

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE FACOLTÀ DI INGEGNERIA



Corso di laurea Triennale in Ingegneria Civile e Ambientale

Titolo

"La qualità dell'aria all'epoca del coronavirus: analisi dei dati di PM10 e PM2.5 in una postazione di fondo urbano"

"The air quality during SARS-CoV-2 lockdown: PM10 and PM2.5 concentrations and trends as perceived in an urban background air quality monitoring station."

Tesi di laurea di: SAID AL MERHABY

Relatrice: Maria Letizia Ruello Correlatrice: Chiara Giosuè

Anno Accademico 2020-2021

Contents

1. INTRODUZIONE	4
1.1. L'inquinamento atmosferico	4
2. PM10 e PM2,5	5
2.1. Caratteristiche	6
2.2. Origine	6
2.3. Effetti sulla salute	7
3. MISURE DI INTERVENTO.....	8
3.1. Consigli di comportamento individuale.....	8
3.1.1. Misure di intervento autorità pubblica.....	9
3.2. Piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme	10
3.3. Misure per il superamento delle soglie di informazione e di allarme.....	11
4. La qualità dell'aria nella Regione Marche	11
4.1. Limiti dei livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010	12
4.2. SINTESI STATO QUALITA' DELL'ARIA 2019	13
5. Rapporto PM2.5/PM10.....	15
6. La qualità dell'aria nelle Marche al tempo del Coronavirus	16
6.1. Rete di monitoraggio regionale	16
6.2. Le fase dell'emergenza CORONAVIRUS	18
7. PM10	19
7.1. Report Polveri progressivo	20
7.2. Report Polveri annuale	21
7.3. Trend Polveri giornaliero.....	22
8. PM2,5	22
8.1. Report Polveri progressivo	23
8.2. Report Polveri annuale	24
9. PM e condizioni meteo	25

9.1. Condizioni Meteorologiche e qualità dell'aria	26
9.2. Lo strato limite.....	27
10. Risultati	27
10.1. Raccolta dati PM.....	27
10.1.1. Analisi del rapporto di PM _{2,5} /PM ₁₀ dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona	28
Cittadella.....	28
10.1.2. Analisi del rapporto PM ₁₀ dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella	29
10.1.3. Analisi del rapporto PM _{2,5} dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella	29
10.1.4. Analisi del rapporto NO ₂ dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella	30
10.1.5. Analisi del rapporto PM _{2,5} /PM ₁₀ dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona	30
Cittadella.....	30
10.1.6. Analizzatori di PM ₁₀ dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella	31
10.1.7. Analizzatori di PM _{2,5} dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella	31
10.1.8. Analizzatori di NO ₂ dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella	32
10.2. Raccolta dati meteo.....	32
10.2.1. Analizzatori di Temperatura dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella...	32
10.2.2. Analizzatori di Umidita' dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella.....	33
10.2.3. Analizzatori di Umidita' dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella.....	34
10.2.4. Analizzatori di Temperatura dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella...	34
10.2.5. Analizzatori di Umidita dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella	35
11. Raccolta dati su riduzione attività	36
11.1. Le attuali elaborazioni	36
11.2. Discussione.....	37
12. I DATI DI TRAFFICO MENSILI AL CENTRO A maggio 2020	38
13. I dati di traffico mensili al Centro a giugno 2020	41
14. Conclusione	43
15. Bibliografia.....	44

1. INTRODUZIONE

Secondo uno studio Oms condotto nelle 8 maggiori città italiane, ha rivelato che nella popolazione di oltre trenta anni il 4,7% di tutti i decessi osservati nel 1998, pari a 3.472 casi, è attribuibile a concentrazioni di Pm-10 superiori a $30\mu\text{g}/\text{m}^3$. In altre parole, portando le polveri sottili a livelli accettabili nelle nostre città, si potrebbero prevenire circa 3.500 morti all'anno.

Anche migliaia di ricoveri per cause respiratorie e cardiovascolari e decine di migliaia di casi di bronchite acuta e asma fra i bambini al di sotto dei quindici anni potrebbero essere evitati riducendo le concentrazioni di Pm-10.

La sigla Pm Viene utilizzata per identificare le particelle aereodispersi. Questa sigla sta per "Particulate Matter" ed è il termine generale usato per un mix di particelle solide e liquide che si trovano in sospensione nell'aria.

Alcune particelle sono grandi o dense abbastanza da poterle vedere come polvere o fumo, altre sono così piccole che possono essere individuate solo con un microscopio elettronico.

Queste particelle, di diametro vario ("sottili" sono quelle più piccole di 2,5 micrometri – μm – di diametro) hanno origine da industrie, apparecchiature e mezzi in movimento. Quelle sottili (Pm_{2,5}) vengono dai motori dei veicoli, dai generatori, dagli stabilimenti industriali, ma anche da incendi boschivi e fonti naturali.

Le particelle di maggior diametro (Pm-10) sono generalmente emesse da una varietà di fonti, dal transito dei veicoli sulle strade, dai cantieri, perfino dall'erosione dei suoli da parte del vento.

In altri casi, gas quali il biossido di zolfo, o, gli ossidi d'azoto interagiscono con altri composti nell'aria, chimici o fisici, a formare microparticelle la cui composizione varia a seconda dei luoghi, delle condizioni meteo, della stagione.

1.1. L'inquinamento atmosferico

L'inquinamento atmosferico si riferisce al rilascio nell'aria di sostanze inquinanti dannose per la salute umana e per il pianeta nel suo complesso.

La combustione di combustibili fossili rilascia gas e sostanze chimiche nell'aria. E in un circolo vizioso particolarmente distruttivo, l'inquinamento atmosferico non solo contribuisce al cambiamento climatico, ma ne viene anche esacerbato. L'inquinamento atmosferico sotto forma di anidride carbonica e metano aumenta la temperatura della terra", dice Walke. "Un altro tipo di inquinamento atmosferico è poi peggiorato dall'aumento del calore: lo smog si forma quando il clima è più caldo e ci sono più radiazioni ultraviolette". Il cambiamento climatico aumenta anche la produzione di inquinanti atmosferici allergenici tra cui muffe (grazie alle condizioni di umidità causate da condizioni meteorologiche estreme e aumento delle inondazioni) e pollini (a causa di una stagione pollinica più lunga e di una maggiore produzione di polline).



Slika 1: **Ogni tipo di combustione produce polveri sottili.**

2. **PM10 E PM2,5**

Le polveri fini, denominate PM10, sono delle particelle inquinanti presenti nell'aria che respiriamo. Queste piccole particelle possono essere di natura organica o inorganica e presentarsi allo stato solido o liquido. Le particelle sono capaci di adsorbire sulla loro superficie diverse sostanze con proprietà tossiche quali solfati, nitrati, metalli e composti volatili.

Le polveri fini vengono classificate secondo la loro dimensione, che può determinare un diverso livello di nocività. Infatti, più queste particelle sono piccole più hanno la capacità di penetrare nell'apparato respiratorio.

Le PM10 possono essere inalate e penetrare nel tratto superiore dell'apparato respiratorio, dal naso alla laringe.

Le PM2,5 possono essere respirate e spingersi nella parte più profonda dell'apparato, fino a raggiungere i bronchi.

Le polveri ultrafini potrebbero essere addirittura in grado di filtrare fino agli alveoli e ancora più in profondità nell'organismo e, si sospetta, entrare nel circolo sanguigno e poi nelle cellule.

PM10: diametro inferiore a 10 μm PM2,5:

di diametro inferiore a 2,5 μm polveri ultrafini: UFP,

di diametro inferiore ad 0,1 μm

Il PM10 è la frazione di particelle raccolte con un sistema di selezione avente efficienza stabilita dalla norma (UNI EN12341/2001) e pari al 50% per il diametro aerodinamico di 10 μm . Spesso, in modo improprio, si definisce il PM10 come la frazione di particelle con diametro uguale o inferiore a 10 μm . Considerazioni analoghe valgono per il PM2.5 (UNI EN14907/2005).

2.1. Caratteristiche

Il particolato atmosferico è un insieme di particelle, solide e liquide, con una grande varietà di caratteristiche fisiche, chimiche, geometriche e morfologiche. Le sorgenti possono essere di tipo naturale (erosione del suolo, spray marino, vulcani, incendi boschivi, dispersione di pollini, etc.) o antropogenico (industrie, riscaldamento, traffico veicolare e processi di combustione in generale).

Può essere di tipo primario se immesso in atmosfera direttamente dalla sorgente o secondario se si forma successivamente, in seguito a trasformazioni chimico-fisiche di altre sostanze. Si tratta, dunque, di un inquinante molto diverso da tutti gli altri, presentandosi non come una specifica entità chimica ma come una miscela di particelle dalle più svariate proprietà. I maggiori componenti del particolato atmosferico sono il solfato, il nitrato, l'ammoniaca, il cloruro di sodio, il carbonio, le polveri minerali e si stima che in alcuni contesti urbani più del 50% sia di origine secondaria.

2.2. Origine

Le fonti principali di polveri fini sono due:

- ✦ fonti naturali
- ✦ incendi boschivi
- ✦ attività vulcanica
- ✦ polveri, terra e sale marino alzati dal vento (il cosiddetto aerosol marino)
- ✦ pollini e spore
- ✦ erosione di rocce
- ✦ fonti antropogeniche
- ✦ traffico veicolare, sia dei mezzi diesel che benzina
- ✦ uso di combustibili solidi per il riscaldamento domestico (carbone, legna e gasolio)
- ✦ residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture ✦ attività industriale

Il livello di concentrazione delle PM10 nelle aree urbane aumenta nel periodo autunno-inverno, cioè quando al traffico veicolare si aggiungono le emissioni di polveri derivanti dall'accensione degli impianti di riscaldamento, in modo particolare quelli alimentati a biomasse legnose.

Le condizioni meteorologiche di questo periodo, inoltre, favoriscono un innalzamento del livello delle polveri fini. Fenomeni atmosferici come quello dell'inversione termica, infatti, causano lo schiacciamento delle polveri al suolo e ne impediscono la dispersione.



Slika 2: I motori diesel sono più inquinanti rispetto ai motori a benzina. Per questo motivo si sta cercando di disincentivarne l'uso, riducendo così il contenuto di Pm nell'aria

2.3. Effetti sulla salute

Studi epidemiologici, confermati anche da analisi cliniche e tossicologiche, hanno dimostrato come l'inquinamento atmosferico abbia un impatto sanitario notevole; quanto più è alta la concentrazione di polveri fini nell'aria, infatti, tanto maggiore è l'effetto sulla salute della popolazione.

Gli effetti di tipo acuto, sono legati ad una esposizione di breve durata (uno o due giorni) a elevate concentrazioni di polveri contenenti metalli. Questa condizione può provocare infiammazione delle vie respiratorie, come crisi di asma, o inficiare il funzionamento del sistema cardiocircolatorio.

Gli effetti di tipo cronico dipendono, invece, da una esposizione prolungata ad alte concentrazioni di polveri e possono determinare sintomi respiratori come tosse e catarro, diminuzione della capacità polmonare e bronchite cronica. Per soggetti sensibili, cioè persone già affette da patologie polmonari e cardiache o asmatiche, è ragionevole temere un peggioramento delle malattie e uno scatenamento dei sintomi tipici del disturbo.

Studi condotti in materia hanno anche registrato un aumento dei ricoveri ospedalieri e della mortalità per patologie respiratorie e cardiache direttamente riferibili all'inquinamento da polveri.

TABELLA 1: I PARAMETRI NORMATIVI

Obiettivi e limiti di legge per la protezione della salute umana		
Inquinante	Tipo di Limite	Limite
PM10	Limite Giornaliero	50 µg/m ³ da non superarsi per più di 35 giorni all'anno
	Limite Annuale	40 µg/m ³ media annua
PM2.5	Limite annuale	25 µg/m ³ media annua (dal 2015)

3. MISURE DI INTERVENTO

3.1. Consigli di comportamento individuale

Adottando un comportamento più consapevole tutti i cittadini possono contribuire quotidianamente alla riduzione dell'inquinamento da polveri fini, ecco alcuni consigli:

- ✦ usare di meno e meglio l'automobile
- ✦ far controllare periodicamente il motore e il consumo dei pneumatici dell'auto
- ✦ privilegiare nell'acquisto di un'auto nuova modelli a metano o GPL e comunque meno inquinanti
- ✦ praticare il carpool, ovvero usare la stessa macchina in più persone
- ✦ ridurre la velocità di marcia
- ✦ muoversi in bicicletta o a piedi usare i mezzi pubblici

L'aumento delle concentrazioni delle PM10 è determinato anche dalla produzione di energia. È quindi opportuno:

- ✦ spegnere le luci quando si esce da una stanza
- ✦ spegnere il riscaldamento o il condizionatore quando non è necessario
- ✦ preferire il ventilatore al condizionatore d'aria
- ✦ utilizzare impianti di riscaldamento a biomasse legnose ad alta efficienza

+ metano / + GPL / + passeggeri in un'auto / meno condizionatore / meno spreco di energia



Slika 3: **INQUINAMENTO ATMOSFERICO (EFFETTI SULLA SALUTE)**

3.1.1. Misure di intervento autorità pubblica

Il decreto 13 agosto 2010 n.155 recepisce la direttiva n. 2008/50/CE e sostituisce le disposizioni di attuazione della direttiva 2004/107/CE, istituendo un quadro normativo unitario in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente finalizzato a:

- a) individuare obiettivi di qualità dell'aria ambiente volti a evitare, prevenire o ridurre effetti nocivi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) valutare la qualità dell'aria ambiente sulla base di metodi e criteri comuni su tutto il territorio nazionale;
- c) ottenere informazioni sulla qualità dell'aria ambiente come base per individuare le misure da adottare per contrastare l'inquinamento e gli effetti nocivi dell'inquinamento sulla salute umana e sull'ambiente e per monitorare le tendenze a lungo termine, nonché i miglioramenti dovuti alle misure adottate;
- d) mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove buona, e migliorarla negli altri casi;
- e) garantire al pubblico le informazioni sulla qualità dell'aria ambiente;

f) realizzare una migliore cooperazione tra gli Stati dell'Unione europea in materia di inquinamento atmosferico.

3.2. Piani per la riduzione del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme

1. Le regioni e le province autonome adottano piani d'azione nei quali si prevedono gli interventi da attuare nel breve termine per i casi in cui insorga, presso una zona o un agglomerato, il rischio che i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, commi 2 e 3, superino le soglie di allarme previste all'allegato XII. In caso di rischio di superamento delle soglie di allarme di cui all'allegato XII, paragrafo 2, i piani d'azione sono adottati se, alla luce delle condizioni geografiche, meteorologiche ed economiche, la durata o la gravità del rischio o la possibilità di ridurlo risultano, sulla base di un'apposita istruttoria, significative.

2. Le regioni e le province autonome possono adottare piani d'azione nei quali si prevedono gli interventi da attuare nel breve termine per i casi in cui insorga, presso una zona o un agglomerato, il rischio che i livelli degli inquinanti di cui all'articolo 1, commi 2 e 3, superino i valori limite o i valori obiettivo previsti dagli allegati VII e XI. All'adozione si procede nel caso in cui sia possibile individuare le situazioni previste al comma 3.

3. Nei casi previsti al comma 2 i piani d'azione hanno ad oggetto specifiche circostanze contingenti, non aventi carattere strutturale o ricorrente, che possono causare un superamento o che possono pregiudicare il processo di raggiungimento dei valori limite o di perseguimento dei valori obiettivo e che, per effetto di tale natura, non sono prevedibili e contrastabili attraverso i piani e le misure di cui agli articoli 9 e 13.

4. Gli interventi previsti nei piani d'azione sono diretti a ridurre il rischio o a limitare la durata del superamento. I piani d'azione possono prevedere, se necessario per le finalità di legge, interventi finalizzati a limitare oppure a sospendere le attività che contribuiscono all'insorgenza del rischio di superamento dei valori limite, dei valori obiettivo e delle soglie di allarme. Gli indirizzi formulati dalla Commissione europea ai sensi dell'articolo 24 della direttiva 2008/50/CE integrano i requisiti previsti dal presente articolo per l'adozione dei piani d'azione.

