UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGENERIA

Corso di Laurea triennale Ingegneria Civile e Ambientale

SPECIAZIONE DELLE EMISSIONI DI COMPOSTI ORGANICI VOLATILI PROVENIENTI DALLE ATTIVITA' DI PRODUZIONE INDUSTRIALE

SPECIATION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUND EMISSIONS FROM INDUSTRIAL PODUCTION ACTIVITIES

Relatore: Chiar.mo

Prof. **Passerini Giorgio**

Correlatore: Chiar.mo

Dott. ***Virgili Simone***

Tesi di Laurea di:

Ruzzi Silvio

A.A. 2019 /2020

Sommario

INTRODUZIONE 4
1. L'inquinamento atmosferico 5
1.1 Le fonti di inquinamento 5
1.2 Inquinamento in Europa 5
1.2.1 Particolato (PM) 5
1.2.2 Ossidi di azoto (NOx) 7
1.2.3 Biossido di zolfo (SO2) 7
1.2.4 Monossido di carbonio (CO) 8
1.2.5 Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC) 9
1.3 Inquinamento negli anni in Italia 1990-2013 10
1.3.1 Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC) 10
1.3.2 Monossido di carbonio (CO) 11
1.3.3 Particolato grosso (PM 10) 11
1.3.4 Particolato fine (PM 2.5) 11
1.3.5 Ossidi di azoto (NOx) 12
1.3.6 Ossidi di zolfo (SOx) 13
1.4 Confronti tra O3, NOx e NMVOC 13
1.5 Emissioni industriali di NMVOC 14
1.5.1 Stima delle emissioni di NMVOC 14
1.5.2 Inquinamento da NMVOC e salute 14
1.5.3 Politiche europee per la riduzione degli NMVOC 15
2. Materiali e metodi 16
2.1 Programma europeo di monitoraggio e valutazione (EMEP) 16
2.2 Istituto nazionale di statistica (ISTAT) 16
2.2.1 Industrie e lavoratori nelle Marche 17
2.2.2 Lavoratori nelle province marchigiane 19
2.2.3 Industrie e lavoratori nell'Abruzzo 20
2.2.4 Industrie e lavoratori nell'Umbria 22
2.3 InfoCamere 24
3. Risultati delle regioni 29
3.1 Marche 29
3.1.1 Fattori di emissione di NMVOC/addetto nella regione Marche 29
3.1.2 Fattori di emissione di NMVOC/addetto nelle province delle Marche 30
3.2 Abruzzo 33
3.2.1 Fattori di emissione di NMVOC/addetto nella regione Abruzzo 33

3.3 Umbria 34
3.3.1 Fattori di emissione di NMVOC/addetto della regione Umbria 34
4. Confronti tra le regioni 35
4.1 Confronto tra i lavoratori e le industrie nelle regioni 35
4.2 Confronto tra i lavoratori e le industrie nel settore manifatturiero nelle regioni 37
4.3 Confronto tra le emissioni totali di kg di NMVOC nelle regioni 39
4.4 Confronto tra i fattori di emissione di kg NMVOC/addetto nelle regioni 40
4.5 Confronti tra i fattori di emissione di (Kg NMVOC) /addetto nell'industria delle regioni 41
4.5.1 Industria chimica 41
4.5.2 Industria di ferro e acciaio 42
4.5.3 Industria del vetro 43
4.5.4 Industria di carta e legno 44
4.5.5 Industria alimentare 45
4.5.6 Industria tessile 46
4.6 Confronti tra i fattori di emissione di (Kg NMVOC) /addetto delle industrie nelle province delle Marche 47
4.6.1 Industria di ferro e acciaio 47
4.6.2 Industria di carta e legno 48
4.6.3 Industria alimentare 49
4.6.4 Industria tessile 50
Conclusione 51
Bibliografia 52

