene sia possibile utilizzare CALPUFF anche con dati meteorologici orari relativi ad una singola stazione presente sul territorio il modello è stato progettato per essere utilizzato con campi meteorologici variabili su tutto il dominio di calcolo sia orizzontale che verticale.

Il preprocessore CALMET ricostruisce questi campi meteorologici tridimensionali utilizzando dati al suolo, dati profilometrici e dati orografici e di uso suolo al fine per considerare gli effetti del terreno sulla variazione dei campi meteorologici e di conseguenza sulla diffusione di inquinanti.

6.1 CARATTERISTICHE DI MMS CALPPUFF

MMS Calpuff implementa la versione 6.42 del modello.

Il programma è pensato per facilitare l'utilizzo di questo complesso sistema modellistico, NON è richiesta la gestione del preprocessore meteorologico CALMET.

Se le dimensioni e le caratteristiche dell'area di studio lo richiedono Maind fornisce direttamente il file prodotto da CALMET utilizzato da CALPUFF come input meteorologico. L'utente non ha la necessità di conoscere il significato delle complesse opzioni necessarie per l'utilizzo di CALMET.

Gestione semplificata della configurazione del modello CALPUFF

L'interfaccia utente semplifica la preparazione della configurazione di CALPUFF e nasconde le opzioni più tecniche e complesse consentendo all'utente di concentrarsi sugli aspetti importanti e significativi del calcolo. Molti dati, soprattutto geografici sono importabili direttamente da Google Earth.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Il file di output prodotto da *MMS Calpuff* è perfettamente compatibile con **MMS.RunAnalyzer** (vers 2.3.4.0) il post processore sviluppato da Maind che consente di analizzare e visualizzare i risultati prodotti da diversi modelli di calcolo consentendone una facile verifica rispetto ai limiti di legge relativamente al D.Lgs n° 155 del 13-08-2010.

Il programma analizza i file di output prodotti dal modello e valuta il superamento di valori di soglia relativamente a:

- concentrazioni medie orarie;
- concentrazione medie giornaliere sulle otto ore;
- concentrazione medie giornaliere;
- concentrazioni annuali;
- concentrazioni invernali;
- superamenti di valori di soglia per ore consecutive.

Il programma valuta anche il numero di superamenti dal momento che spesso il D.Lgs n° 155 del 13-08-2010 prevede un numero massimo di superamenti ammessi.

Come già accennato il modello permette di considerare l'orografia dell'area.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

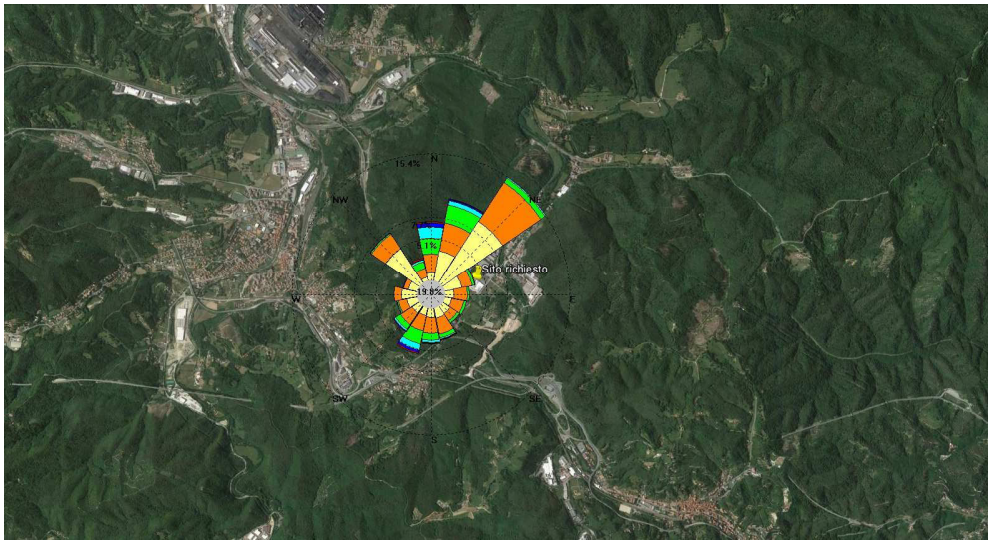
7 DATI ORARI METEOROLOGICI UTILIZZATI NEL MODELLO

i calcoli sono stati eseguiti assegnando come dato input meteorologico un file meteo 3D in formato CALMET 6.42 relativo al 2014, il dettaglio del report è riportato in allegato**. I dati utilizzati sono stati ricostruiti su un'area di dimensione 4 Km x 4 Km con risoluzione 100 m utilizzando in input i dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti nell'area come indicato nell'immagine seguente:**



La ricostruzione tridimensionale del campo meteo orario è stata fatta considerando le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area in esame.

La figura illustra la rosa dei venti del nodo considerato.



ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

8 DATI DI INGRESSO

I calcoli sono stati condotti utilizzando come dati di input i valori riportati in tabella 1, i calcoli sono stati eseguiti sui ricettori discreti elencati in tabella 2.

9 VALUTAZIONE EFFETTO DOWNWASH

Per una rappresentazione maggiormente completa della situazione emissiva e del corrispondente stato di diffusione in atmosfera, è stato applicata l'opzione "downwash", ovvero si è tenuto conto dell'eventuale effetto scia di un edificio, o comunque una qualsiasi costruzione, posta nelle immediate vicinanze del camino che andasse a modificare la traiettoria del pennacchio emesso, per turbolenza indotta dall'azione del vento, aumentando così le concentrazioni a terra nelle adiacenze dell'impianto.

Di seguito vengono precisati i parametri e la metodologia utilizzati per il calcolo dell'Effetto Downwash attraverso il programma WinDimula.

Per ogni sorgente emissiva è possibile inserire dei parametri da utilizzare per il calcolo dell'effetto downwash. I coefficienti richiesti sono i parametri Bh e Bw (valutazione verticale ed orizzontale) definiti su 36 settori di ampiezza pari a 10° con orientamento orario e Nord = 0.

Per il calcolo del downwash è stata utilizzata la seguente configurazione (Tabella 7).