5. Le regioni e le province autonome che adottano un piano d'azione mettono a disposizione del pubblico, nei modi previsti all'articolo 18, le informazioni relative ai risultati dell'istruttoria svolta circa la fattibilità del piano e le informazioni relative ai contenuti ed all'attuazione del piano. Nel pubblico sono inclusi i soggetti previsti all'articolo 18, comma 4.

6. Ai fini dell'elaborazione e dell'attuazione dei piani previsti dal presente articolo si applica l'articolo 9, comma 7.

3.3. Misure per il superamento delle soglie di informazione e di allarme

1. Se, in una zona o in un agglomerato, i livelli degli inquinanti superano, sulla base delle valutazioni di cui agli articoli 5 e 8, la soglia di informazione o una soglia di allarme prevista all'allegato XII, le regioni o le province autonome adottano tutti i provvedimenti necessari per informare il pubblico in modo adeguato e tempestivo attraverso radio, televisione, stampa, internet o qualsiasi altro opportuno mezzo di comunicazione.

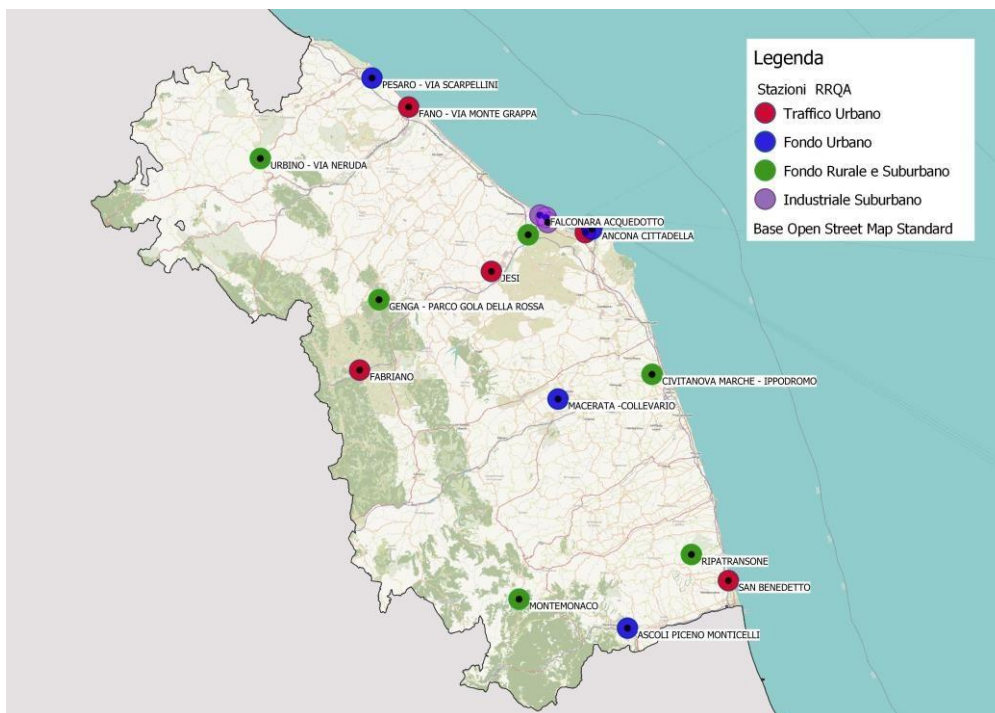
2. In caso di superamento della soglia di informazione o delle soglie di allarme, le regioni e le province autonome trasmettono al Ministero dell'ambiente informazioni circa i livelli misurati e la durata del superamento entro lo stesso termine previsto all'articolo 19, comma 8, lettera a), numero 1). Il Ministero dell'ambiente comunica tali informazioni alla Commissione europea e al Ministero della salute nei termini previsti all'articolo 19, comma 9, lettera e), in caso di soglie riferite all'ozono, ed entro tre mesi dalla data della misurazione in caso di soglie riferite ad altri inquinanti.

4. LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLA REGIONE MARCHE

Il D.Lgs. n. 155/2010 “Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell’aria ambiente e per un’aria più pulita in Europa”, modificato con D.Lgs. n. 250/2012, DM 05 maggio 2015 e DM 26 gennaio 2017, è la normativa nazionale di riferimento per la pianificazione regionale in merito alla gestione della qualità dell’aria.

La normativa regola le concentrazioni in aria ambiente degli inquinanti: biossido di zolfo (SO₂), biossido di azoto (NO₂), ossidi di azoto (NO_X), monossido di carbonio (CO), particolato (PM₁₀ e PM_{2.5}), piombo (Pb), benzene (C₆H₆), oltre alle concentrazioni di ozono (O₃) e ai livelli nel particolato PM₁₀ di alcuni parametri, quali cadmio (Cd), nichel (Ni), arsenico (As), e Benzo(a)pirene (BaP).

La qualità dell’aria nella Regione Marche è valutata attraverso la Rete regionale di Rilevamento della Qualità dell’Aria (R.R.Q.A.) costituita attualmente da 17 centraline fisse e 2 laboratori mobili, gestite da ARPAM ai sensi della DGR n. 1600 del 27 novembre 2018.



Slika 4: ARPAM METTE A DISPOSIZIONE I DATI VALIDATI, ACQUISITI DALLE CENTRALINE, NELL'APPLICATIVO ONLINE DELLA RETE REGIONALE DELLA QUALITA' DELL'ARIA

Per valutare la qualità dell'aria sull'intero territorio regionale, le misurazioni effettuate con le stazioni fisse della rete di monitoraggio regionale sono integrate con specifiche tecniche di modellizzazione.

I modelli matematici diffusivi e predittivi sono strumenti fondamentali per valutare la diffusione degli inquinanti atmosferici nel territorio e per la loro previsione di concentrazione.

Alcuni dei vantaggi che derivano nell'uso dei modelli sono:

- valutare la qualità dell'aria nelle zone in cui non sono presenti stazioni di misurazione;
- comprendere le relazioni di causa/effetto tra fonti emissive e concentrazione degli inquinanti;
- discriminare i contributi tra differenti sorgenti;
- ottenere campi di isoconcentrazione al suolo degli inquinanti;
- valutare l'impatto di nuovi impianti, insediamenti o infrastrutture;
- valutare dell'impatto di inquinanti non monitorati;
- valutare l'efficacia delle misure di contenimento delle emissioni in atmosfera.

4.1. Limiti dei livelli di concentrazione stabiliti dal D.lgs. 155/2010

TABELLA 2: RAPPRESENTA I LIMITI DI CONCENTRAZIONI PER L'INQUINANTE PM10

Inquinante					Limite	Numero	Soglia val. sup.	Soglia val. inf.
------------	--	--	--	--	--------	--------	------------------	------------------

	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	Soglia Allarme		sup./anno				
							livello	sup./anno	livello	sup./anno
PM10	salute umana	media 24ore	µg/m ³		50	35/anno	35	35/anno	25	35/anno
	salute umana	media annuale	µg/m ³		40		28		20	

TABELLA 3: RAPPRESENTA I LIMITI DI CONCENTRAZIONI PER L'INQUINANTE PM2,5

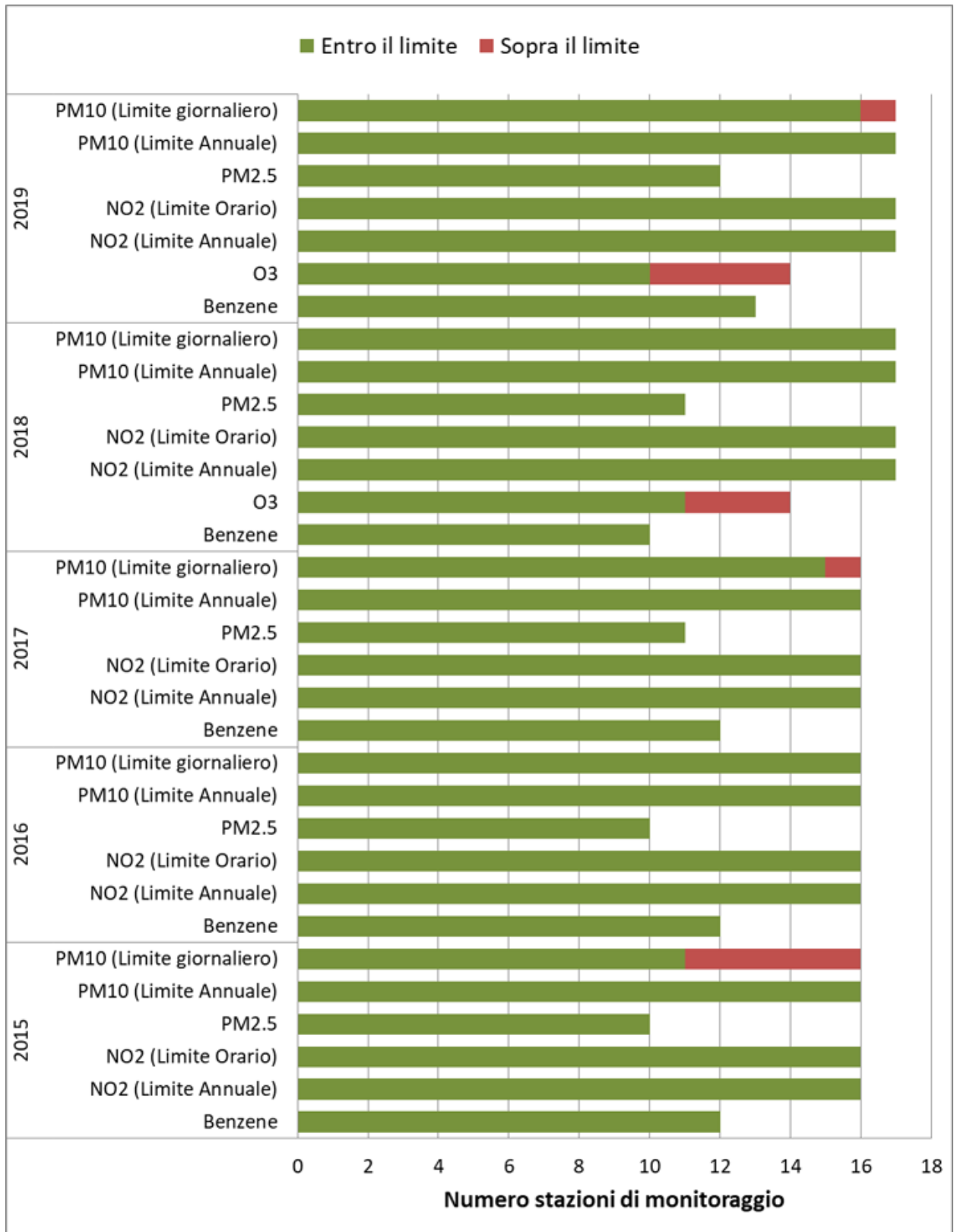
Inquinante	Tipo protezione	Indice statistico	Unità di misura	limite per l'anno 2008	limite per l'anno 2009	limite per l'anno 2010	limite per l'anno 2011	limite per l'anno 2012	limite per l'anno 2013	limite per l'anno 2014	limite per l'anno 2015	livello Soglia val. sup.	Livello Soglia val. inf.
PM2,5	salute umana	media annuale	µg/m ³	≤ 30	≤ 29	≤ 29	≤ 28	≤ 27	≤ 26	≤ 26	≤ 25	17	12

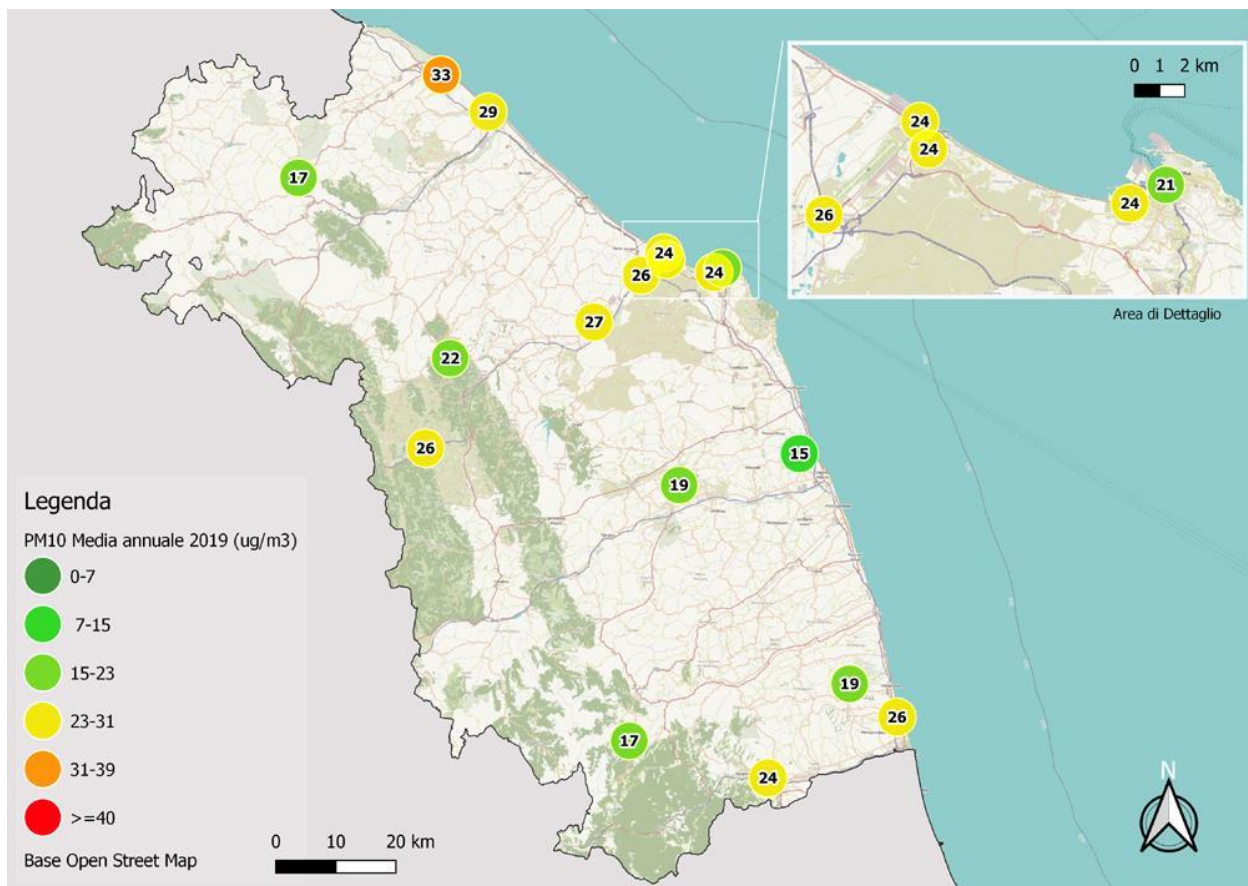
4.2. SINTESI STATO QUALITA' DELL'ARIA 2019

Nel 2019 i parametri monitorati dalle Rete RRQA nella maggior parte dei casi hanno rispettato i valori limite per la protezione della salute (D.Lgs.155/2010).

Nel grafico seguente si riporta il numero di stazioni che rispettano/non rispettano i valori limite nel periodo 2015-2019: nel 2019 il parametro Ozono (O3) ha superato il valore obiettivo per la protezione della salute umana in 4 stazioni della Rete; il PM10 ha superato il numero massimo di superamenti (pari a 35/anno) in una stazione.

GRAFICO 1: il numero di stazioni che rispettano/non rispettano i valori limite nel periodo 2015-2019





Slika 5: LA MEDIA ANNUALE DI PM10 NEL 2019

5. RAPPORTO PM2.5/PM10

Poiché la frazione PM10 include quella PM2.5, il rapporto tra le concentrazioni delle due grandezze di particolato, quella con $\leq 2.5 \mu\text{m}$ e da $\leq 10 \mu\text{m}$ ci permette di conoscere quale dimensione delle particelle è maggiormente presente in atmosfera. Il rapporto varia anche in funzione del tipo di area e del tipo di stazione utilizzata nel punto di misurazione, per cui è possibile avere valori minimi e massimi del rapporto ricadenti in diversi periodi dell'anno a seconda della zona e della stazione che stiamo osservando.