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si è sempre parlato di inquinamento ambientale come un problema persistente e difficilmente risolvibile. In particolare, ci si riconduce alle emissioni in atmosfera di sostanze che provocano una pessima qualità dell'aria. Fra i molteplici inquinanti che si trovano in atmosfera, possiamo trova gli NMVOC che sono una famiglia di diversi composti (tra cui benzene, formaldeide ecc.) potenzialmente pericolosi per noi e per l'ambiente. Proprio a causa della diversa tipologia di sostanze racchiuse negli NMVOC, si è svolta una stima grossolana dei Kg NMVOC/addetto. La stima del fattore di emissione potrebbe essere migliorata avendo a disposizione una serie di dati che ci forniscono un campione più rappresentativo delle piccole e medie imprese (che sono maggioritarie considerando tutte le industrie italiane) soprattutto quelle presenti nel settore analizzato cioè il manifatturiero (chimica, ferro e acciaio, tessile, alimentare ecc.) che occupa una buona parte di tutto il settore produttivo nelle regioni di Marche, Abruzzo e Umbria. Tutti i dati raccolti sono stati necessari a fornire una stima delle emissioni di Kg NMVOC/addetto che poi sono state confrontate tra loro.

1. L'inquinamento atmosferico

1.1 Le fonti di inquinamento

Le fonti di inquinamento sono di varia natura, sia antropica sia di origine naturale ma tutte insieme contribuiscono a rendere la qualità dell'aria non adeguata alla vita degli esseri umani, piante e animali. Le fonti sono:

1- Utilizzo di combustibili fossili per la produzione di energia elettrica, per i trasporti, per le abitazioni e nelle industrie;

2- Processi industriali e uso di solventi;

3- Agricoltura;

4- Trattamento rifiuti;

5- Eruzioni vulcaniche, polveri, spuma di mare ed emissioni di Composti Organici Volatili.

1.2 Inquinamento in Europa

1.2.1 Particolato (PM)

Il particolato è il termine generale usato per la miscela di particelle (solide e liquide) sospese nell'aria, con un'ampia gamma di dimensioni e sostanze chimiche composizioni. PM2,5 si riferisce a "particelle fini" che hanno un diametro di 2,5 micrometri o inferiore. PM10 si riferisce a particelle con un diametro di 10 micrometri o inferiore. Il PM10 include le "particelle grossolane" frazione in aggiunta alla frazione PM2,5. Il termine entro il quale gli Stati membri devono rispettare il limite di PM10 e di PM2,5 era il 1 ° gennaio 2005 e il 1° gennaio 2010, rispettivamente. Il limite annuale per il PM10 è stato superato più spesso in Polonia, Italia, Slovacchia, la Regione balcanica, Turchia e anche in diverse aree urbane regioni. Nel 2011, le concentrazioni di PM2,5 erano superiori al valore limite annuale, in diverse stazioni in Bulgaria, Repubblica Ceca, Francia, Italia, Polonia e Slovacchia. (Europeean Envairnoment Agency, 2013).