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Tabella 7: dati di input per il calcolo dell'effetto down-wash

Sigla	Bh[1] (m)	Bw[2] (m)	ΔΘ gradi	H camino (m)
E1	11	80	0 - 130	12
E2	11	80	0 - 360	12
E3	11	80	0 - 360	12
E17	11	80	45 - 225	12(3)
EC18	11	80	45 - 225	12(3)
EC20	11	80	45 - 225	12(3)

[1] massima altezza della copertura

[2] estensione media orizzontale della copertura

[3] altezza presunta.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

10 RISULTATI SIMULAZIONI SHORT TERM CON SEQUENZE DI DATI ORARI METEOROLOGICI

10.2 NOx E NO2 – CONCENTRAZIONI MASSIME ORARIE, MEDIE ANNUALI E SOGLIA DI ALLARME

Nelle tabelle successive sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per gli NO_x e NO2.
I calcoli sono stati eseguiti su tutti i recettori individuati e sui punti in cui si realizzano le massime concentrazioni orarie, giornaliere e medie annuali.

Per valutare le concentrazioni orarie di NO_2 può essere applicato il metodo riportato nella bozza delle ***"linee guida per l'applicazione dei modelli di dispersione alla valutazione dell'impatto ambientale atmosferico da sorgenti fisse"*** di Antongiulio Barbaro, Franco Giovannini, Silvia Maltagliati dell'area AFModellistica previsionale di ARPAT – Dipartimento Provinciale di Firenze.
Per effettuare una stima degli NO_2 viene applicata la relazione empirica elaborata da Jenssen sulla base di osservazioni dell'evoluzione di NOx nei fumi emessi da impianti di potenza, in cui la relazione tra NO2 e NOx dipende dalla distanza sottovento dalla sorgente e da due parametri che sono funzione della velocità del vento e della concentrazione di NO2 in condizioni stazionarie e con un approccio conservativo, e necessita della concentrazione di fondo di O3, dal lavoro di Janssen si può estrarre la seguente tabella di valori di [NO2]/[NOx] distinti per stagione:

Concentrazione di O3 di fondo (µg/m^3)	[NO2]/[NOx]		
	Inverno	Autunno/primavera	Estate
140 – 230			0,93
90 -140			0,88
50 -90		0,85	0,81
30 -50	0,87	0,80	0,74
20 -30	0,83	0,74	0,67
10 -20	0,74	0,636	
0 -10	0,49		

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Pertanto a favore della sicurezza possiamo scegliere la situazione peggiorativa corrispondente al periodo estivo con valori di concentrazione di O3 compresi tra 140 – 230 µg/m^3 ed ipotizzare un fattore di conversione degli NOx in NO2 pari 0.93**.**

Tutte le simulazioni sono state eseguite considerando l'effetto downwash utilizzando i parametri riportati nel capitolo 10.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Tabella 8: Scenario 0 - valori di concentrazione orari massimi di NO2/NOx e 99,9° percentile dei valori orari.

Post.	NOx/NO_2 (µg/m3)				NO2 Valore limite orario (da non superare più di 18 volte in un anno) (µg/m3)	N° cadenze orarie maggiori di 200 µg/m^3
	Valori massimi orari		99,9° dei valori orari			
	NO_x	NO_2	NOx	NO2		
A	72	67	28	26	200	0
B	73	68	26	24	200	0
C	86	80	23	21	200	0
D	110	102	23	21	200	0
E	59	55	23	21	200	0
F	146	136	26	24	200	0
G	53	49	27	25	200	0

Tabella 9: Scenario A - valori di concentrazione orari massimi di NO2/NOx e 99,9° percentile dei valori orari.

Post.	NOx/NO_2 (µg/m3)				NO2 Valore limite orario (da non superare più di 18 volte in un anno) (µg/m3)	N° cadenze orarie maggiori di 200 µg/m^3
	Valori massimi orari		99,9° dei valori orari			
	NO_x	NO_2	NOx	NO2		
A	180	167	130	121	200	0
B	283	263	130	121	200	1
C	284	264	136	126	200	3
D	399	371	142	132	200	7
E	182	169	122	113	200	0
F	583	542	167	155	200	3
G	260	242	140	130	200	1

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Tabella 10: Scenario B - valori di concentrazione orari massimi di NO2/NOx e 99,9° percentile dei valori orari.

Post.	NOx/NO_2 (µg/m3)				NO2 Valore limite orario (da non superare più di 18 volte in un anno) (µg/m3)	N° cadenze orarie maggiori di 200 µg/m^3
	Valori massimi orari		99,9° dei valori orari			
	NO_x	NO_2	NOx	NO2		
A	168	156	113	105	200	0
B	263	245	116	108	200	1
C	262	244	119	111	200	2
D	372	346	127	118	200	6
E	163	152	117	109	200	0
F	540	502	145	135	200	3
G	224	208	127	118	200	1

La **soglia di allarme** sarà rispettata in entrambi gli scenari futuri ed in quello attuale.

Per valutare il rispetto dei valori orari (sono ammessi un numero massimo di superamenti del valore orario di 200 µg/m^3 pari a 18) è stato calcolato il 99.9 percentile dei valori orari sia degli NOx che degli NO2. Il valore assunto da questo parametro per gli NOx e gli NO2 è inferiore a 200 µg/m^3 e pertanto garantisce il pieno rispetto del valor orari su tutti i ricettori individuati.

Si evidenzia un leggero miglioramento nello scenario B.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Tabella 11: Scenario 0 - valori di concentrazione medie annuali di NO2/NOx.

Post.	NOx/NO2 Valori medi annuali (µg/m3)	NO2 valore limite annuale per la protezione della popolazione (µg/m3)	NOx Valore limite annuale per la protezione della vegetazione µg/m3
A	0,7	40	30
B	0,7	40	30
C	0,6	40	30
D	0,5	40	30
E	0,5	40	30
F	0,6	40	30
G	0,4	40	30

Tabella 12: Scenario A - valori di concentrazione medie annuali di NO2/NOx.