Dal rapporto tra le due frazioni di particolato ci si aspetta sempre delle variazioni che possono essere osservabili sia a breve che a lungo termine (Gang Xu et al 2017). Per breve termine ci riferiamo alle variazioni delle concentrazioni durante il giorno usando le medie orarie. Mentre quando si analizzano le variazioni a lungo periodo si osservano su un arco temporale che può avere durata mensile o stagionale riferito alle concentrazioni medie giornaliere. Le variazioni delle concentrazioni orarie e giornaliere possono essere causate sia da fattori antropici come la diminuzione o l'aumento del trasporto su strada, orari di attività delle fabbriche oppure associate a cause naturali da attribuire alle condizioni meteorologiche che influenzano più di ogni altro fattore la dispersione degli inquinanti. Un risultato atteso è la variazione stagionale del rapporto PM2.5/PM10 da associare ai parametri climatici quali velocità del vento, temperatura, umidità caratteristici di ogni stagione.

6. LA QUALITÀ DELL'ARIA NELLE MARCHE AL TEMPO DEL CORONAVIRUS

L'emergenza da diffusione del virus CoViD-19 in Italia e nelle Marche ha portato all'emanazione di una serie di provvedimenti ed ordinanze sia regionali che nazionali che hanno profondamente cambiato le abitudini quotidiane e gli stili di vita dei cittadini, imponendo in particolare forti restrizioni agli spostamenti.

ARPA Marche ha condotto una prima analisi dei dati della qualità dell'aria confrontando i valori di Marzo 2020 rispetto ai mesi precedenti dello stesso anno e agli stessi mesi del triennio 2017/2019, per stimare le variazioni degli inquinanti Polveri (PM10) e Ossidi di Azoto (NO2) in relazione alla diminuzione del traffico veicolare legata al rispetto dei provvedimenti.

I dati provenienti dalla rete di monitoraggio della qualità dell'aria nel mese di Marzo 2020 mostrano una generale riduzione delle concentrazioni medie giornaliere di NO2 e, in misura minore, una leggera riduzione delle concentrazioni medie giornaliere di PM10. La diminuzione degli inquinanti è più significativa presso le stazioni di traffico urbano.

6.1. Rete di monitoraggio regionale

La zonizzazione del territorio in aree omogenee presentata dall'art. 5 del decreto legislativo 155 è affidata alle regioni e alle provincie autonome sulla base di criteri esposti nel suddetto decreto. La zonizzazione risulta essere un presupposto centrale sul quale si organizza la valutazione della qualità dell'aria che con scopo di valutare il grado di inquinamento dell'aria attraverso misurazioni e altre tecniche di supporto come la modellazione.

La suddivisione prioritizza gli agglomerati urbani agli altri tipi di zone, selezionati in base a caratteristiche quali assetto urbanistico, densità abitativa. Mentre le altre zone vengono classificate in base principalmente al carico emissivo, grado di urbanizzazione e caratteristiche orografiche e meteo-climatiche. Il fine di tutto è trovare zone che abbiano uno o più aspetti simili nel determinare i livelli di inquinamento e che possano essere considerate come zone omogenee. La zonizzazione effettuata da parte della regione Marche viene definita in due tipi di zone:

- ✦ Zona A – i livelli di uno o più inquinanti eccedono il valore limite
- ✦ Zona B – i livelli degli inquinanti sono inferiori ai valori limite e tali da non comportare il rischio di superamento degli stessi. Come bene si può intuire le zone "A" sono maggiormente individuate sulla costa marchigiana là dove risulta una forte urbanizzazione, mentre le zone "B" coprono tutto l'entroterra. Una volta individuate le zone da risanare e quelle da conservare risulta più semplice trovare punti strategici al rilevamento delle emissioni inquinanti a seconda dell'origine delle emissioni. Come detta la normativa le misurazioni sono obbligatorie attraverso la misurazione in siti fissi laddove i valori degli inquinanti sono superiori o compresi all'interno dei limiti citati nel decreto, diversamente possono essere utilizzate tecniche di modellazione nelle zone in cui i valori degli inquinanti sono inferiori alla rispettiva soglia di valutazione inferiore.

La misurazione in siti fissi si compone di centraline per il monitoraggio ambientale con la finalità di rilevare le concentrazioni degli inquinanti localizzate in siti permanenti con campionamenti che possono essere di tipo continuo o discontinuo.

Un'importante raccomandazione presente sulla normativa è evitare l'inutile eccesso di stazioni di misurazione nel rispetto dei canoni di efficienza, efficacia ed economicità. Le stazioni di misurazione possono essere di diverse tipologie basate principalmente sul tipo di zona in cui sono ubicate e al tipo di stazione. Vengono classificate in:

a. Tipo stazione

- ✦ Traffico: Posizionata in modo tale che i suoi livelli di inquinamento dipendono prevalentemente dalle emissioni provenienti dal traffico presente (strade superstrade, autostrade) ;
- ✦ Industriale: Posizionata in modo tale che i suoi livelli di inquinamento dipendono principalmente dalle emissioni di singole sorgenti industriali in vicinanza, o aree industriali con più sorgenti. Sorgente industriale è preso in senso ampio, includendo anche centrali energetiche, inceneritori e impianti di trattamento rifiuti;
- ✦ Fondo: Posizionata in modo da avere livelli di inquinamento non direttamente influenzati da alcuna singola sorgente o strada, ma piuttosto dal contributo integrato di tutte le sorgenti che possano raggiungere la stazione (ad esempio il traffico, sorgenti di combustione sottovento rispetto alla stazione, in una città, o tutte le sorgenti circostanti, come città o aree industriali per un'area rurale).

a. Tipo area

- ✦ Urbana: Area caratterizzata da urbanizzazione continua, ovvero completa (o molto predominante) presenza di edifici nell'intorno delle strade con almeno due piani, o comunque edifici di grandi dimensioni;
- ✦ Suburbana: Area caratterizzata da grande urbanizzazione, ovvero insiemi contigui di costruzioni ed edifici di ogni misura, con densità inferiore a quella "continua" delle aree urbane. Le zone costruite possono essere vicine ad aree non urbanizzate (agricoltura, laghi, boschi). Si noti che "suburbana" non è intesa nel senso inglese del termine di una zona periferica di città, che è sempre

nei pressi di un'area urbana. In questo contesto, un'area può essere definita suburbana senza essere vicina ad un'area urbana;

- ✦ Rurale: Tutte le aree che non corrispondono ai criteri definiti per le aree urbane o suburbane sono definite come rurali.

TABELLA 4: TABELLA 1 DEL DECRETO LEGISLATIVO 155

Popolazione dell'agglomerato o della zona (in migliaia di abitanti)	Se la concentrazione massima supera la soglia di valutazione superiore (1) (2)	Se la concentrazione massima è compresa tra la soglia di valutazione superiore e quella inferiore
	Per il PM (3) (somma delle stazioni di PM10 e PM2,5)	Per il PM (3) (somma delle stazioni di PM10 e PM2,5)
0-249	2	1
250-499	3	2
500-749	3	2
750-999	4	2
1000-1499	6	3
1500-1999	7	3
2000-2749	8	4
2750-3749	10	4
3750-4749	11	6
4750-5999	13	6
≥6000	15	7

6.2. Le fase dell'emergenza CORONAVIRUS

La diffusione del virus in Italia ha portato all'emanazione di restrizioni da parte del governo italiano volte a ridurre il contagio tra le persone.

La principale misura di contrasto usata contro il virus dalla maggior parte degli stati colpiti è stato il "lockdown" in italiano il confinamento applicato a tutta la nazione il 9 marzo 2020. Semplicemente si tratta di limitare il più possibile il movimento individuale all'interno del territorio di residenza confinando le persone nella propria abitazione, il tutto per evitare che le persone vengano infettate o infettino altri individui diffondendo maggiormente il virus.

Il lockdown comunque non è totale ed ha delle eccezioni quali urgenze, spostamenti per lavori ritenuti essenziali, salute e approvvigionamento di viveri. In particolare hanno subito il fermo le attività educative e scolastiche e le imprese quali ristoranti e negozi non alimentari.

la Fase 1 è stata al primo giorno di lockdown 09/03/2020 dove gli italiani erano chiamati a stare in casa se non per andare a lavoro o fare spesa.

la Fase 2 iniziata il 4 maggio è stata quella della riapertura delle attività lavorative e della possibilità di spostarsi dentro i confini regionali.

La Fase 3 a partire dal 15 giugno 2020 è uno degli step della ripartenza dell'Italia dall'emergenza coronavirus. Anche se inizialmente era indicata come il momento del ritorno alla normalità, adesso invece viene dato come momento di inizio il 3 giugno 2020, quando nel nostro Paese è stato di nuovo possibile muoversi tra le varie Regioni anche senza comprovati motivi di necessità. Nella Fase 3 oltre che muoversi liberamente in tutta Italia è stato consentito anche il poter viaggiare all'estero, nei Paesi dove è possibile farlo per gli italiani, così come sono stati riaperti i confini del Bel Paese ai turisti provenienti dalla quasi totalità dei paesi europei.

7. PM10

- PM10: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM10 (norma UNI EN 12341), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 10 μm ;

TABELLA 5: Riepilogo di dati rilevati dalla rete di monitoraggio regionale 01/05/2020

Particolato $\leq 10\mu\text{m}$ (PM ₁₀)	Tipo stazione	Tipo zona	Media 24h ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Superamenti ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	Superamenti consentiti
<u>Ancona Cittadella (AN)</u>	Fondo	Urbana	10	7	35
<u>Ascoli Piceno Monticelli (AP)</u>	Fondo	Urbana	14	4	35
<u>Chiaravalle/2 (AN)</u>	Fondo	Suburbana	13	13	35
<u>Civitanova Marche - Ippodromo (MC)</u>	Fondo	Rurale	12	3	35
<u>Fabriano (AN)</u>	Traffico	Urbana	13	5	35
<u>Falconara Alta (AN)</u>	Industriale	Suburbana	8	10	35
<u>Falconara Scuola (AN)</u>	Industriale	Suburbana	14	8	35
<u>Fano - Via Monte Grappa (PU)</u>	Traffico	Urbana	11	23	35
<u>Genga - Parco Gola della Rossa (AN)</u>	Fondo	Rurale	18	3	35
<u>Iesi (AN)</u>	Traffico	Urbana	15	14	35
<u>Ancona Stazione FF (AN)</u>	Fondo	Urbana	11	9	35
<u>Laboratorio Mobile MC (MC)</u>	Fondo	Urbana	n.d.	0	35
<u>Macerata - Collevario (MC)</u>	Fondo	Urbana	8	2	35
<u>Montemonaco (AP)</u>	Fondo	Rurale	10	2	35
<u>Pesaro - Via Scarpellini (PU)</u>	Fondo	Urbana	n.d.	24	35
<u>Ripatransone (AP)</u>	Fondo	Rurale	11	3	35
<u>San Benedetto (AP)</u>	Traffico	Urbana	20	7	35
<u>Urbino - Via Neruda (PU)</u>	Fondo	Suburbana	10	5	35

TABELLA 6: I VALORI LIMITE E LIVELLI CRITICI

Particolato $\leq 10\mu\text{m}$ (PM ₁₀)		
Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite sulle 24 ore per la protezione della salute umana	1 giorno	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 35 volte per anno civile
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

7.1. Report Polveri progressivo

Questo report raccoglie le statistiche sulle polveri sottili delle stazioni di rilevamento della rete regionale. La base temporale è dal primo giorno dell'anno fino all'intero mese precedente a quello attuale.

TABELLA 7: Dati PM₁₀ – 01 gennaio – 30 giugno 2020

Stazione	Tipo stazioni	Tipo zona	N° superamenti (Valore limite: 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore massimo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) data	Media del periodo (Valore limite annuo: 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dati disponibili
Fabriano	T	U	5	114 (il 28/03)	24	258
Fano - Via Monte Grappa	T	U	23	142 (il 29/03)	25	269
Jesi	T	U	14	126 (il 28/03)	25	271
San Benedetto	T	U	7	118 (il 28/03)	21	255
Ancona Cittadella	F	U	8	91 (il 16/01)	20	238
Ascoli Piceno Monticelli	F	U	5	111 (il 15/05)	22	267
Ancona Stazione FF	F	U	9	174 (il 29/03)	23	249
Laboratorio Mobile MC	F	U	0	25 (il 10/06)	19	45
Macerata - Collevario	F	U	2	111 (il 28/03)	17	263
Pesaro - Via Scarpellini	F	U	26	128 (il 29/03)	23	254
Civitanova Marche - Ippodromo	F	R	3	120 (il 29/03)	19	272
Genga - Parco Gola della Rossa	F	R	3	120 (il 29/03)	24	265

Montemonaco	F	R	3	66 (il 14/05)	13	268
Ripatransone	F	R	3	132 (il 30/03)	20	234
Chiaravalle/2	F	S	13	143 (il 28/03)	26	266
Urbino - Via Neruda	F	S	5	165 (il 28/03)	17	263
Falconara Alta	I	S	10	141 (il 28/03)	21	268
Falconara Scuola	I	S	8	109 (il 29/03)	24	239

7.2. Report Polveri annuale

Questo report raccoglie le statistiche annuali sulle polveri sottili delle stazioni di rilevamento della rete regionale. L'anno di interrogazione è selezionabile.

TABELLA 8: I Dati PM₁₀ – Anno 2019

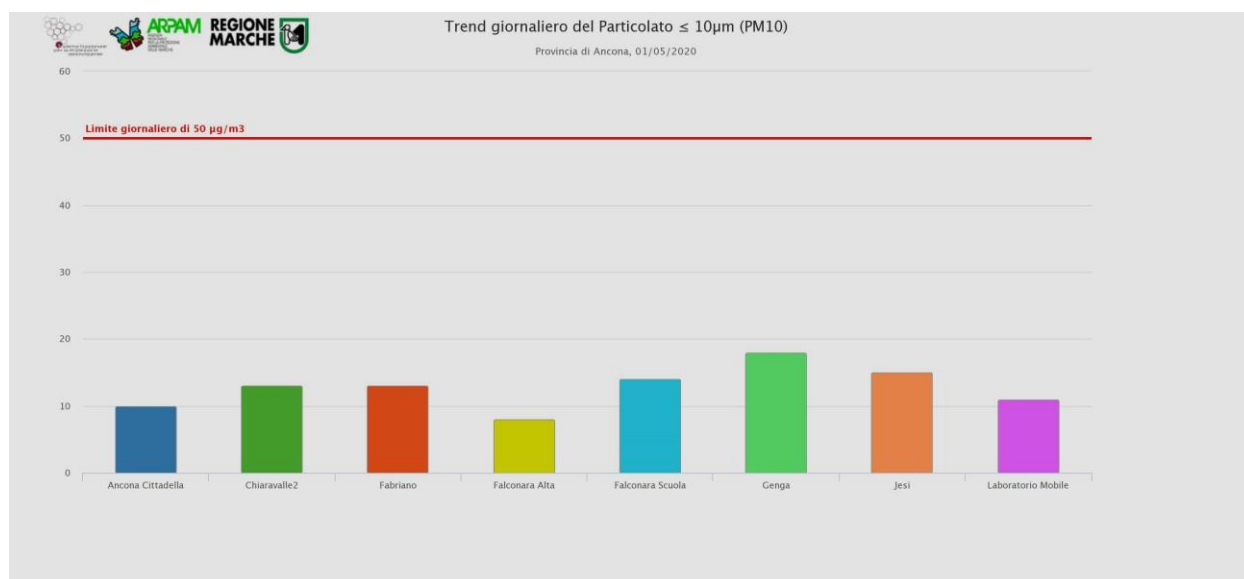
Tipo stazione	T = <i>traffico</i>	
	I = <i>industriale</i>	
	F = <i>fondo</i>	
Tipo zona	U = <i>urbana</i>	
	S = <i>suburbana</i>	
	R = <i>rurale</i>	
Stazioni di tipo traffico urbano e suburbano		Valore medio = 27
Stazioni di tipo fondo urbano		Valore medio = 24
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano		Valore medio = 19
Stazioni di tipo industriale suburbano		Valore medio = 24

n.d. = dato non disponibile

7.3. Trend Polveri giornaliero

Questo grafico a barre mostra l'andamento giornaliero del Particolato $\leq 10\mu\text{m}$ (PM10) delle varie stazioni di monitoraggio.