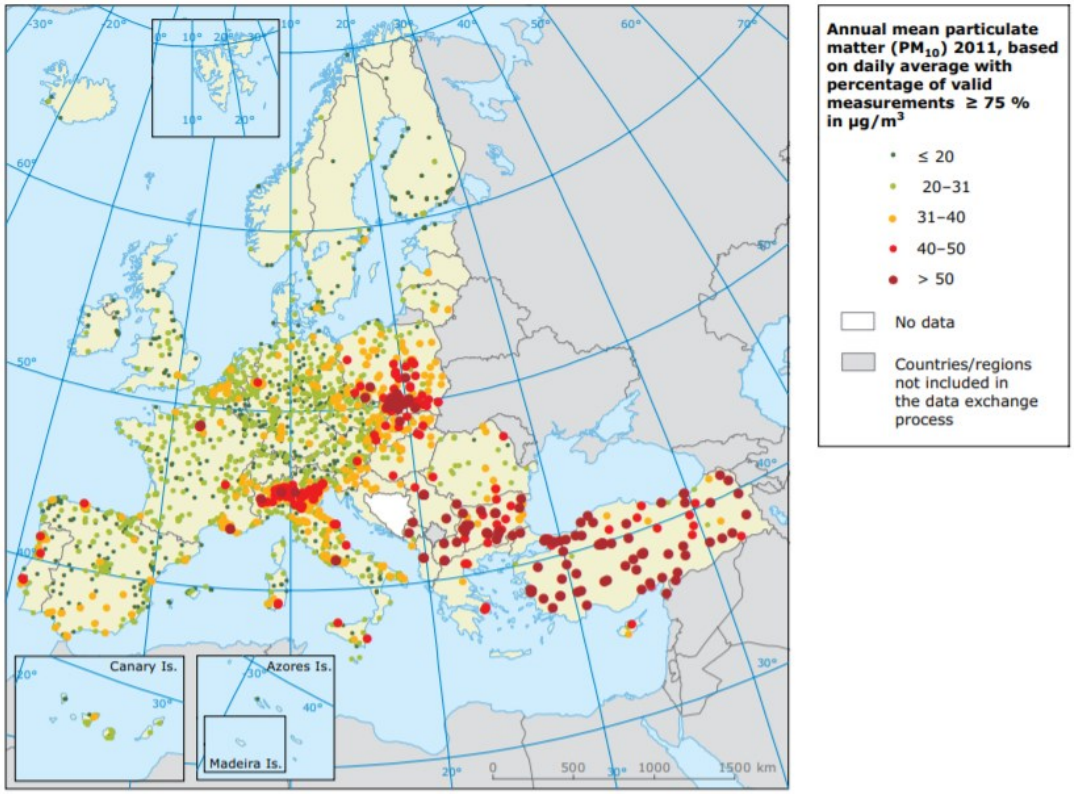

Figura 1: emissioni PM10 in Europa

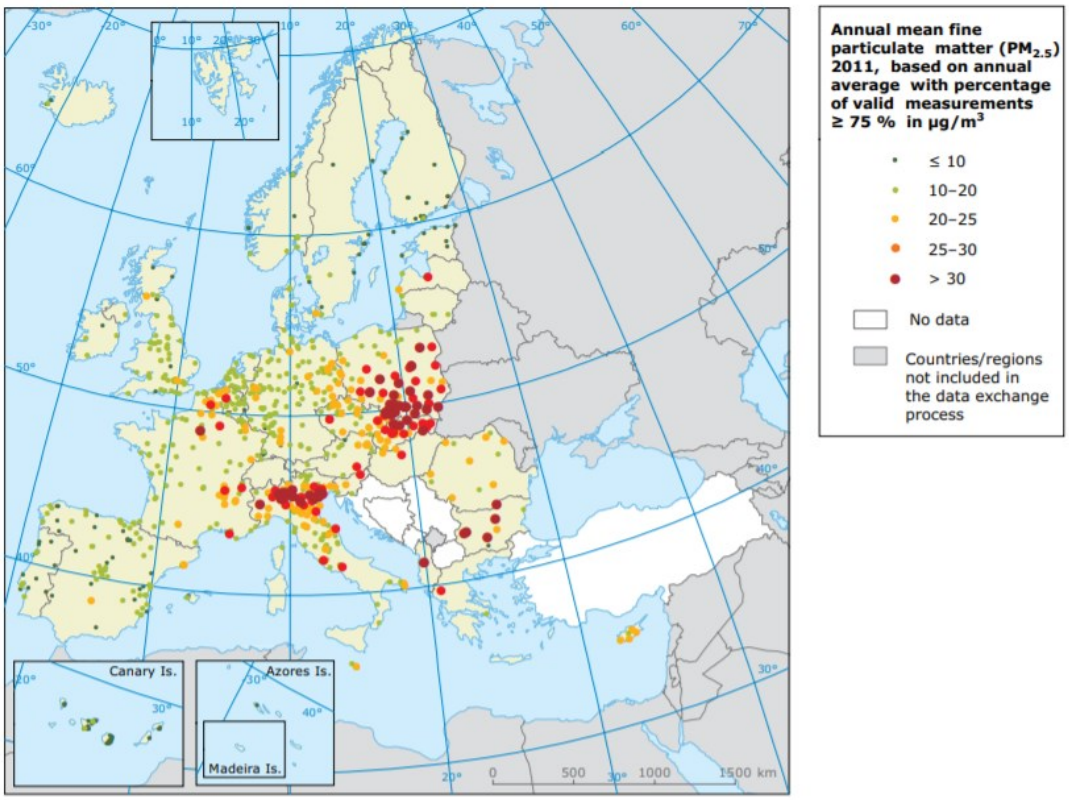

Figura 2: emissioni di PM2,5 in Europa

1.2.2 Ossidi di azoto (NOx)

Il biossido di azoto è un gas, la cui formula chimica è NO2, presente nell'atmosfera a causa dei processi di combustione ad alta temperatura (es. Quelli che si verificano nei motori delle automobili e nelle centrali elettriche) che sono le principali fonti di NO e NO2. Questi due gas sono noti collettivamente come NOx. La maggior parte delle emissioni di NOx è dovuta a NO, anche se è presente una piccola parte di NO2 che viene emessa nell'atmosfera (dal 5 al 10%). Negli ultimi anni il valore di emissione riguardante NO2 è in aumento e questo può portare a più frequenti violazioni dei valori limite. Il target è fissato a 40 µg/m3 e gli Stati membri dell'UE erano obbligati a soddisfare questo requisito entro il 2010. Nel 2011, 21 di loro hanno registrato il superamento del valore limite in una o più stazioni. (Europeean Envairnoment Agency, 2013)