Post.	NOx/NO2 Valori medi annuali (µg/m3)	NO2 valore limite annuale per la protezione della popolazione (µg/m3)	NOx Valore limite annuale per la protezione della vegetazione µg/m3
A	5,5	40	30
B	4,5	40	30
C	4,0	40	30
D	3,5	40	30
E	2,0	40	30
F	4,0	40	30
G	2,5	40	30

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Tabella 13: Scenario B - valori di concentrazione medie annuali di NO2/NOx.

Post.	NOx/NO2 Valori medi annuali (µg/m3)	NO2 valore limite annuale per la protezione della popolazione (µg/m3)	NOx Valore limite annuale per la protezione della vegetazione µg/m3
A	5,0	40	30
B	4,0	40	30
C	3,5	40	30
D	3,0	40	30
E	2,0	40	30
F	3,7	40	30
G	2,5	40	30

I valori medi annuali risultano di circa un ordine di grandezza inferiori ai valori limite annuali.

Si evidenzia un leggero miglioramento nello scenario B.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

10.3 CO - CONCENTRAZIONI MASSIME SU 8 ORE

Nella tabella successiva sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per la CO.

I calcoli sono stati eseguiti su tutti i recettori sensibili individuati. Tutte le simulazioni sono state eseguite considerando l'effetto downwash utilizzando i parametri riportati nel capitolo 10.

Tabella 14: valori di concentrazione di picco su 8 ore **CO, scenario 0 e futuro.**

Post.	CO Valori di picco su 8 ore Scenario A (mg/m3)	CO Valori di picco su 8 ore Scenario A (mg/m3)	CO Valori di picco su 8 ore Scenario B (mg/m3)	CO Limite max su 8 ore mg/m3
A	0,001	0,1	0,07	10
B	0,001	0,1	0,10	10
C	0,001	0,1	0,08	10
D	0,001	0,1	0,07	10
E	0,001	0,1	0,06	10
F	0,001	0,1	0,07	10
G	0,001	0,1	0,07	10

I valori di concentrazione previsti risultano del tutto trascurabili in quanto inferiori ai valori limite di circa 2 ordini di grandezza negli scenari futuri e di circa 4 ordini di grandezza nello scenario 0.

L'impatto di questo inquinante è pertanto da ritenersi del tutto trascurabile.

Si evidenzia un leggero miglioramento nello scenario B.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

10.4 PMTOT - CONCENTRAZIONI MASSIME SULLE 24 H E MEDIE ANNUALI

Nelle tabelle successive sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per le PMtot confrontati con i valori limite previsti per le PM10 e PM2.5.

I calcoli sono stati eseguiti su tutti i recettori sensibili individuati. Tutte le simulazioni sono state eseguite considerando l'effetto downwash utilizzando i parametri riportati nel capitolo 10.

Tabella 15: Scenario 0: valori di concentrazione giornalieri massimi calcolati di PM_{tot}.

Post.	PM_{tot} Valori massimi giornalieri (µg/m3)	PM10 Limite giornaliero per la protezione della popolazione (da non superare più di 35 volte in un anno) (µg/m3)	N° di superamenti annuali del valore limite orario (n° max 35)
A	3	50	0
B	2	50	0
C	4	50	0
D	5	50	0
E	2	50	0
F	6	50	0
G	3	50	0

Tabella 16: Scenario futuro: valori di concentrazione giornalieri massimi calcolati di PM_{tot}.

Post.	PM_{tot} Valori massimi giornalieri (µg/m3)	PM10 Limite giornaliero per la protezione della popolazione (da non superare più di 35 volte in un anno) (µg/m3)	N° di superamenti annuali del valore limite orario (n° max 35)
A	4,7	50	0
B	5,5	50	0
C	7,0	50	0
D	8,5	50	0
E	3,3	50	0
F	12	50	0
G	7,5	50	0

Le massime concentrazioni giornaliere risultano sensibilmente inferiori valori limite orari previsti di circa un ordine di grandezza in tutti i ricettori.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Tabella 17: Scenario 0: valori di concentrazione medie annuali calcolati di PM_{tot}.

Post.	PM_{tot} Valori medi annuali (µg/m3)	PM10 Valore limite anno civile per la protezione della popolazione (µg/m3)	PM2.5 Valore limite anno civile per la protezione della popolazione (µg/m3)
A	0,3	40	25
B	0,3	40	25
C	0,3	40	25
D	0,3	40	25
E	0,1	40	25
F	0,3	40	25
G	0,2	40	25

Tabella 18: Scenario futuro: valori di concentrazione medie annuali calcolati di PM_{tot}.

Post.	PM_{tot} Valori medi annuali (µg/m3)	PM10 Valore limite anno civile per la protezione della popolazione (µg/m3)	PM2.5 Valore limite anno civile per la protezione della popolazione (µg/m3)
A	0,6	40	25
B	0,6	40	25
C	0,6	40	25
D	0,5	40	25
E	0,2	40	25
F	0,6	40	25
G	0,5	40	25

I valori medi annuali risultano di circa 1/2 ordini di grandezza inferiori ai valori limite annuali previsti per le PM10 e PM2.5.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

11 CONCLUSIONI

I risultati delle simulazioni indicano dei valori di concentrazione per la CO e le PMtot sensibilmente inferiori ai valori limite normativi attualmente previsti ad evidenza di uno scarso impatto sulla qualità dell'aria dell'ambiente circostante la cartiera.

Per quanto riguarda la CO i valori di picco raggiunti sui recettori fanno ritenere l'impatto di tale inquinante del tutto trascurabile.

Per le polveri, il cui contributo risulta peraltro sopravalutato in quanto le simulazioni sono state condotte sui valori emissivi delle Polveri totali, evidenziano un impatto sull'area circostante già di per se piuttosto contenuto e che dovrebbe risultare ulteriormente ridotto con i valori emissivi reali delle PM10 e PM2.5.

Per gli NOx i valori medi annuali evidenziano un impatto piuttosto limitato, circa un ordine di grandezza più basso rispetto ai valori limite annuali.

Per i valori orari l'impatto risulta più importante e comunque inferiore ai valori limite normativi con ampio margine di sicurezza, in quanto il numero di superamenti dei valori massimi orari è per tutti i ricettori sensibili individuati, ampiamente inferiore ai limiti normativi orari.