GRAFICO 4: I TREND POLVERI GIORNALIERO (PM10)



8. PM2,5

- PM2.5: il materiale particolato che penetra attraverso un ingresso dimensionale selettivo conforme al metodo di riferimento per il campionamento e la misurazione del PM2,5 (norma UNI EN 14907), con un'efficienza di penetrazione del 50 per cento per materiale particolato di un diametro aerodinamico di 2,5 µm;

TABELLA 9: Riepilogo di dati rilevati dalla rete di monitoraggio regionale Provincia di Ancona 01/05/2020

Particolato ≤ 2.5µm (PM _{2.5})	Tipo stazione	Tipo zona	Media 24h (µg/m ³)	Media annuale progressiva (µg/m ³)	Valore limite (µg/m ³)	IEM (Indicatore di esposizione media) (µg/m ³)	Valore obiettivo (µg/m ³)
<u>Ancona Cittadella (AN)</u>	Fondo	Urbana	4	18	25	n.d.	20
<u>Ascoli Piceno Monticelli (AP)</u>	Fondo	Urbana	6	17	25	n.d.	20
<u>Chiaravalle/2 (AN)</u>	Fondo	Suburbana	6	21	25	n.d.	20
<u>Civitanova Marche - Ippodromo (MC)</u>	Fondo	Rurale	6	8	25	n.d.	20
<u>Fabriano (AN)</u>	Traffico	Urbana	n.d.	18	25	n.d.	20
<u>Falconara Scuola (AN)</u>	Industriale	Suburbana	8	21	25	n.d.	20
<u>Genga - Parco Gola della Rossa (AN)</u>	Fondo	Rurale	6	12	25	n.d.	20

<u>Ancona Stazione FF (AN)</u>	Fondo	Urbana	7	19	25	n.d.	20
<u>Macerata - Collevorio (MC)</u>	Fondo	Urbana	4	8	25	n.d.	20
<u>Montemonaco (AP)</u>	Fondo	Rurale	n.d.	5	25	n.d.	20
<u>Pesaro - Via Scarpellini (PU)</u>	Fondo	Urbana	2	20	25	n.d.	20
<u>Ripatransone (AP)</u>	Fondo	Rurale	8	11	25	n.d.	20

TABELLA 10: I VALORI LIMITE E LIVELLI CRITICI

Particolato $\leq 2.5\mu\text{m}$ (PM _{2.5})		
Valore di riferimento	Periodo di mediazione	Valore limite
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

8.1. Report Polveri progressivo

Questo report raccoglie le statistiche sulle polveri sottili delle stazioni di rilevamento della rete regionale. La base temporale è dal primo giorno dell'anno fino all'intero mese precedente a quello attuale.

TABELLA 11: Dati PM_{2,5} – 01 gennaio – 30 giugno 2020

Stazione	Tipo stazione	Tipo zona	Media del periodo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Dati disponibili
Fabriano	<i>T</i>	<i>U</i>	14	227
Ancona Cittadella	<i>F</i>	<i>U</i>	12	263
Ascoli Piceno Monticelli	<i>F</i>	<i>U</i>	12	247
Ancona Stazione FF	<i>F</i>	<i>U</i>	13	257
Macerata Collevorio	<i>F</i>	<i>U</i>	8	253

Pesaro - Via Scarpellini	<i>F</i>	<i>U</i>	11	267
Civitanova Marche - Ippodromo	<i>F</i>	<i>R</i>	7	270
Genga - Parco Gola della Rossa	<i>F</i>	<i>R</i>	10	264
Montemonaco	<i>F</i>	<i>R</i>	5	67
Ripatransone	<i>F</i>	<i>R</i>	11	219
Chiaravalle/2	<i>F</i>	<i>S</i>	14	267
Falconara Scuola	<i>I</i>	<i>S</i>	14	271

8.2. Report Polveri annuale

Questo report raccoglie le statistiche annuali sulle polveri sottili delle stazioni di rilevamento della rete regionale. L'anno di interrogazione è selezionabile.

TABELLA 12: I Dati PM_{2,5} – Anno 2019

Stazioni di tipo traffico urbano e suburbano	Valore medio= 14	Tipo stazione	T = traffico
Stazioni di tipo fondo urbano	Valore medio= 11		I = industriale
Stazioni di tipo fondo rurale e suburbano	Valore medio= 9		F = fondo
Stazioni di tipo industriale suburbano	Valore medio= 14		U = urbana
			S = suburbana
n.d. = dato non disponibile		Tipo zona	R = rurale

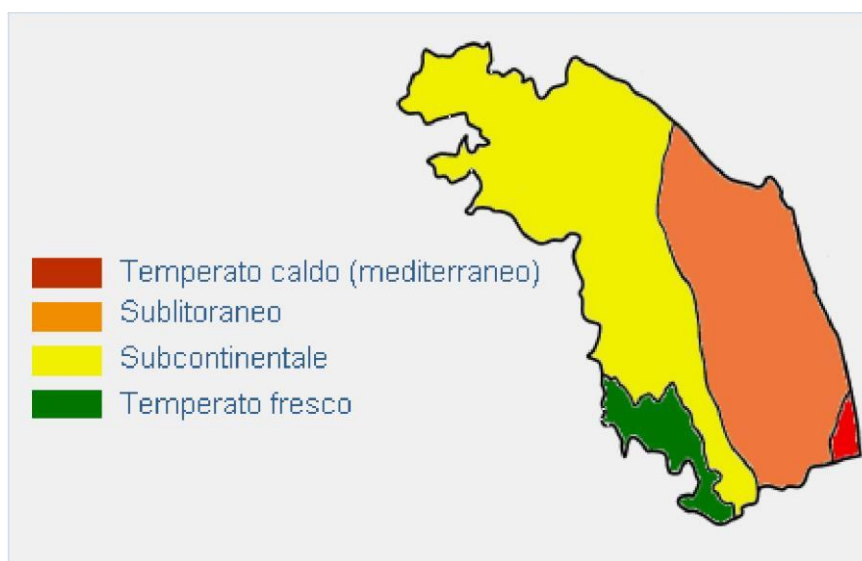
9. PM E CONDIZIONI METEO

Le concentrazioni del particolato atmosferico così come quelle delle altre specie inquinanti emesse in atmosfera hanno una forte correlazione con le condizioni meteo. Le condizioni meteorologiche di una zona influenzano la dispersione degli inquinanti in atmosfera, per via delle condizioni di

stabilità atmosferica che si vanno a creare in relazione ai parametri climatici quali vento, temperatura, umidità, pressione atmosferica e precipitazioni.

Più precisamente la dispersione degli inquinanti nell'aria è da associare alla turbolenza atmosferica, cioè al rimescolamento delle masse d'aria. La turbolenza atmosferica varia a seconda che sia stata originata dal vento o dalla temperatura. La turbolenza originata dal vento viene chiamata turbolenza meccanica sviluppata dall'attrito che si crea al passaggio di masse d'aria sopra la superficie del suolo. La turbolenza legata alla temperatura prende il nome di turbolenza termica ed è dovuta alle correnti ascendenti di aria calda. Come ben si può intuire essendo la stabilità atmosferica dipendente dalla turbolenza atmosferica creata dalle variabili meteorologiche, la stabilità atmosferica può essere associata in maniera diretta alle variabili meteorologiche. Infatti esiste una classificazione delle condizioni di stabilità atmosferica proposta da Pasquill e Gifford che varia a seconda del giorno o della notte in relazione alle condizioni del cielo e alla velocità del vento. Siccome per ogni stagione dell'anno abbiamo differenti valori dei parametri climatici quali temperatura, precipitazione, velocità del vento ed altri ancora, è facile prevedere che avremo diverse condizioni di stabilità che porteranno ad una dispersione degli inquinanti dipendente dalla stabilità atmosferica caratteristica di ogni stagione. Questo chiarisce il fatto per il quale durante l'anno abbiamo una differente concentrazione degli inquinanti anche nel caso di sostanziale invarianza delle emissioni.

Fare un inquadramento climatico della zona di interesse servendoci della classificazione del climatologo russo W. Köppen risulta molto utile al nostro studio. Riportiamo la classificazione riguardante la regione Marche ripresa dal sito del Centro di Ecologia e Climatologia – OGSM.



Slika 6: Osservatorio Geofisico Sperimentale Macerata – OGSM

9.1. Condizioni Meteorologiche e qualità dell'aria

Gli inquinanti nell'atmosfera rappresentano un grosso problema per gli effetti dannosi che possono provocare nei confronti della salute e dell'ambiente in cui viviamo. Il loro impatto dipende da vari fattori quali la quantità di inquinante al quale si è esposti, la durata dell'esposizione e la pericolosità dell'inquinante stesso.

Gli effetti sulla salute possono essere di piccola entità e reversibili (come un'irritazione agli occhi) oppure debilitanti (come un aggravamento dell'asma) o anche fatali (come il cancro). Nelle zone

urbanizzate l'inquinamento atmosferico è dovuto principalmente a sorgenti di natura antropica: traffico, emissioni industriali, riscaldamento domestico. La meteorologia ha una notevole influenza sulla qualità dell'aria; la previsione delle situazioni critiche è resa difficile dal fatto che le emissioni in atmosfera, le reazioni chimiche che si verificano e la situazione meteorologica interagiscono tra loro. Si arriva spesso a un accumulo di inquinanti nella bassa atmosfera, che instaurano situazioni di "all'erta", quando gli inquinanti superano le soglie critiche stabilite dalla normativa. In genere viene attuato un provvedimento di blocco del traffico "straordinario" per superare l'emergenza.

I fattori meteorologici giocano un ruolo determinante nel favorire situazioni di accumulo o viceversa di dispersione degli inquinanti. La conoscenza dell'andamento climatico nel corso degli anni permette di comprendere meglio certe situazioni critiche quali ad esempio gli accumuli di diversi inquinanti quali: ozono troposferico, monossido di carbonio, anidride carbonica, ossido di azoto, ossido di zolfo, polveri e polveri fini.

Il materiale particellare aerodisperso è una sospensione di particelle liquide o solide, relativamente stabili, nell'aria circostante (aerosol atmosferico). Tradizionalmente vengono distinte quattro grandi classi di particelle: polveri, fumo, smog e nebbie. Lo Smog è costituito da una massa di nebbia mista ai fumi, che ristagna sui grandi centri urbani e industriali. Gli inquinanti dei fumi si attaccano alle goccioline d'acqua sospese in aria colorandola di toni grigi e neri. Smog è diventato un sinonimo universale di inquinamento, tanto che si parla spesso, impropriamente, di smog elettromagnetico, acustico, ecc. Le particelle con diametro inferiore a 10 μm costituiscono il PM10. Le particelle con diametro fino a 2,5, chiamate anche polveri fini, costituiscono il PM2,5. Le polveri ultrafini sono invece quelle che presentano diametri inferiori a 0,1 μm

9.2. Lo strato limite

L'atmosfera è lo strato esterno gassoso che avvolge la terra come un involucro. E' costituita da un miscuglio di gas. Lavoisier scoprì che non si tratta di una sostanza omogenea, ma un miscuglio di sostanze diverse, azoto per il 78%, ossigeno 20% e un piccole quantità di altri gas e pulviscolo. Tradizionalmente si divide in 4 o 5 strati a seconda dell'altezza rispetto alla superficie: Troposfera, Stratosfera, Mesosfera, Termosfera, Magnetosfera. Il Planetary Boundary Layer (PBL) o Strato Limite Planetario o Strato limite atmosferico (SLA), è definito come quella porzione di troposfera a diretto contatto con il suolo, la biosfera influenzata dalla presenza della superficie terrestre e che risponde alle variazioni atmosferiche con un tempo di scala di circa un'ora. Di solito è chiamato semplicemente boundary layer o strato di rimescolamento. La parte dell'atmosfera che ci interessa conoscere, sia nella sua struttura che nella sua evoluzione spazio-temporale per lo studio del comportamento degli inquinanti emessi da sorgenti fisse è il PBL o strato di rimescolamento.

L'altezza dello strato rimescolato dipende dalle caratteristiche orografiche del terreno dall'ora e dalle condizioni meteo: normalmente raggiunge il suo massimo nel primo pomeriggio, e va affievolendosi nelle ore successive, fino a raggiungere il suo minimo nelle ore notturne. Può anche succedere che il vento forte di un temporale notturno fa salire il PBL, che "normalmente" sarebbe al suo minimo, anche di notte. L'altezza massima può arrivare attorno ai 2,5 Km e la minima attorno ai 50 m. Il PBL consiste nella formazione, a distanza variabile dal suolo, di uno strato di aria calda che forma una sorta di "coperta" trasparente e isolante. Questo strato costituisce una barriera difficilmente penetrabile da parte di ogni sostanza immessa in atmosfera dal livello del suolo, e quindi sia i gas emessi dai camini industriali sia le polveri di risospensione, anziché

propagarsi verso l'alto, vanno ad impattare sul PBL e rimbalzano verso il terreno, restando confinate fra il terreno e l'altezza del PBL disponibile nell'atmosfera viene dissipato essenzialmente attraverso fenomeni turbolenti che avvengono all'interno del PBL.

10. RISULTATI

10.1. Raccolta dati PM

Riportiamo i dati derivanti dalle stazioni di misurazione nella di Ancona Cittadella del periodi di 01/05/2019 al 30/06/2019

10.1.1. Analisi del rapporto di PM_{2,5}/PM₁₀ dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona

10.1.2. Cittadella

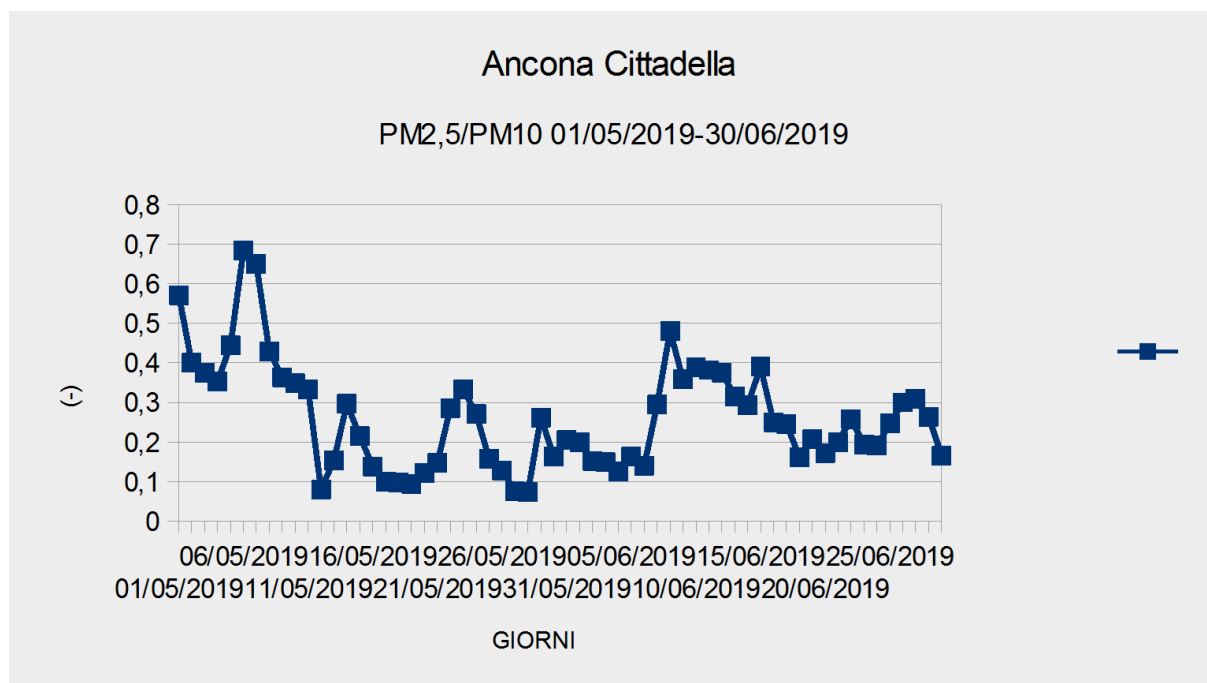


Grafico 2: rappresenta le medie giornaliere PM_{2,5}/PM₁₀ DAL 01/05/2019 AL 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.3. Analisi del rapporto PM10 dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella