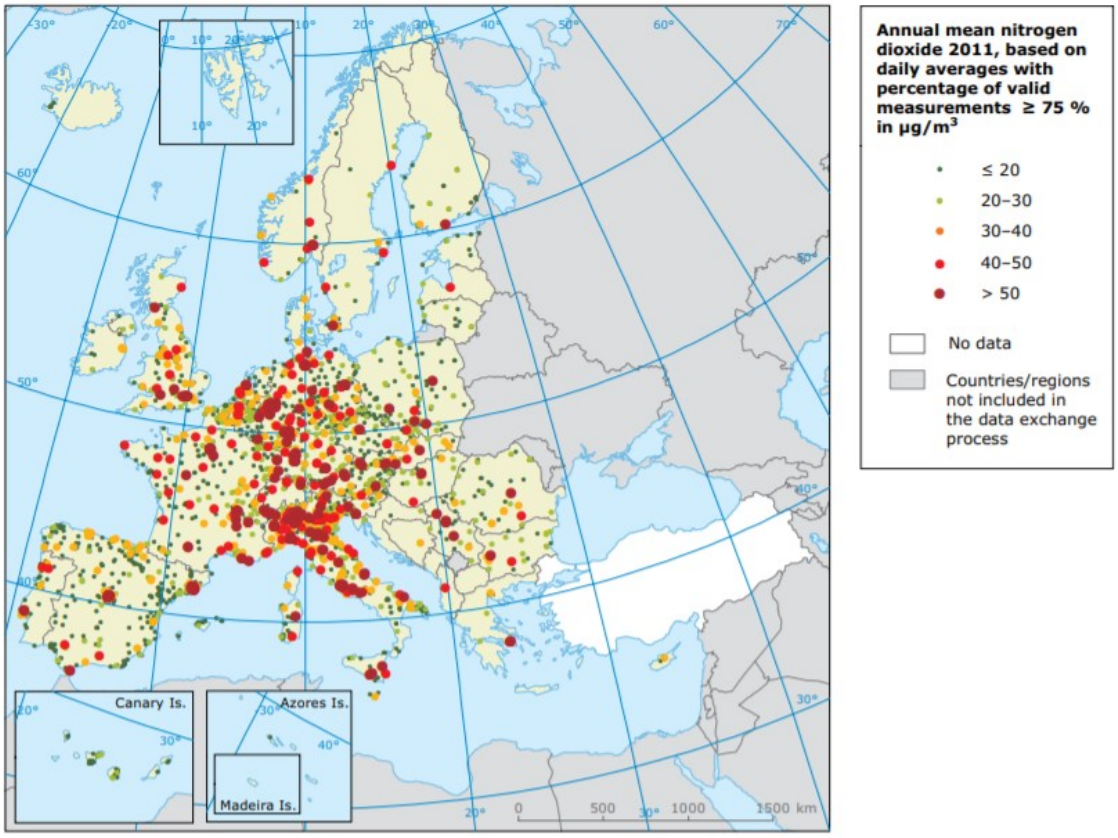

Figura 3: emissioni di NOx in Europa

1.2.3 Biossido di zolfo (SO2)

L'anidride solforosa è un composto che viene emesso quando i combustibili contenti zolfo vengono bruciati. Molti combustibili fossili e carburanti contengono zolfo e per questo quando vengono utilizzati per il riscaldamento, per la produzione di energia o come carburante per le auto, viene emesso SO2. I vulcani sono la fonte naturale più impattante. Lo zolfo è la causa di diverse problematiche per l'ambiente come la perdita di sostanze nutritive dal suolo (magnesio e potassio)

e la perdita di neutralizzazione acida nel suolo e nell'acqua. (Europeean Envairnoment Agency, 2013).