Lo scenario B, in cui i valori limite emissivi della CO e degli NOX dei cogeneratori (emissioni E16, EC21) sono ridotti, indicano una leggera riduzione dell'impatto sull'ambiente di questi inquinanti.

Pertanto è possibile affermare che con l'entrata in funzione delle nuove sorgenti emissive l'esercizio dell'attività avverrà nel rispetto dell'attuale normativa inerente la qualità dell'aria.

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

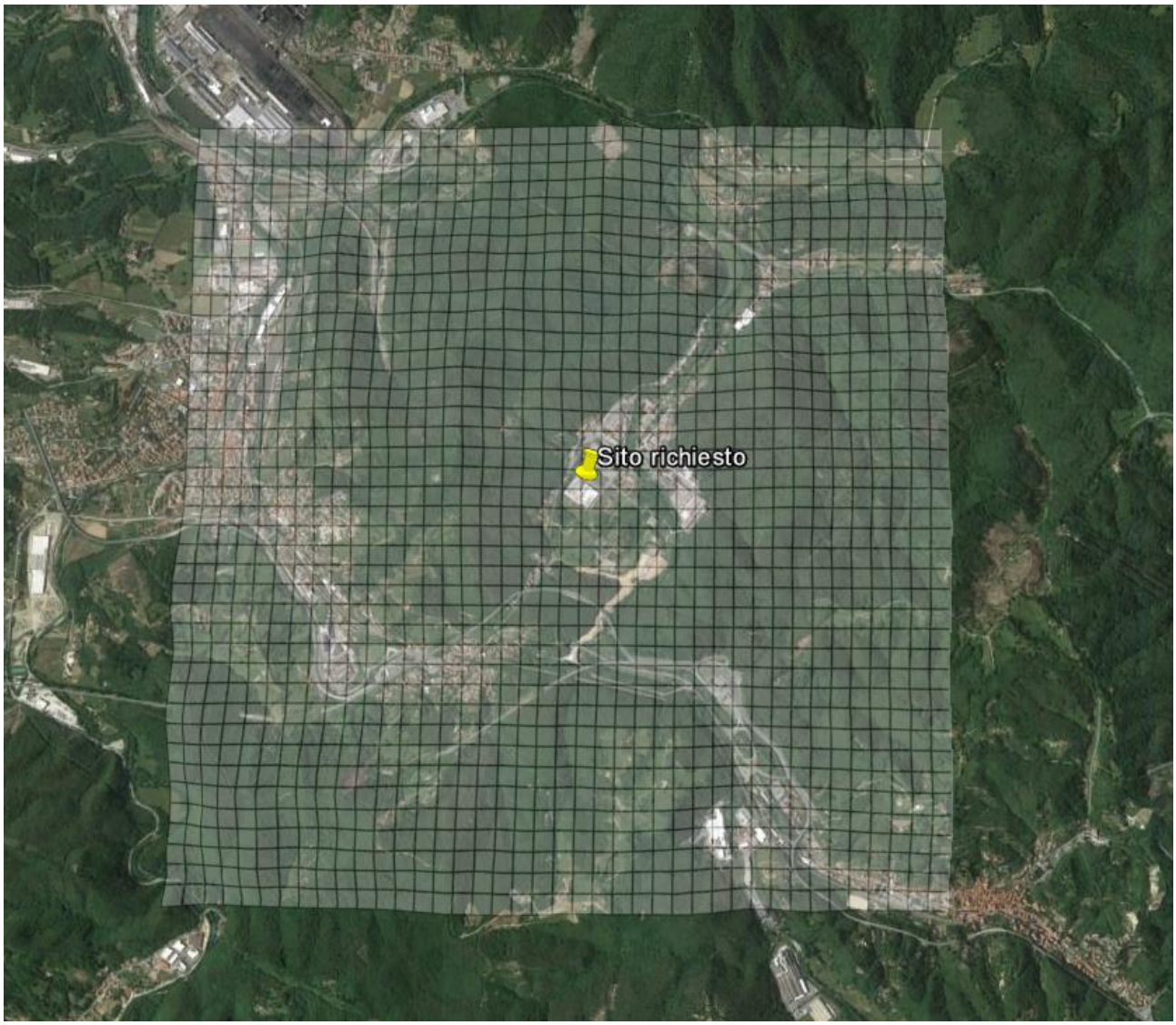
ALLEGATO I – CARATTERISTICHE FILE METEO

ECOL STUDIO S.p.A. - LABORATORIO ANALISI - CONSULENZA - FORMAZIONE - MEDICINA DEL LAVORO
SEDE OPERATIVA: Via dei Bichi, 293 - 55100 Lucca (Italia) - Tel. +39 0583 40011 - Fax +39 0583 400300 - info@ecolstudio.com www.ecolstudio.com
SEDE LEGALE: Via Bronzino, 9 – 20133 Milano (Italia) C.F./P.IVA 01484940463 – Iscr. Reg. Imprese Milano 01484940463 – Cap. Soc. 1.000.000,00 i.v.

Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | tel. +39 (0)2 2367490 | fax. +39 (0)2 45409619 | Informazioni: info@maindsupport.it | Website: www.maind.it

Milano 26 maggio 2015

Oggetto: Report fornitura dati su area 4x4 km^2 con centro nel punto di coordinate [44°21'16.76"N - 8°18'48.76"E], Ferrania (SV) per l'anno 2014