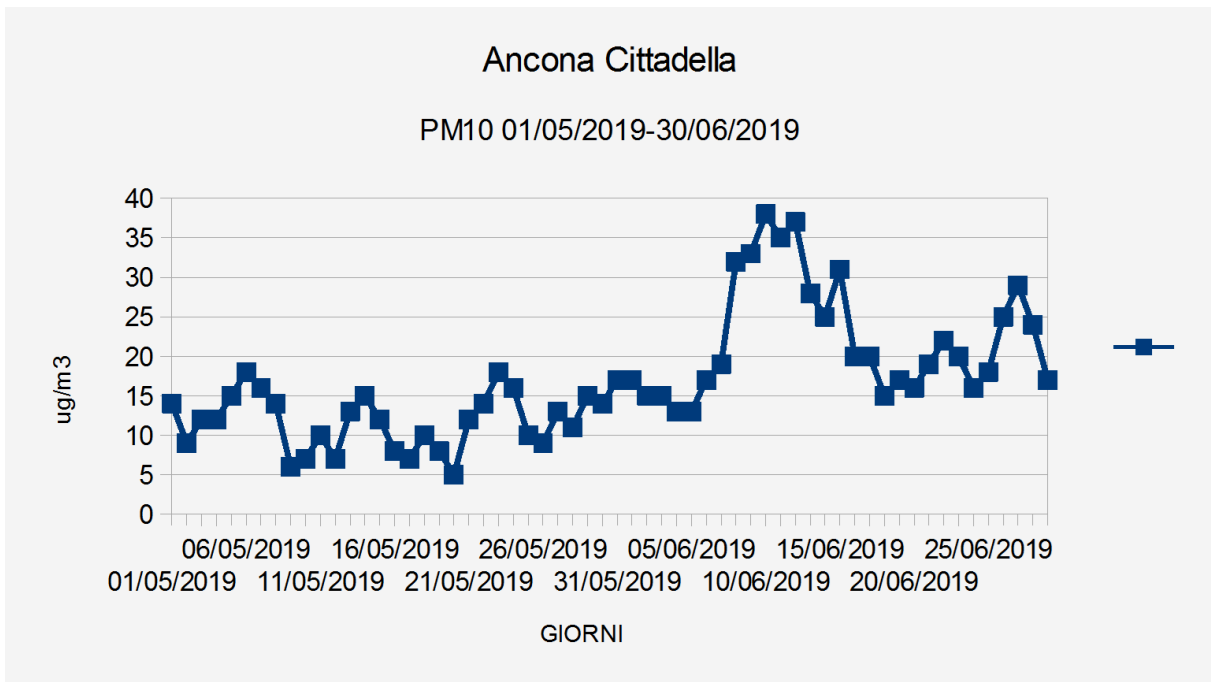


Grafico 3: rappresenta le medie giornaliere PM10 DAL 01/05/2019 AL 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.4. Analisi del rapporto PM2,5 dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella

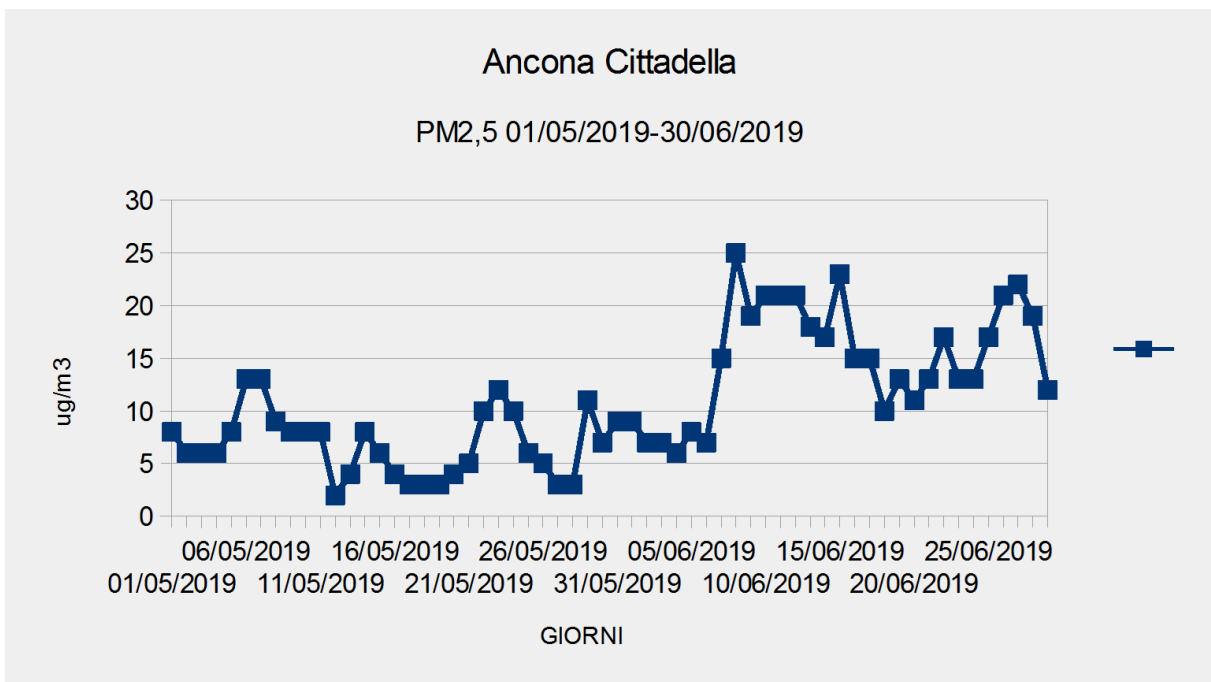


Grafico 4: rappresenta le medie giornaliere PM2,5 DAL 01/05/2019 AL 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.5. Analisi del rapporto NO2 dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella

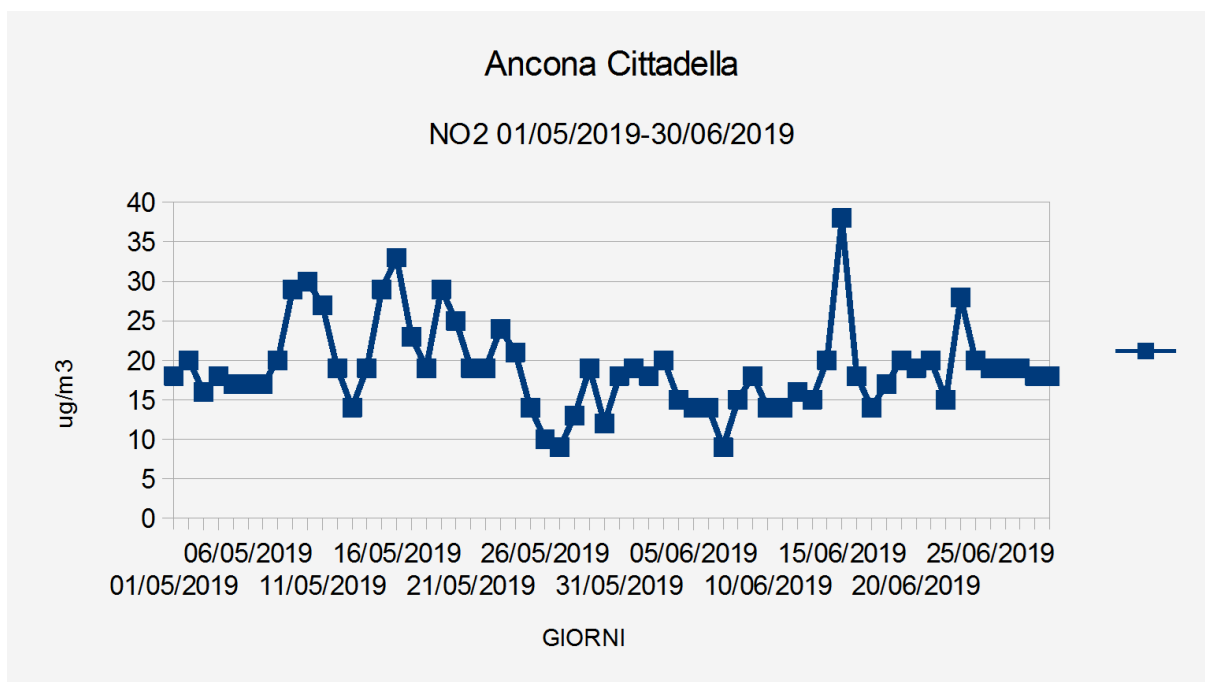


Grafico 5: rappresenta le medie giornaliere NO2 DAL 01/05/2019 AL 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.6. Analisi del rapporto PM2,5/PM10 dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona

10.1.7. Cittadella

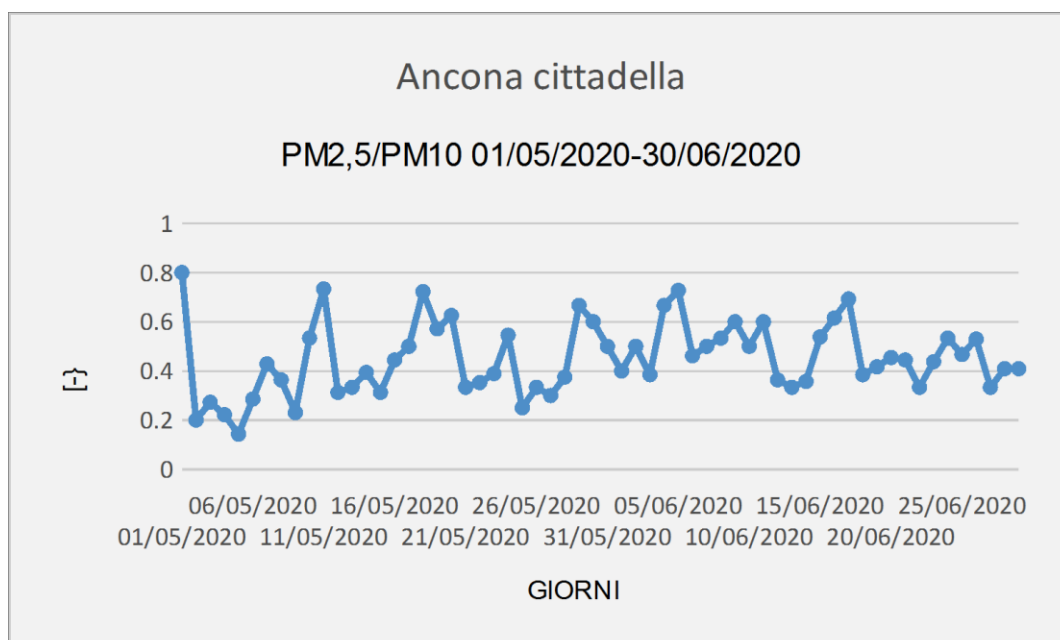


Grafico 6: rappresenta le medie giornaliere PM2,5/PM10 DAL 01/05/2020 AL 30/06/2020 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.8. Analizzatori di PM10 dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella

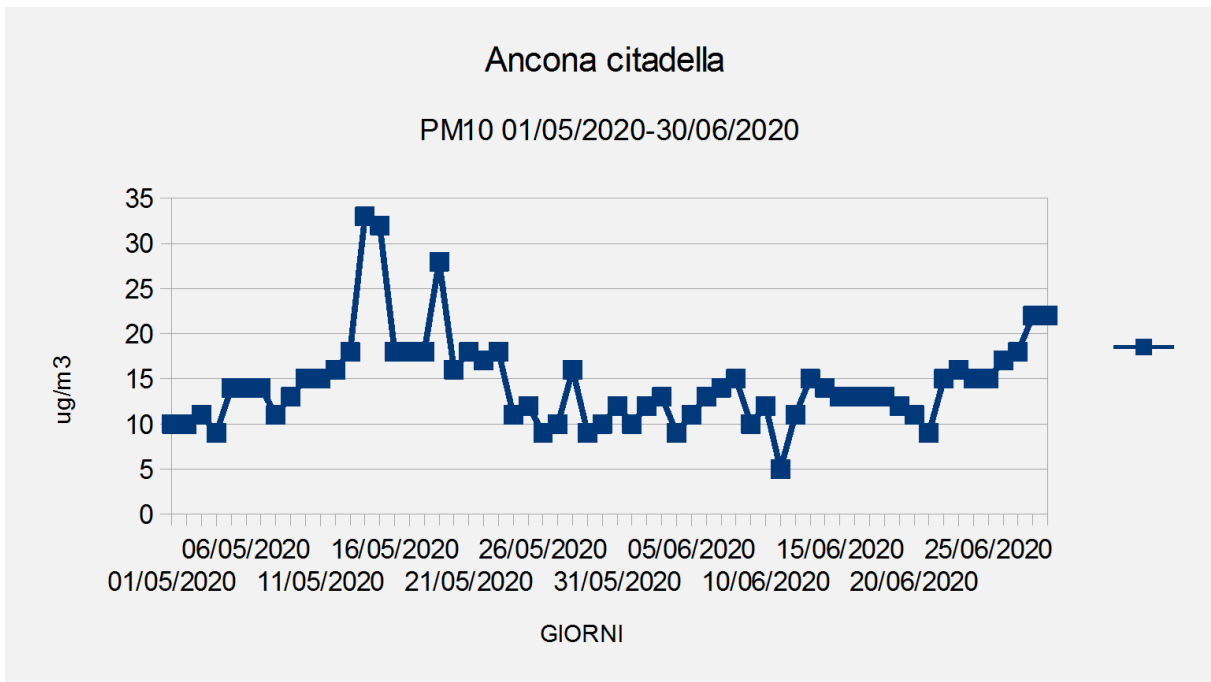


Grafico 7: rappresenta le medie giornaliere PM10 DAL 01/05/2020 AL 30/06/2020 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.9. Analizzatori di PM2,5 dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella

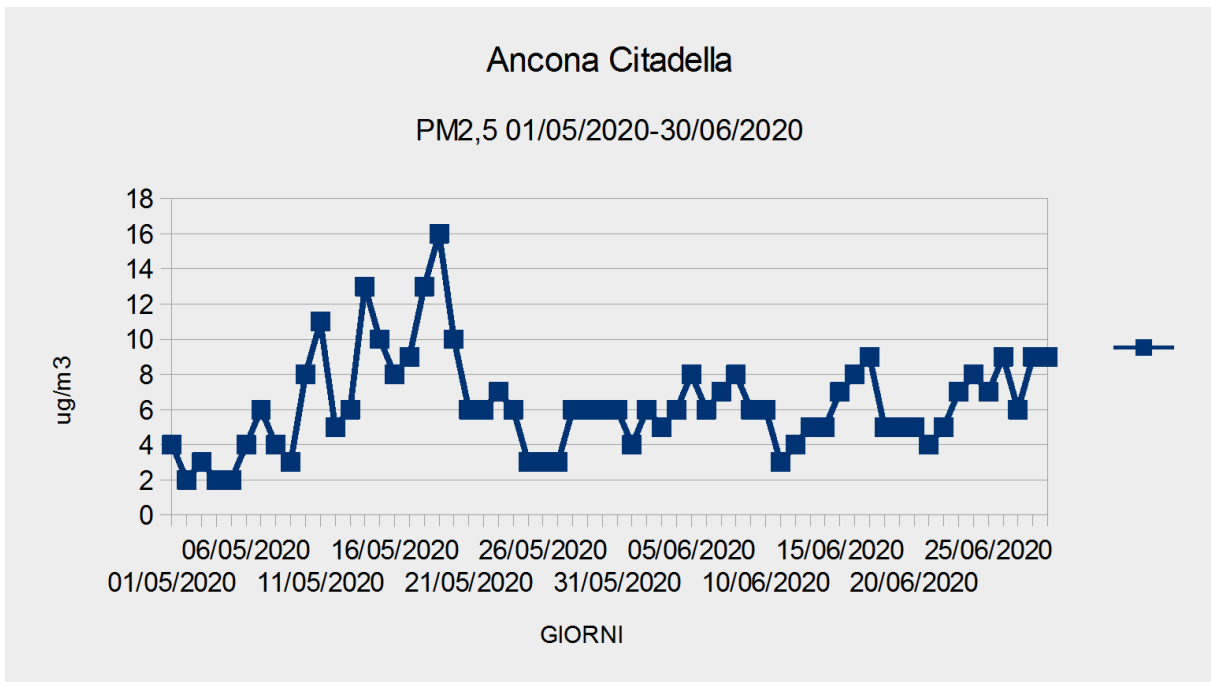


Grafico 8: rappresenta le medie giornaliere PM2,5 DAL 01/05/2020 AL 30/06/2020 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.1.10. Analizzatori di NO2 dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella