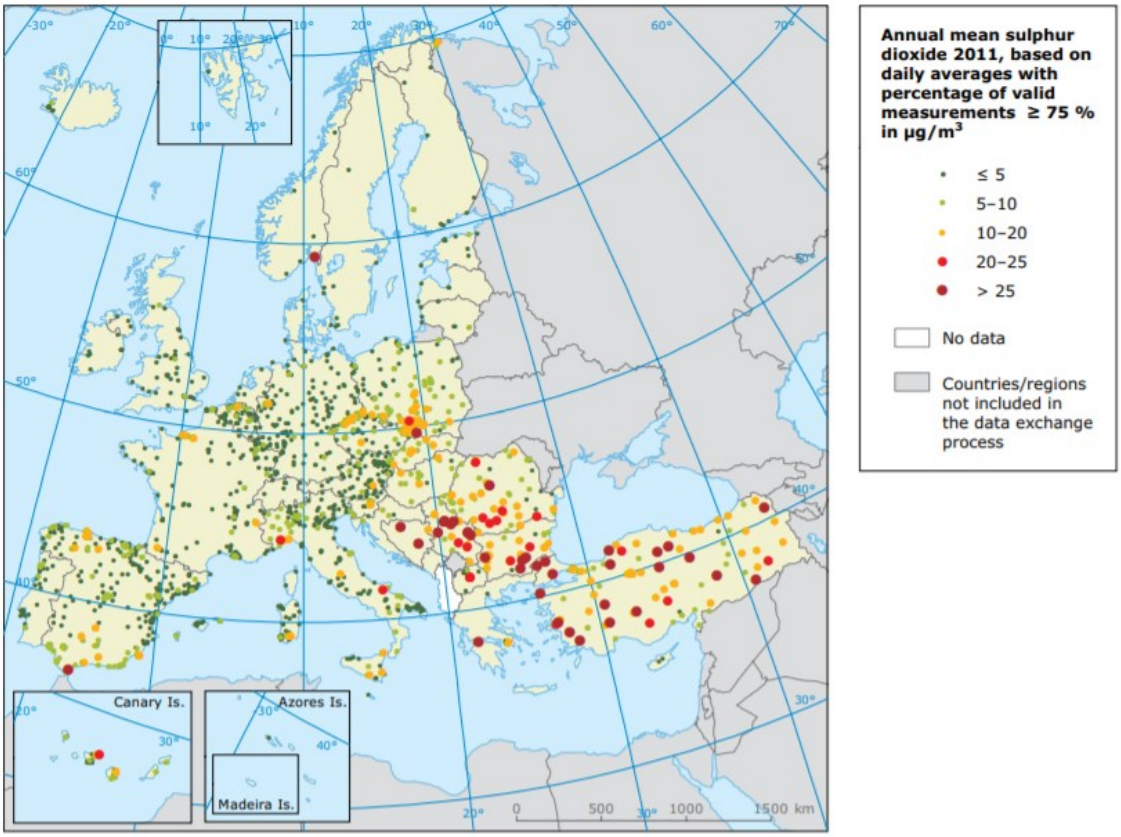

Figura 4: emissioni di SO2 in Europa

1.2.4 Monossido di carbonio (CO)

Il monossido di carbonio è un gas emesso a causa di combustione incompleta di combustibili fossili e biocarburanti. La fonte da cui proviene la maggior parte di CO è il trasporto. Infatti, la numerosa quantità di veicoli che sono presenti sulle strade, causa diversi disagi all'ambiente a causa delle notevoli emissioni di CO. Anche per la produzione di energia, viene emessa