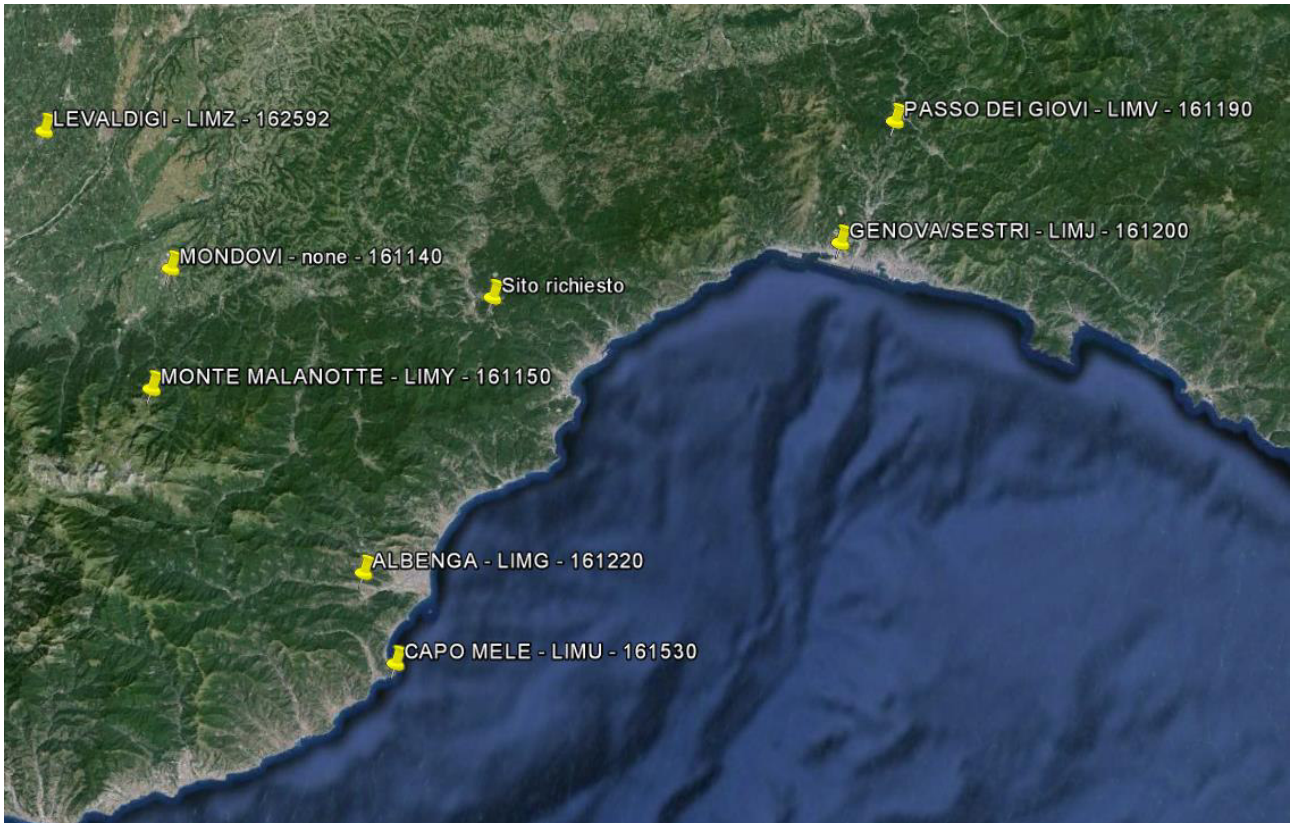


Caratteristiche del dominio richiesto:

Origine SW x = 443200.00 m E - y = 4909400.00 m N UTM fuso 32 – WGS84
Angolo NE x = 447200.00 m E - y = 4913400.00 m N UTM fuso 32 – WGS84
Dimensioni orizzontali totali 4 x 4 km^2
Risoluzione orizzontale (dimensioni griglia) dx = dy = 100 m
Risoluzione verticale (quota livelli verticali) 0-20-50-90-110-290-410-990-2010-2990-4010 m sul livello del suolo

I dati forniti sono stati ricostruiti per l'area descritta attraverso un'elaborazione "mass consistent" effettuata con il modello meteorologico CALMET con risoluzione 100 m per l'area richiesta utilizzando in input i dei dati rilevati nelle stazioni SYNOP ICAO presenti nell'area come mostrato nella figura seguente:

Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | tel. +39 (0)2 2367490 | Informazioni: info@maindsupport.it
| C.F. e P.IVA 09596850157 | fax. +39 (0)2 45409619 | Website: www.maind.it



Per ogni cella del dominio di calcolo sono state ricostruite le serie orare delle seguenti variabili

di superficie (quota di riferimento 10 m sul suolo):

- velocità orizzontale del vento (m/s)
- velocità verticale del vento (cm/s)
- direzione del vento (gradi da N)
- temperatura (K)
- umidità relativa (%)
- precipitazione (mm/h)
- altezza di miscelamento (m)
- friction velocity orizzontale u* (m/s)
- friction velocity verticale w* (cm/s)
- lunghezza di Monin-Obuchov (m)

profilometriche (alle quote 10-35-70-100-200-350-700 1500-2500-3500 m sul livello del suolo)

- velocità orizzontale del vento (m/s)
- velocità verticale del vento (cm/s)
- direzione del vento (gradi da N)
- temperatura (K)

La ricostruzione tridimesionale del campo meteo orario è stata fatta considerando le caratteristiche orografiche e morfologiche dell'area in esame.

Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | tel. +39 (0)2 2367490 | Informazioni: info@maindsupport.it
| C.F. e P.IVA 09596850157 | fax. +39 (0)2 45409619 | Website: www.maind.it

I dati in formato CALMET 6.42 per l'area richiesta relativamente al periodo [anno 2014] è contenuta nell'archivio Ferrania_2014.zip

L'archivio contiene i seguenti file:

- Report fornitura.pdf — questo file
- Cartiere_met.DAT — file meteo 3D in formato CALMET 6.42
- Rosa_dei_venti_Cartiere_2014.jpg — rosa dei venti per l'anno 2014 relativa alla cella contenente il sito richiesto
- Rosa_dei_venti_ Cartiere_2014.anl: — analisi di processamento dati per la realizzazione della Rosa dei venti di cui al file precedente.
- Rosa_dei_venti_su_mappa.jpg — Rosa dei venti su mappa Google