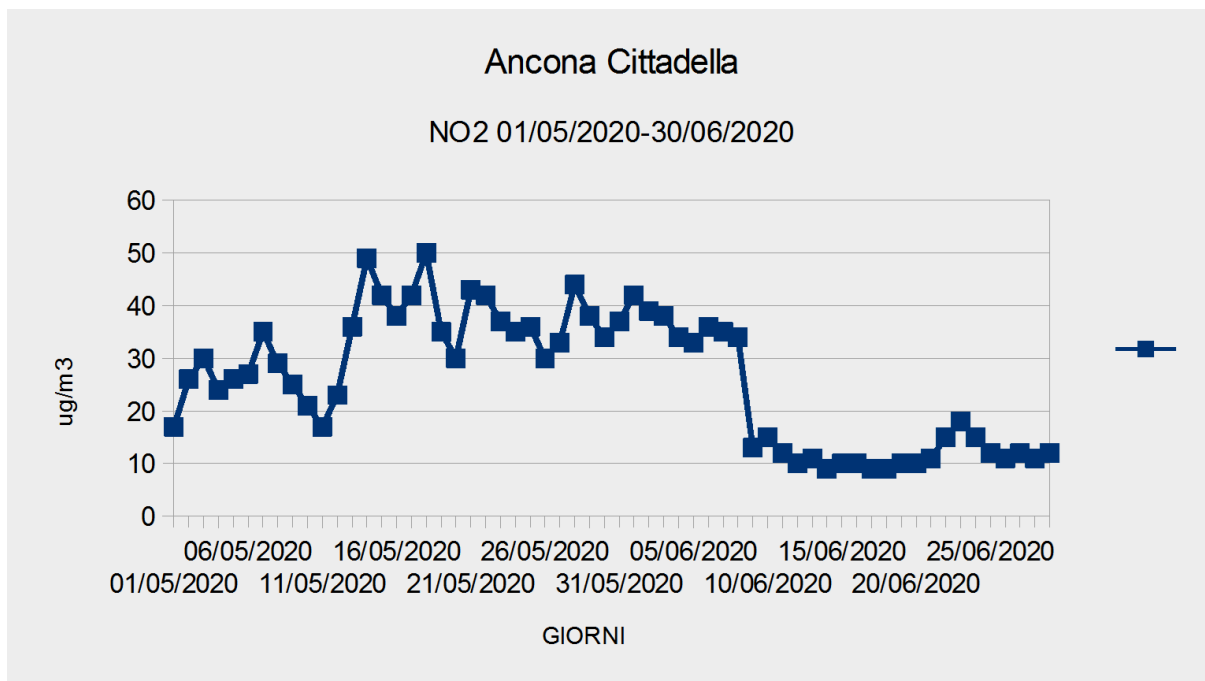


Grafico 9: rappresenta le medie giornaliere NO2 DAL 01/05/2020 AL 30/06/2020 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.2. Raccolta dati meteo

In questo paragrafo riportiamo l'andamento delle concentrazioni di PM2.5 e PM10 al variare dei parametri climatici quali velocità massima giornaliera (km/h) e temperatura media giornaliera (°C) e l'umidità [%] durante i periodi di osservazione dal 01/05/2019 al 30/06/2019.

10.2.1. Analizzatori di Temperatura dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella

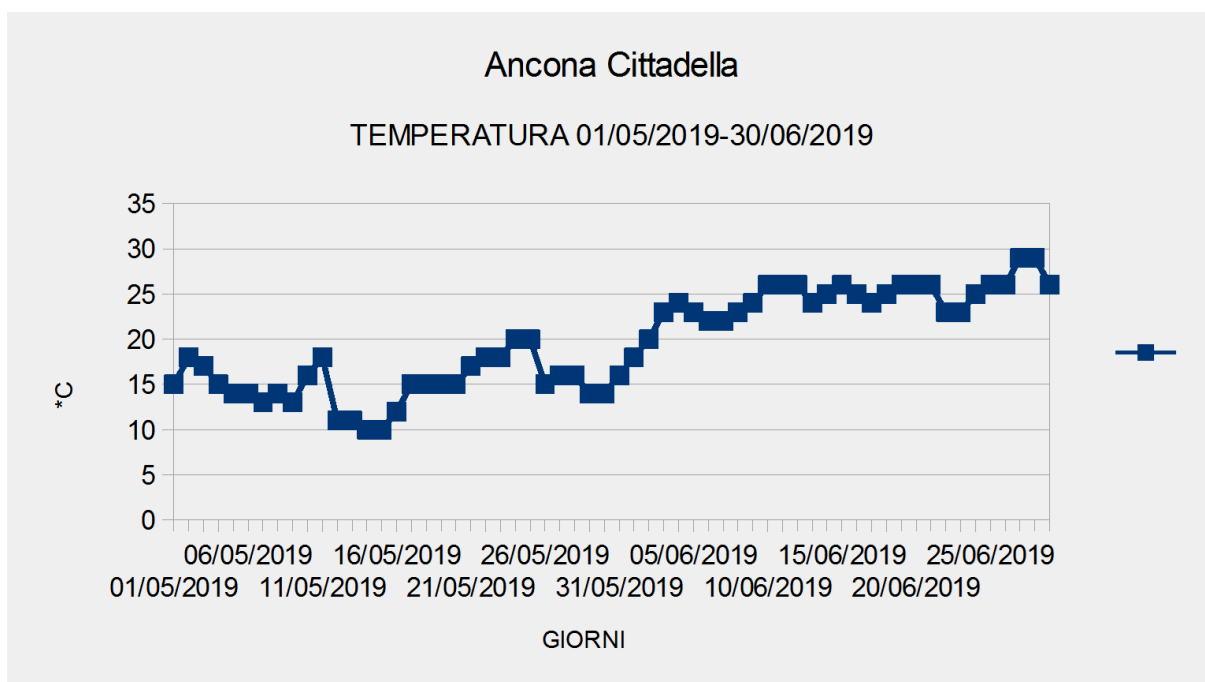


Grafico 10: rappresenta le medie giornaliere Temperatura DAL 01/05/2019 AL 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.2.2. Analizzatori di Umidita' dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella

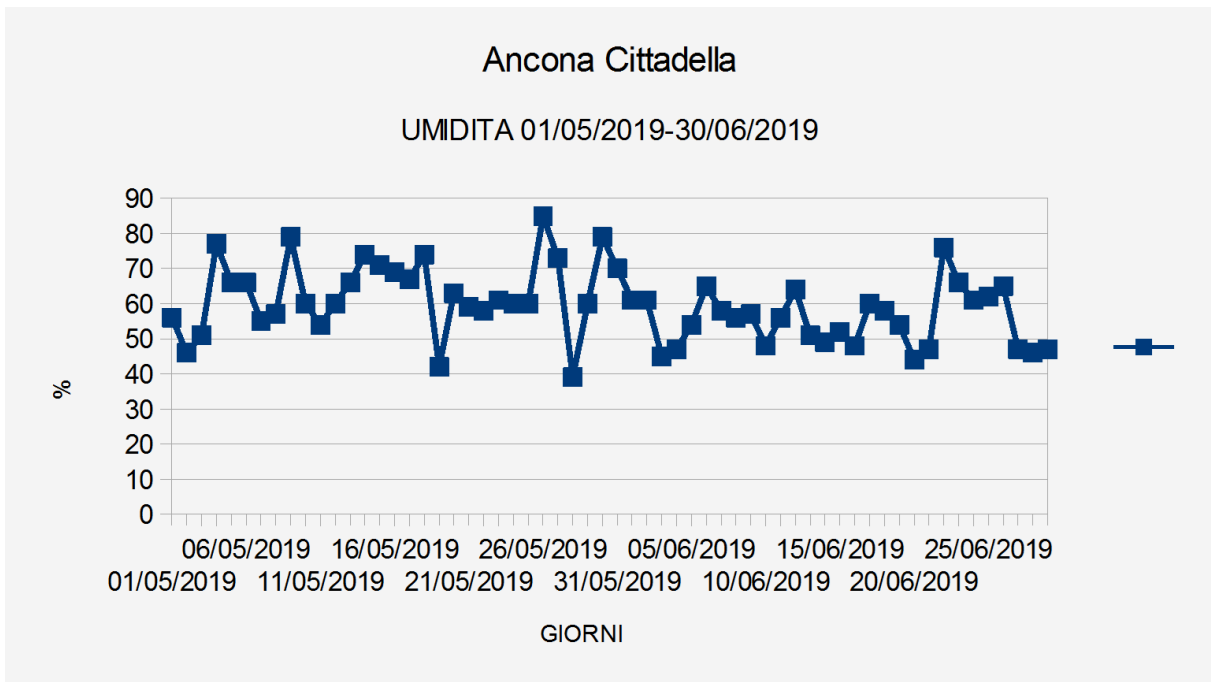


Grafico 11: rappresenta le medie giornaliere umidita 'DAL 01/05/2019 AL 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.2.3. Analizzatori di Umidita' dal 01/05/2019 al 30/06/2019 di Ancona Cittadella

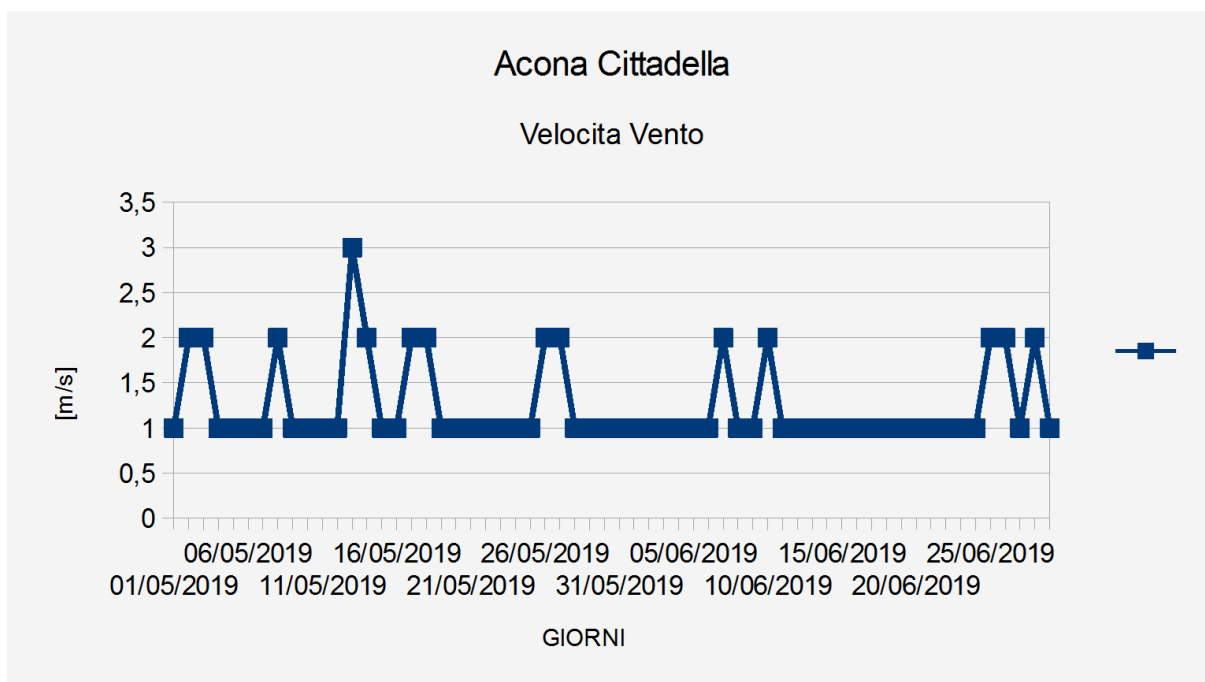


Grafico 12: rappresenta le medie giornaliere della velocità del vento dal 01/05/2019 al 30/06/2019 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.2.4. Analizzatori di Temperatura dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella

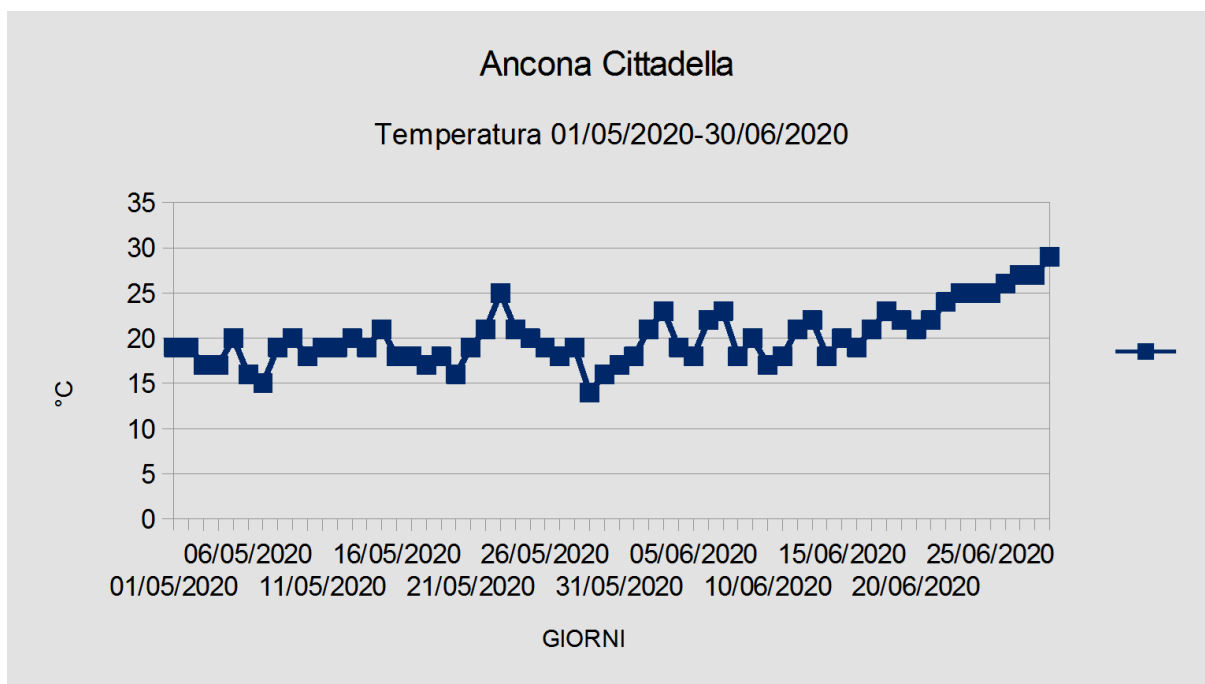


Grafico 13: rappresenta le medie giornaliere Temperatura dal 01/05/2020 al 30/06/2020 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