una quantità esorbitante di inquinanti preferendo le fonti fossili a quelle rinnovabili e pulite. I livelli di CO più elevati si trovano in aree urbane, in genere durante le ore di punta del traffico. La CO contribuisce all'aumento atmosferico di O3, con effetti dannosi associati sulla salute ed ecosistemi. (Europeean Envairnoment Agency, 2013).

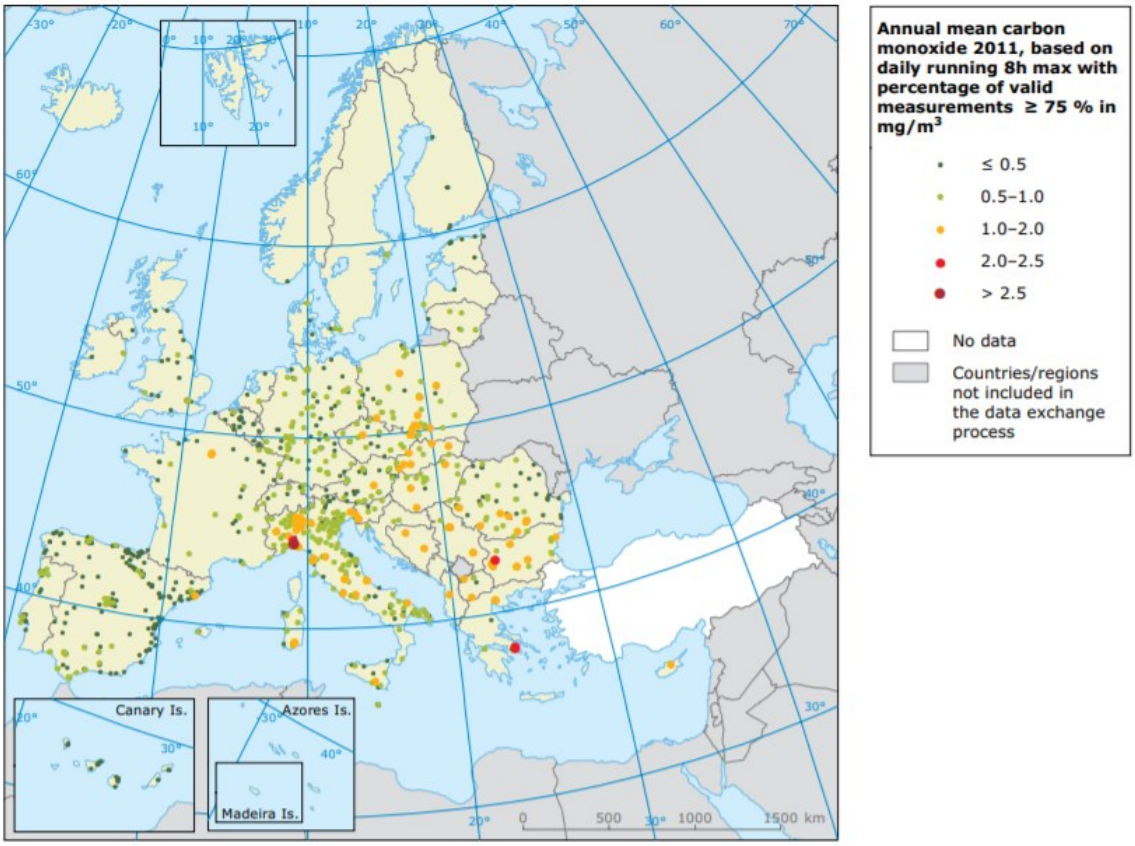

Figura 5: emissioni di CO in Europa

1.2.5 Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC)