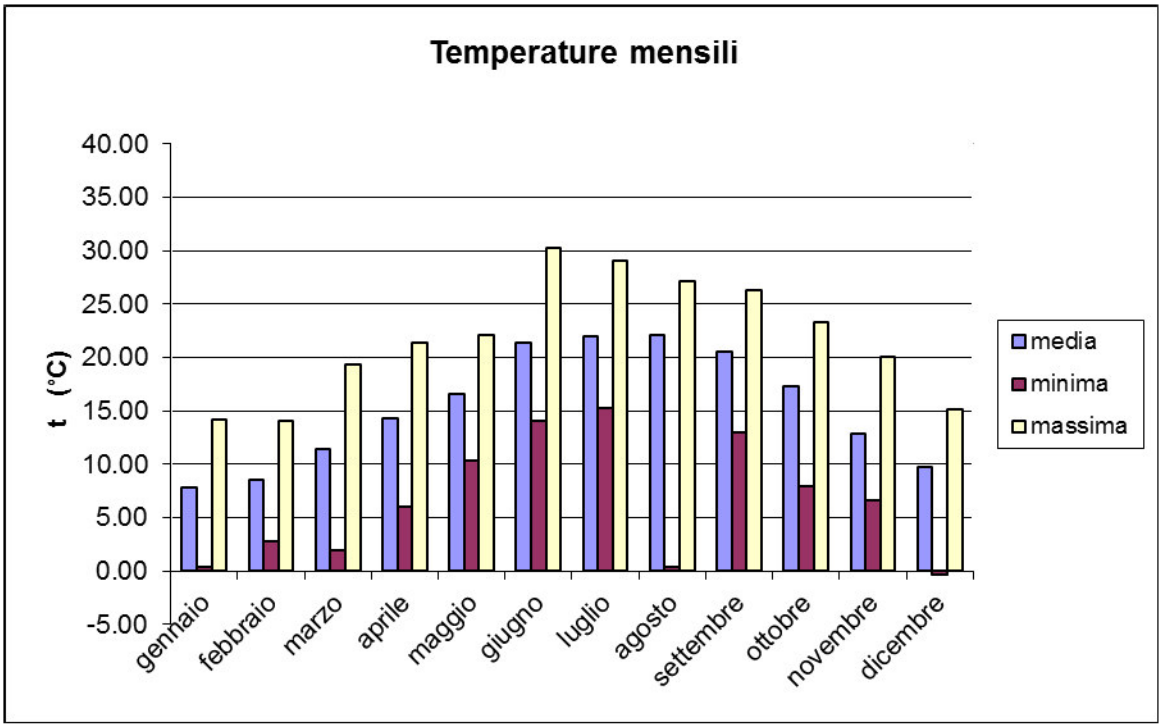
Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | tel. +39 (0)2 2367490 | fax. +39 (0)2 45409619 | Informazioni: info@maindsupport.it | Website: www.maind.it

Analisi statistica dati di superficie riferita al punti centrale dell'area richiesta

Temperatura

	Temperatura (°C)		
	Minima	Massima	Media
Anno	-0.31	30.27	15.39
Primavera	6.10	20.93	14.11
Estate	9.92	28.82	21.79
Autunno	9.15	23.20	16.88
Inverno	0.94	14.43	8.65
gennaio	0.40	14.20	7.77
febbraio	2.74	14.00	8.51
marzo	1.97	19.35	11.42
aprile	5.97	21.33	14.34
maggio	10.35	22.11	16.56
giugno	14.07	30.27	21.39
luglio	15.29	29.09	21.95
agosto	0.40	27.11	22.05
settembre	12.92	26.30	20.51
ottobre	7.90	23.31	17.33
novembre	6.63	20.00	12.82
dicembre	-0.31	15.10	9.68

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio

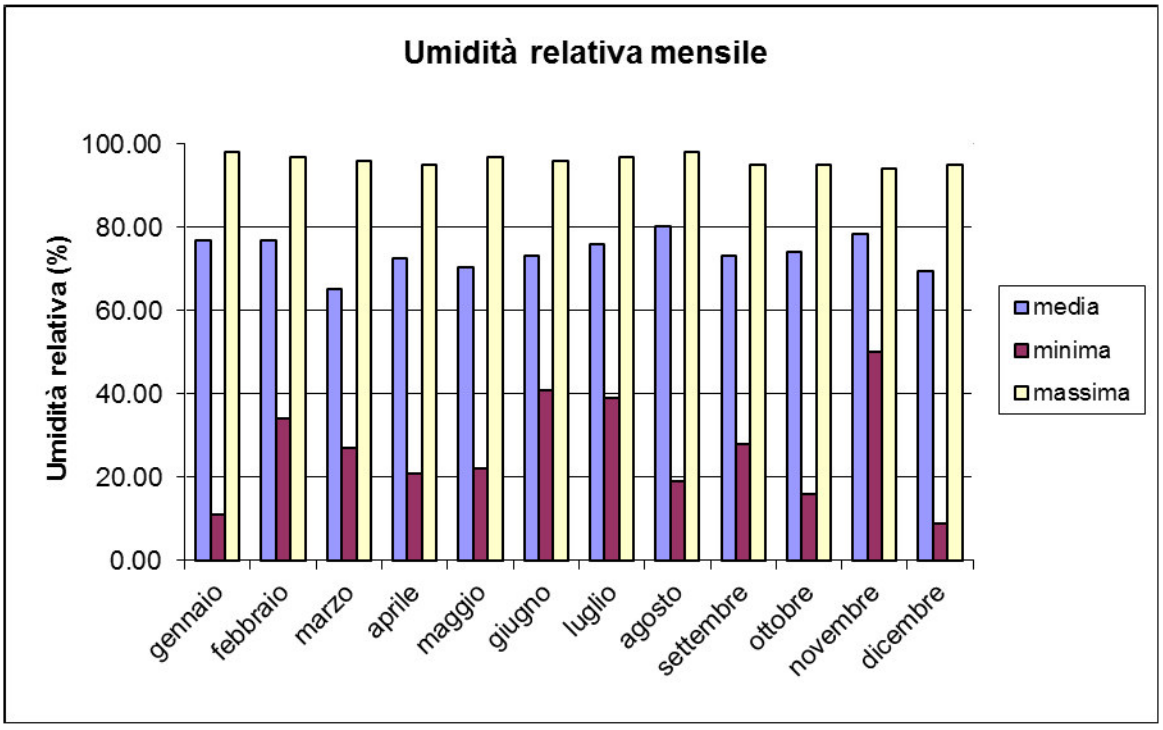


Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | tel. +39 (0)2 2367490 | fax. +39 (0)2 45409619 | Informazioni: info@maindsupport.it | Website: www.maind.it