10.2.5. Analizzatori di Umidita dal 01/05/2020 al 30/06/2020 di Ancona Cittadella

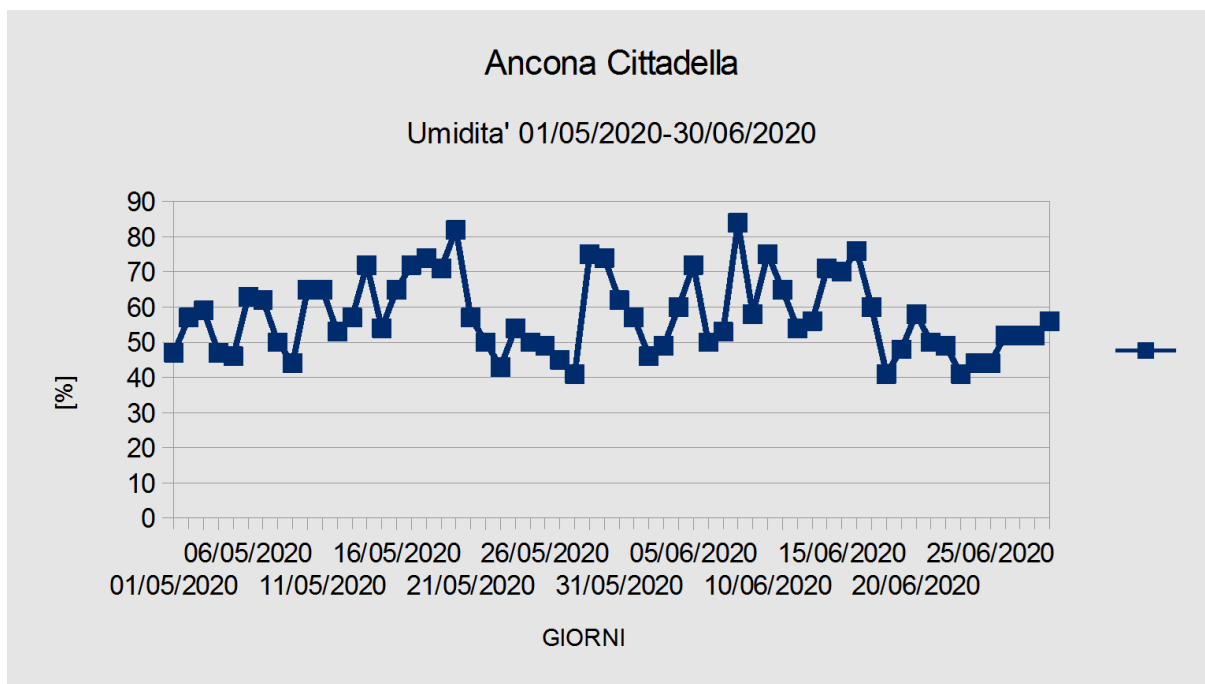


Grafico 14: rappresenta le medie giornaliere umidita 'DAL 01/05/2020 AL 30/06/2020 per la postazione di fondo urbano Ancona Cittadella

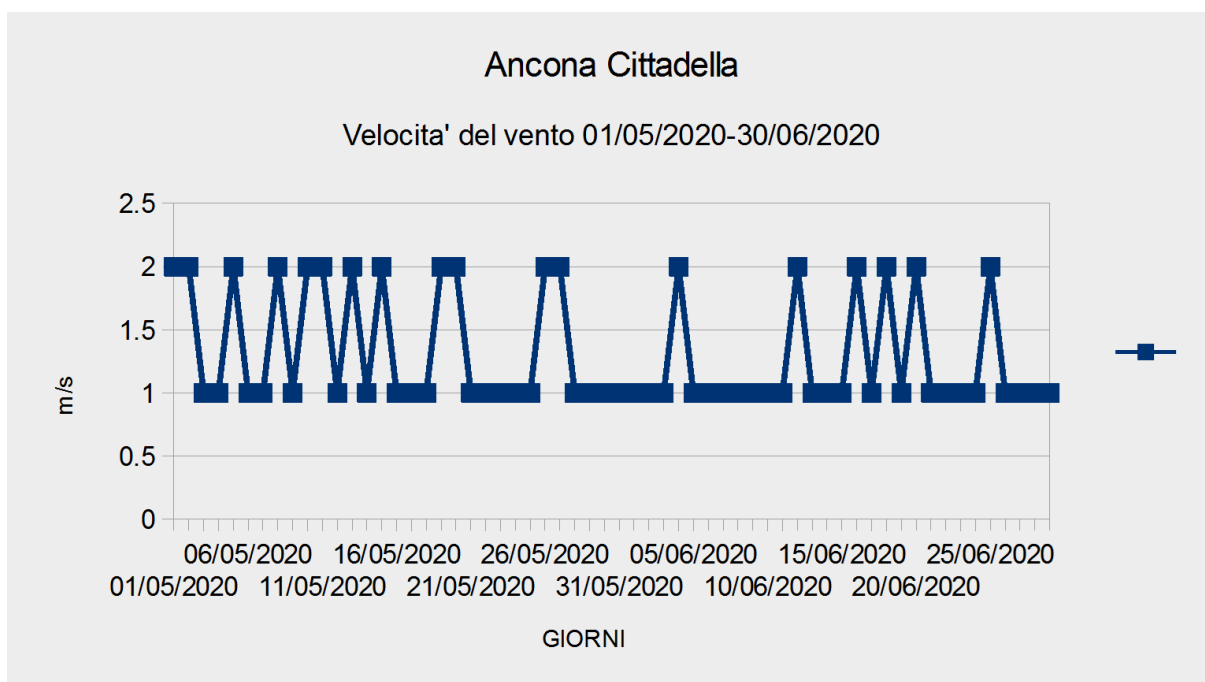


Grafico 15: rappresenta le medie giornaliere VELOCITA' DEL VENTO DAL 01/05/2020 AL 30/06/2020

11. RACCOLTA DATI SU RIDUZIONE ATTIVITÀ

A sostegno dei dati sul PM riportiamo anche alcuni dati sul traffico, reperibili dalle compagnie responsabili della gestione e manutenzione della maggior parte dei chilometri stradali e autostradali della rete stradale italiana. Le compagnie interessate dalla raccolta dati sono ANAS e Autostrade per l'Italia. Nelle Marche la società ANAS è responsabile del tratto stradale SS16 che collega la regione da sud a nord mentre la compagnia Autostrade per l'Italia è responsabile del tratto autostradale E55 anch'esso collegante la regione da sud a nord. Abbiamo dedicato maggiore attenzione a questi tronchi stradali perché risultano essere le strade più trafficate della regione, ma anche per il fatto che le stazioni di traffico facenti parte della raccolta dati sul PM localizzate a San Benedetto del Tronto e Fano sono installate a ridosso di questi tratti stradali. I dati ANAS sul traffico sono caratteristici del centro Italia, mentre quelli della società Autostrade per l'Italia è un dato generale riguardante la decrescita mensile del traffico in Italia su tutta la rete stradale e autostradale da loro gestita.

11.1. Le attuali elaborazioni

I dati esposti sono elaborati a partire dalle informazioni raccolte in corrispondenza delle sezioni di conteggio del sistema.

Innanzitutto è stata effettuata una scelta delle sezioni da cui estrarre i dati per effettuare le elaborazioni, selezionando quelle localizzate lungo le infrastrutture principali, spesso in affiancamento alla rete autostradale a pedaggio e prossime ai grandi centri urbani.

Tale insieme di sezioni è stato suddiviso in considerazione delle porzioni di territorio in cui ricadono, definendo i seguenti Ambiti: Italia, Nord, Centro, Sud, Sicilia e Sardegna.

La presentazione dei dati è riferita a tali ambiti la cui descrizione è riportata nelle mappe di ciascun "Allegato all'Osservatorio", nelle quali sono visualizzate le sezioni di conteggio selezionate.

Per ciascuna sezione sono stati calcolati i valori medi del traffico giornaliero per giorno settimanale (lunedì, martedì, ... , domenica), come una media aritmetica dei volumi di traffico misurati (ovvero rilevati e validati dal sistema) in ciascun giorno settimanale del mese in analisi, e quindi è stato calcolato il valore del Traffico Giornaliero Medio Mensile mediando aritmeticamente il dato medio per ciascun giorno settimanale.

I valori disponibili per ciascuna sezione ed utilizzati nelle valutazioni dell'Osservatorio sono rappresentati dal Traffico Giornaliero Medio Mensile, calcolato per due macro classi di veicoli:

i veicoli leggeri che raggruppano i motocicli, le auto con e senza rimorchio e furgoni o camion (la cui sagoma corrisponde alle tipologie con portata inferiore alle 3,5 t.) anch'essi con e senza rimorchio; i veicoli pesanti che aggregano tutti gli altri veicoli, ovvero i camion "grandi" (la cui sagoma corrisponde a tipologie con portata al di sopra delle 3,5 t), gli autotreni, gli autoarticolati e pulmann.

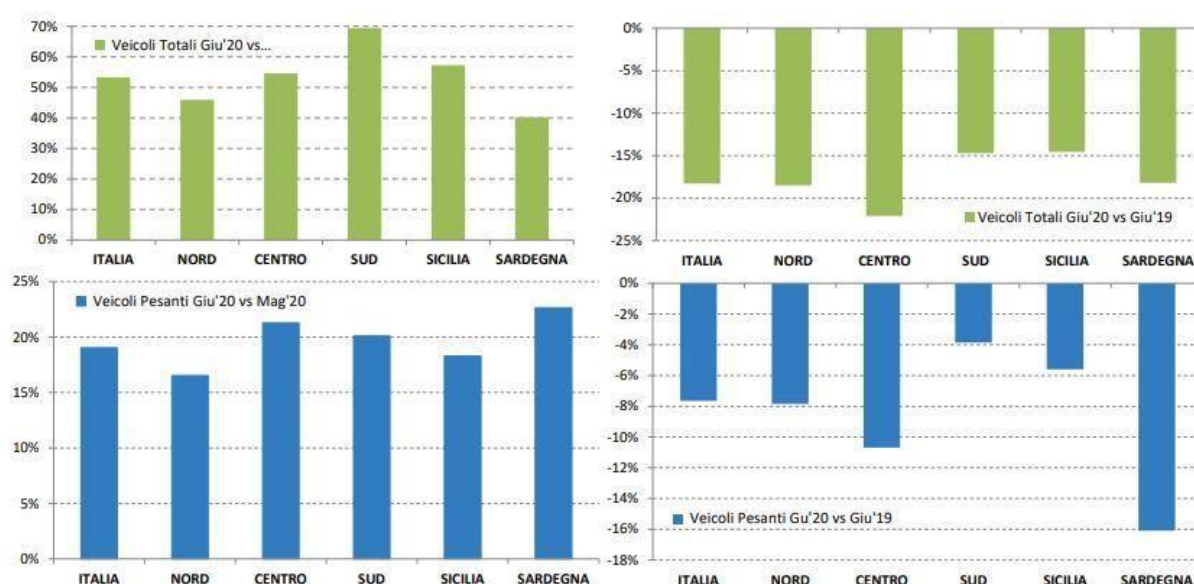
I dati medi presentati per gli aggregati "territoriali" sono calcolati come medie aritmetiche dei valori disponibili per ciascuna sezione di conteggio, valori quindi che potrebbero essere definiti "Indice di Mobilità Rilevata (IMR)".

I confronti inter-periodali, infine, sono effettuati mediando, per ciascun ambito e come sopra descritto, i valori delle sole sezioni i cui dati risultano consistenti in entrambi i periodi scelti per il confronto (mese attuale–mese precedente e mese anno in corso–mese anno precedente).

11.2. Discussione

La viabilità sulla rete viaria Anas (Gruppo FS Italiane) segna un costante aumento. La fase 3 ha avviato un progressivo riallineamento ai trend storici dello stesso periodo dello scorso anno.

A giugno, rispetto al mese precedente, l'Indice di Mobilità Rilevata (IMR) dell'Osservatorio del Traffico Anas segna una crescita decisa: +53% sui veicoli totali, con un incremento medio settimanale del 6% (era l'1% nel 2019). Nel dettaglio, sempre giugno su maggio, il traffico feriale è aumentato del 35% mentre quello prefestivo e festivo, con la sospensione del lockdown e la riapertura dei confini fra le regioni, è salito rispettivamente del +83% e +139%. Crescita più contenuta per quanto riguarda il comparto dei veicoli pesanti (+19%), che ha continuato a lavorare durante tutto il periodo di emergenza per garantire i beni di prima necessità: la differenza con giugno 2019 si attesta al -7,6% raggiungendo, come per il traffico globale, i valori di inizio febbraio.



Complessivamente il mese appena concluso rispetto a giugno 2019 vede una flessione del traffico pari al -18%, un calo più contenuto se si prende in considerazione il segmento dei veicoli pesanti (-8%).

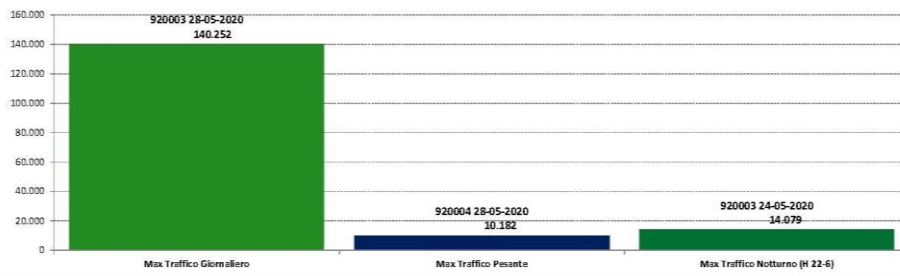
Analizzando il traffico dei veicoli totali sull'Indice di Mobilità Rilevata (IMR) a paragone con maggio si registra un'impennata al Sud (+70%), seguito dalla Sicilia (+57%) e dal Centro (+55%), mentre è più contenuto l'andamento al Nord (+46%) e in Sardegna (+40%), questi ultimi due inferiori al dato nazionale. In ambito regionale è la Basilicata (+89%) a segnare la miglior performance. I mezzi pesanti invece rilevano una crescita del 23% in Sardegna, del 21% al Centro, del +20% al Sud. Seguono Sicilia e Nord Italia rispettivamente con un +18% e +17%.

12. I DATI DI TRAFFICO MENSILI AL CENTRO A MAGGIO 2020

Distribuzione dell'Indice di Mobilità Rilevata: (Giorno h.6-22) - (Notte h.22-6)

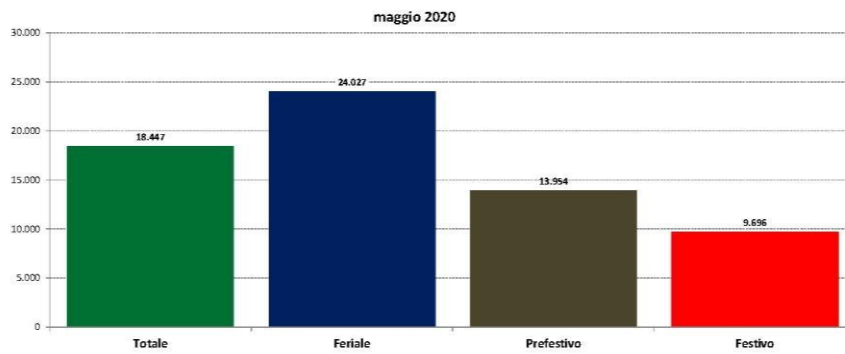


Massimi Flussi Veicolari

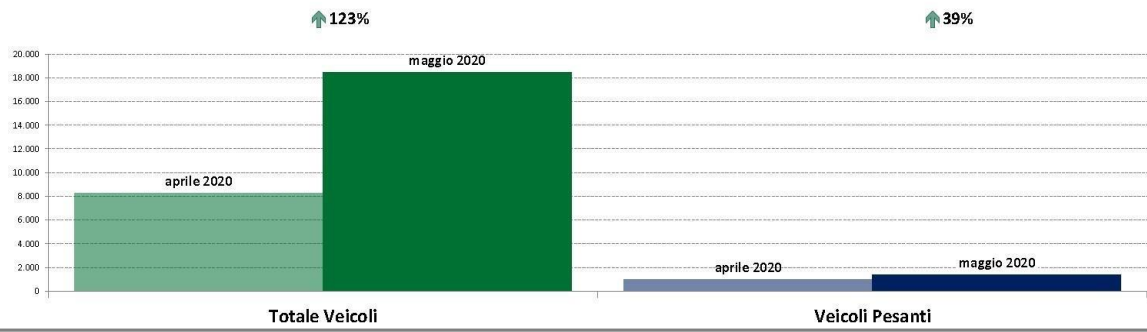


NOTA: Dati di traffico rilevati con sistema automatico. Classificazione Leggeri / Pesanti in base delle dimensioni dei veicoli.