1.2.5.1 Benzene (C6H6)

La combustione incompleta dei combustibili è la fonte principale di C6H6. Il benzene è uno dei tanti composti che fa parte degli NMVOC e viene usato come additivo per la benzina. Altre fonti di C6H6 includono il riscaldamento domestico e raffinazione del petrolio. In generale il contributo delle emissioni di C6H6 prodotte dal riscaldamento domestico è ridotto (circa il 5% delle emissioni totali) ma con forti differenze a seconda della regione. Infatti, nelle aree in cui la combustione del legno rappresenta più di metà del fabbisogno energetico domestico, l'impatto relativo al benzene rappresenta una fonte importante di emissione. Il benzene viene misurato in un numero relativamente piccolo di stazioni. In molte località, la media annuale di concentrazioni di C6H6 è sotto la soglia di 2 µg/m3. Quando le concentrazioni sono inferiori a quelle della soglia di valutazione consentita dalla legislazione europea per la qualità dell'aria, allora si procede secondo misurazioni indicative o discontinue. (Europeean Envairnoment Agency, 2013).

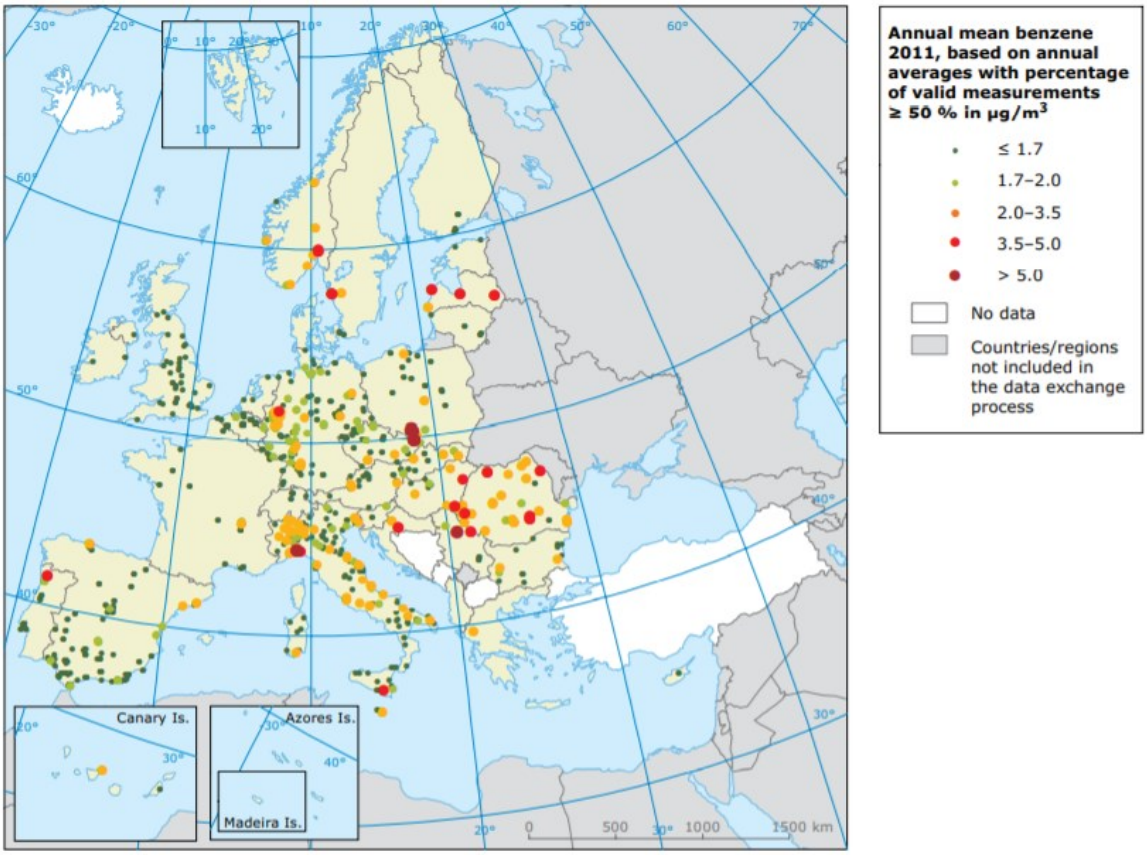

Figura 6: emissioni di benzene in Europa

1.3 Inquinamento negli anni in Italia 1990-2013

1.3.1 Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC)