Umidità relativa

	Umidità relativa (%)		
	Minima	Massima	Media
Anno	9.00	98.00	73.87
Primavera	23.33	96.00	69.41
Estate	33.00	97.00	76.48
Autunno	31.33	94.67	75.24
Inverno	18.00	96.67	74.49
gennaio	11.00	98.00	76.98
febbraio	34.00	97.00	77.01
marzo	27.00	96.00	65.10
aprile	21.00	95.00	72.71
maggio	22.00	97.00	70.42
giugno	41.00	96.00	73.12
luglio	39.00	97.00	75.97
agosto	19.00	98.00	80.37
settembre	28.00	95.00	73.15
ottobre	16.00	95.00	74.08
novembre	50.00	94.00	78.49
dicembre	9.00	95.00	69.48

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio

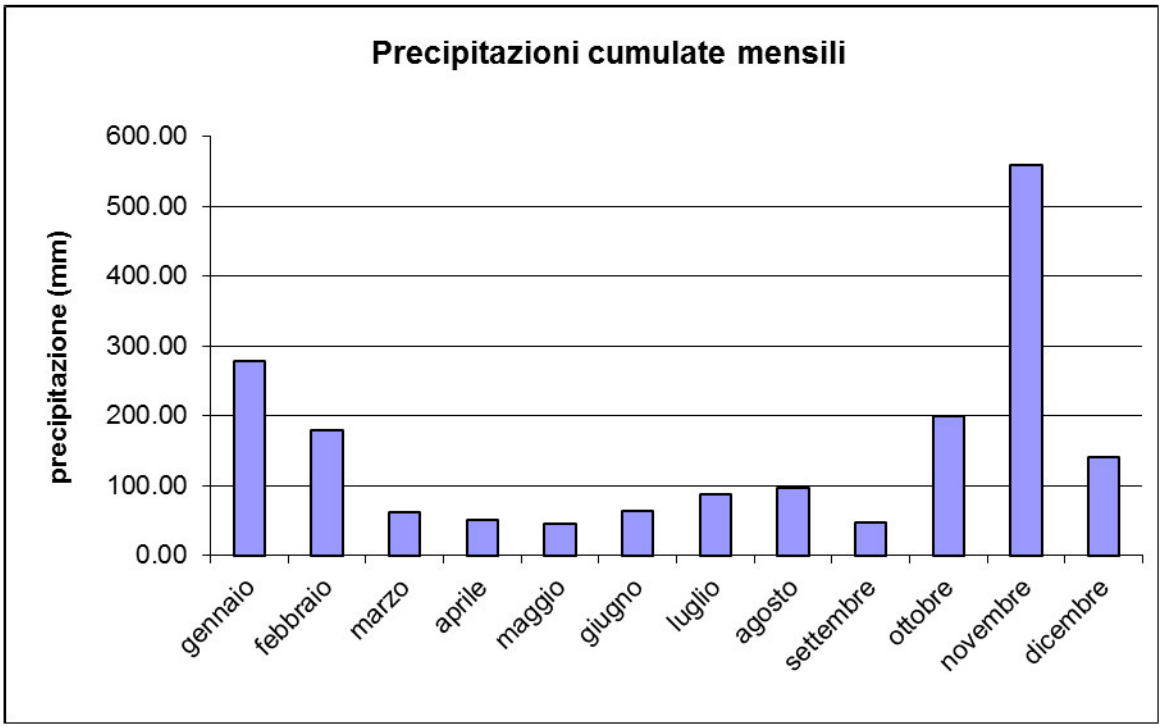


Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | tel. +39 (0)2 2367490 | fax. +39 (0)2 45409619 | Informazioni: info@maindsupport.it | Website: www.maind.it

Precipitazione

	Precipitazioni (mm)		
	Minima	Massima	Cumulata
Anno	0.00	15.00	1803.60
Primavera	0.00	1.53	157.56
Estate	0.00	6.41	246.96
Autunno	0.00	6.14	802.92
Inverno	0.00	4.29	596.16
gennaio	0.00	6.42	277.38
febbraio	0.00	3.76	178.44
marzo	0.00	1.43	61.38
aprile	0.00	1.37	51.54
maggio	0.00	1.80	44.64
giugno	0.00	1.53	63.90
luglio	0.00	15.00	86.94
agosto	0.00	2.70	96.12
settembre	0.00	2.44	46.26
ottobre	0.00	5.44	198.42
novembre	0.00	10.54	558.24
dicembre	0.00	2.70	140.34

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio



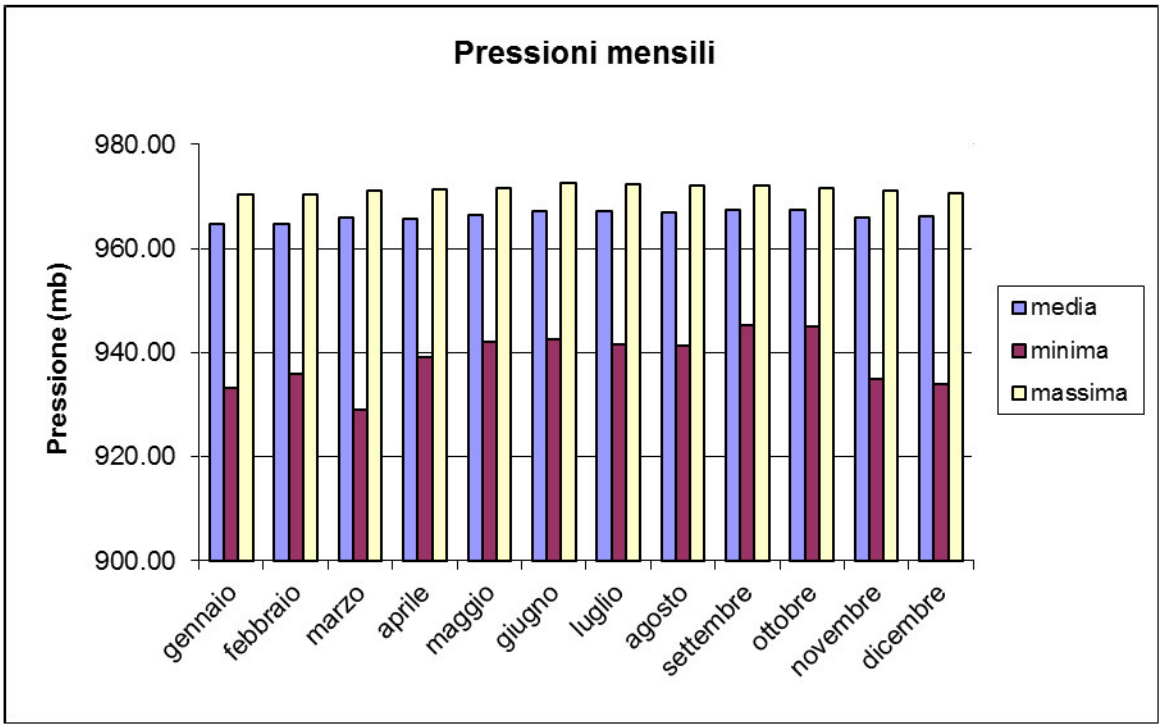
Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | tel. +39 (0)2 2367490 | fax. +39 (0)2 45409619 | Informazioni: info@maindsupport.it | Website: www.maind.it