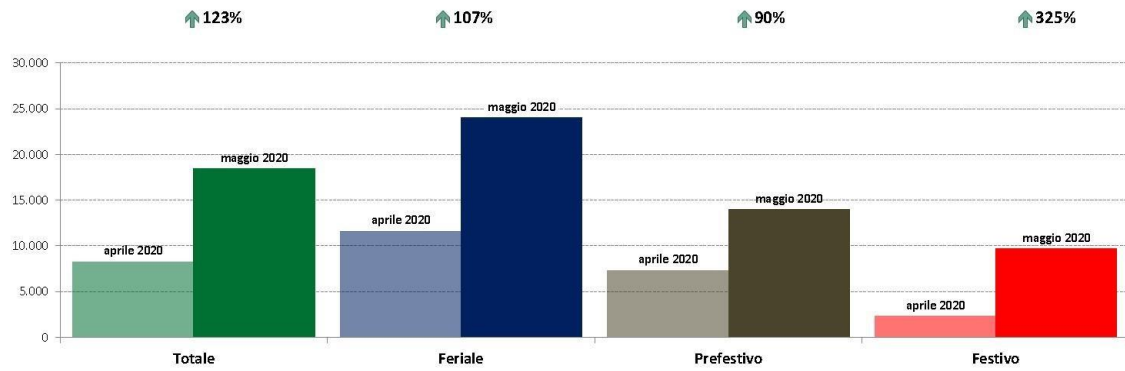
Indice di Mobilità Rilevata (IMR) [veicoli / giorno]



IMR Veicoli Totali e IMR Pesanti Confronti: maggio 2020 vs aprile 2020

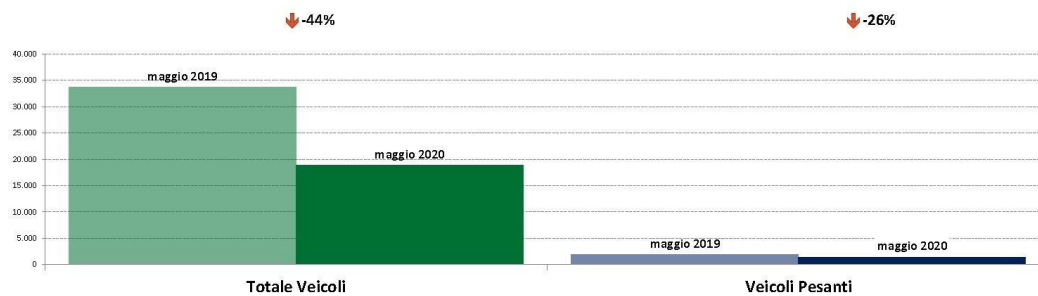


IMR Confronti: maggio 2020 vs aprile 2020

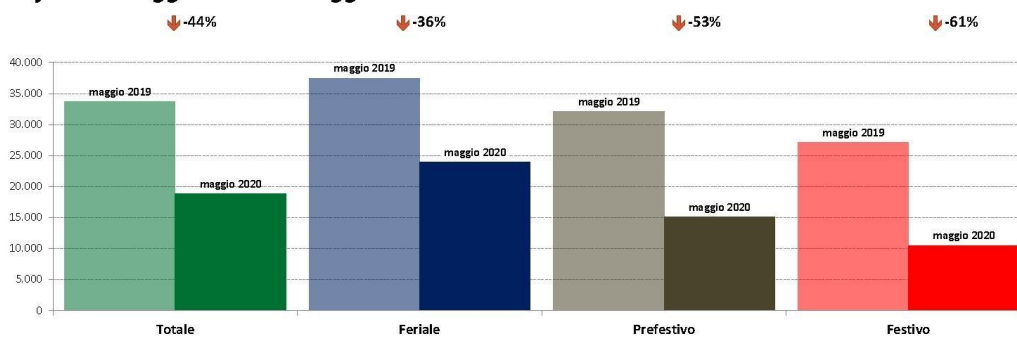


ATA: Dati di traffico rilevati con sistemi automatici. Classificazione Leggeri / Pesanti in base delle dimensioni dei veicoli.

IMR Veicoli Totali e IMR Pesanti Confronti: maggio 2020 vs maggio 2019

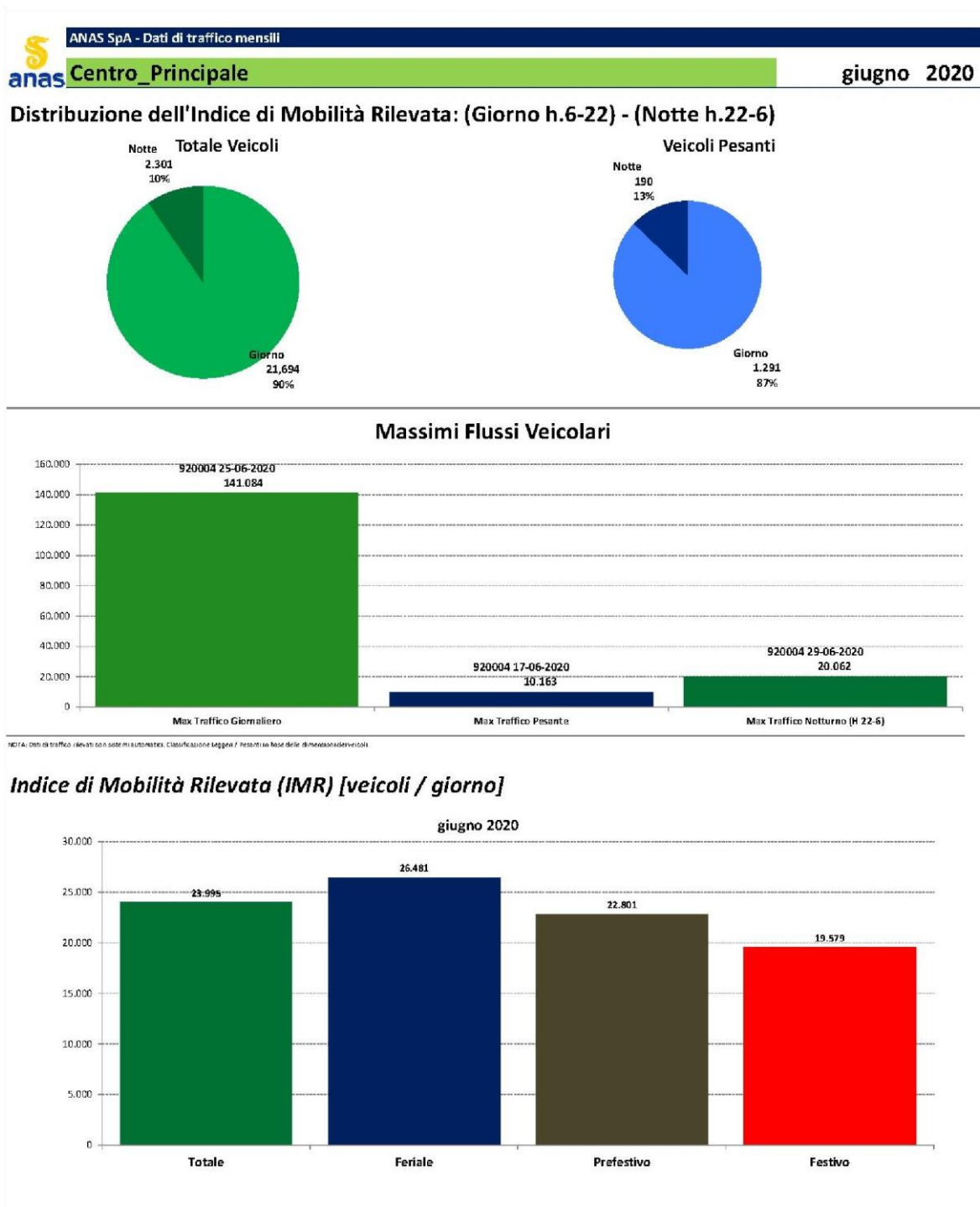


IMR Confronti: maggio 2020 vs maggio 2019

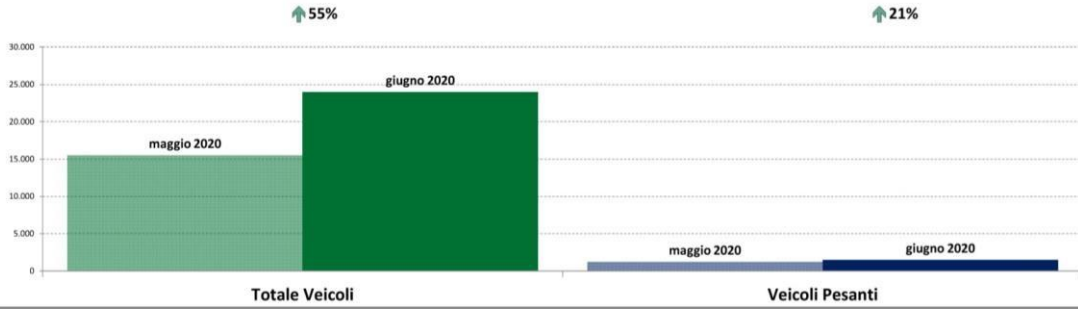


NOTA: Dati di traffico rilevati con sistemi automatici. Classificazioni Leggeri / Pesanti in base delle dimensioni dei veicoli.

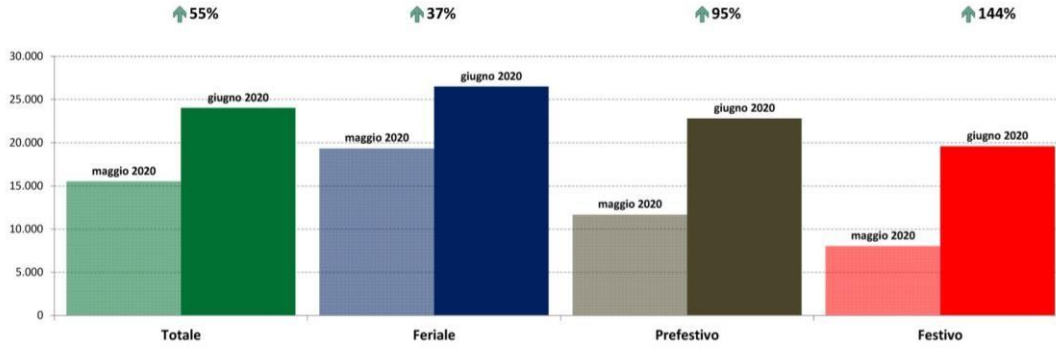
13. I DATI DI TRAFFICO MENSILI AL CENTRO A GIUGNO 2020



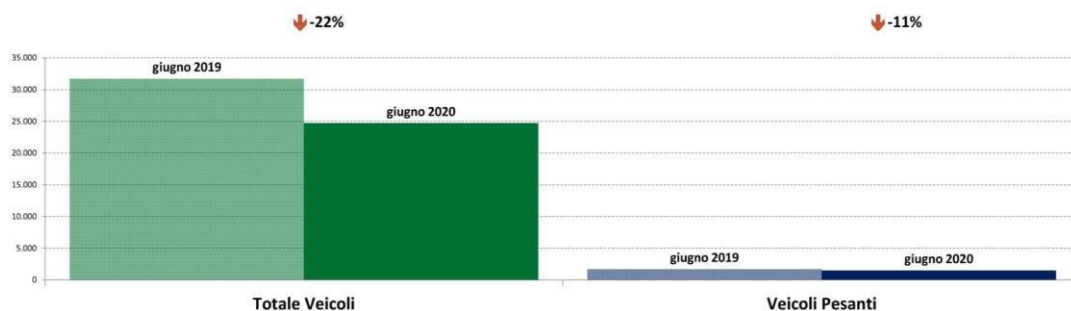
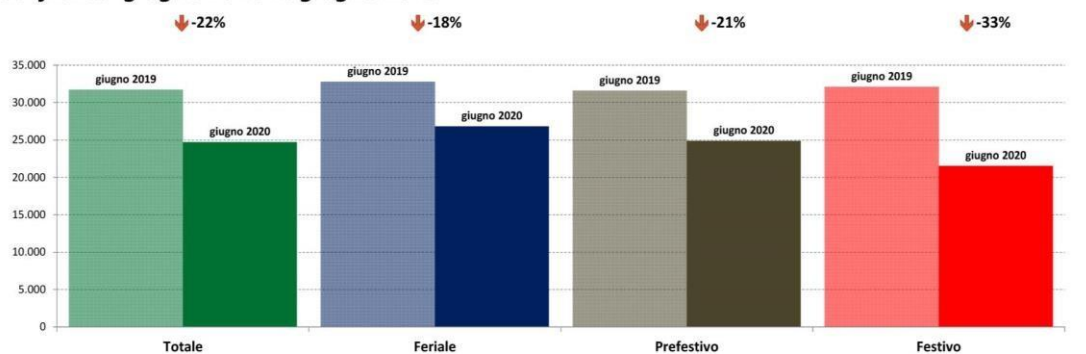
IMR Veicoli Totali e IMR Pesanti Confronti: giugno 2020 vs maggio 2020



IMR Confronti: giugno 2020 vs maggio 2020



ITA, Dati di traffico rilevati con sistemi automatici. Classificazione Leggeri / Pesanti in base delle dimensioni dei veicoli.

IMR Veicoli Totali e IMR Pesanti Confronti: giugno 2020 vs giugno 2019

IMR Confronti: giugno 2020 vs giugno 2019

OTA: Dati di traffico rilevati con sistemi automatici. Classificazione Leggeri / Pesanti in base delle dimensioni dei veicoli.

14. CONCLUSIONE

Sono state condotte molte ricerche per valutare l'impatto del blocco delle attività causato dal Covid-19 sulla qualità dell'aria.

In Cina, il blocco ha causato una riduzione di circa il 25% delle emissioni di carbonio e una riduzione del 50% degli ossidi di azoto e si stima che la riduzione dell'inquinamento atmosferico potrebbe aver salvato almeno 77.000 vite in due mesi.

In questa tesi i dati ufficiali sulla concentrazione di PM_{2,5}, PM₁₀ da stazione di monitoraggio dell'aria (fondo urbano Ancona Cittadella), raccolti dal sito web di monitoraggio dell'aria dell'ARPA Marche, sono stati analizzati graficamente. Sono stati confrontati i dati dei mesi di maggio e giugno per l'anno 2019 e per il 2020.

Per gli stessi periodi, inoltre, vengono presi in considerazione velocità e direzione del vento per valutare l'effetto di eventuali significativi cambiamenti stagionali sulla concentrazione di PM.

Sebbene alcune incertezze siano presenti nella concentrazione di alcuni giorni, sono necessarie ulteriori ricerche per valutare completamente l'impatto del blocco causato dal Covid-19 sull'inquinamento atmosferico. Infatti, né i due set di analisi 2019 e 2020, né i due periodi durante e post lockdown 2020, mostrano variazioni significative di concentrazione nonostante il drastico calo di attività e dunque di emissioni primarie.

Ulteriori approfondimenti dovrebbero chiamare in causa la frazione di PM di origine secondaria legata ai complessi processi di formazione dello smog fotochimico.

Il blocco delle attività durante la pandemia rappresenta una occasione unica per fornire indicazioni alle autorità ambientali per intervenire in direzione di un miglioramento della qualità dell'aria a scala locale/regionale.

15. BIBLIOGRAFIA

- ✦ La qualità dell'aria nella Regione Marche - ARPA Marche
- ✦ Sistema nazionale per la Protezione dell'ambiente
- ✦ Inquinamento atmosferico – Wikipedia
- ✦ La rete regionale di monitoraggio della qualità dell'aria
- ✦ Inquinamento atmosferico — Agenzia europea dell'ambiente
- ✦ Inquinamento atmosferico: gli effetti potenziali sulla salute
- ✦ Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
<https://www.isprambiente.gov.it>