Pressione

	Pressione (mb)		
	Minima	Massima	Cumulata
Anno	928.90	972.58	966.28
Primavera	936.73	971.30	965.95
Estate	941.87	972.39	967.06
Autunno	941.73	971.64	966.83
Inverno	934.30	970.40	965.23

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	933.20	970.36	964.70
febbraio	935.80	970.34	964.78
marzo	928.90	971.03	965.82
aprile	939.20	971.38	965.57
maggio	942.10	971.49	966.45
giugno	942.60	972.58	967.15
luglio	941.60	972.42	967.06
agosto	941.40	972.17	966.96
settembre	945.30	972.06	967.38
ottobre	945.10	971.65	967.31
novembre	934.80	971.20	965.80
dicembre	933.90	970.50	966.20



Velocità e direzione

Tabella A1 - Frequenze di accadimento per settore angolare di provenienza

Settore Angolare (*)	Classi di velocità (m/s)							Totali
	< 1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 10	> 10	
0	1.17	2.93	2.35	1.69	0.63	0.14	0.00	8.91
22.5	4.61	4.28	2.77	0.71	0.21	0.06	0.00	12.65
45	11.10	7.14	0.74	0.16	0.00	0.00	0.00	19.14
67.5	2.67	1.68	0.36	0.09	0.00	0.01	0.00	4.81
90	1.38	2.06	0.31	0.03	0.00	0.00	0.00	3.78
112.5	1.07	1.91	0.36	0.06	0.00	0.00	0.00	3.39
135	1.32	1.41	0.38	0.07	0.00	0.01	0.00	3.20
157.5	1.52	2.49	0.64	0.13	0.10	0.10	0.00	4.98
180	1.37	2.39	1.08	0.30	0.10	0.10	0.00	5.34
202.5	1.20	2.39	2.01	0.97	0.37	0.17	0.00	7.10
225	1.39	2.09	0.81	0.36	0.11	0.00	0.00	4.77
247.5	1.65	1.37	0.20	0.04	0.06	0.00	0.00	3.31
270	2.45	1.08	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	3.57
292.5	1.48	0.75	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	2.29
315	6.27	2.66	0.20	0.01	0.03	0.04	0.00	9.22
337.5	0.64	1.28	1.07	0.31	0.07	0.18	0.00	3.56
Totali	41.29	37.91	13.33	4.95	1.69	0.83	0.00	100.00

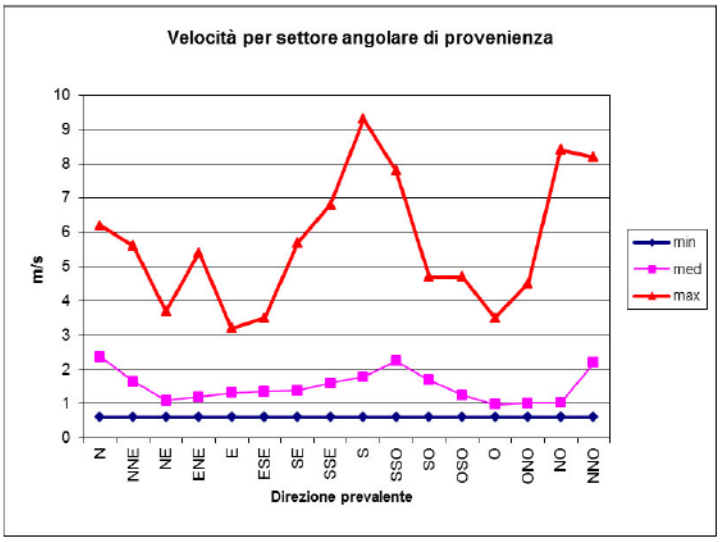
Tabella A2
Velocità per settore angolare (m/s)

min	med	max
0.6	2.363	6.2
0.6	1.642	5.6
0.6	1.095	3.7
0.6	1.196	5.4
0.6	1.321	3.2
0.6	1.359	3.5
0.6	1.382	5.7
0.6	1.592	6.8
0.6	1.778	9.3
0.6	2.237	7.8
0.6	1.684	4.7
0.6	1.245	4.7
0.6	0.975	3.5
0.6	1.012	4.5
0.6	1.026	8.4
0.6	2.192	8.2

Sono evidenziati in rosso i valori massimi relativi alle singole tabelle:
velocità prevalente per settore angolare di provenienza (tabella A1)
valori massimi di velocità per settore angolare di provenienza (tabella A2)

La rappresentazione grafica di queste informazioni è rappresentata nei grafici seguenti





Maind S.r.l Milano | P.za L. Da Vinci, 7 20133 Milano | C.F. e P.IVA 09596850157 | tel. +39 (0)2 2367490 | fax. +39 (0)2 45409619 | Informazioni: info@maindsupport.it | Website: www.maind.it

Rosa dei venti 2014