Le emissioni nazionali in atmosfera di NMVOC mostrano una tendenza decrescente nel periodo 1990-2013. L'andamento delle emissioni globali mostra una riduzione di circa il 53% tra il 1990 e il 2013, da 1.936 Gg a 906 Gg. Nel quadro della Direttiva sui limiti nazionali di emissione (CE, 2001), il valore target di NMVOC per il 2010 fissato a 1.159 Gg, è stato raggiunto. Il nuovo target stabilito nell'ambito della Convenzione UNECE/CLRTAP per il 2020 è pari al 65% del livello di emissioni del 2005. La principale fonte di NMVOC è l'uso di solventi che contribuiscono al 40% delle emissioni totali. La diminuzione di NMVOC nell'atmosfera è dovuta a diversi settori, principalmente quello dei trasporti; a seguire estrazione e distribuzione combustibili fossili, trattamento e smaltimento rifiuti, agricoltura e combustione industriale. (ISPRA, 2015).

Codice NFR	Settore
1A1	Energy Industries
1A2	Manufacturing Industries
1A3	Transport
1A4	Residential-public-commercial sector
1A5	Other Energy
1B	Fugitive Emissions from Fuel
2	Industrial Processes
3	Solvent and Other Product Use
4	Agriculture
5	Land Use, Land Use Change
6	Waste

Figura 7: codifica dei settori nella nomenclatura NFR

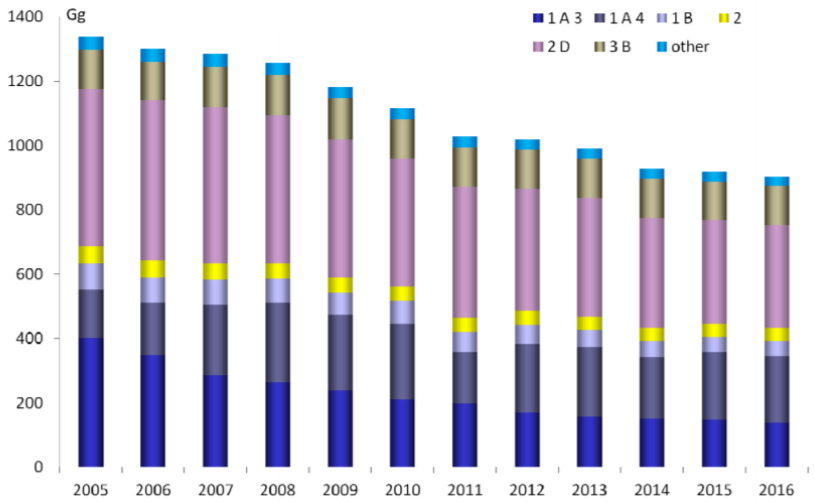

Figura 8: andamento delle emissioni di NMVOC

1.3.2 Monossido di carbonio (CO)

Le emissioni nazionali di CO mostrano una tendenza in diminuzione nel periodo 1990-2013, passando da 7.007 Gg a 2.571 Gg. Chiaramente la riduzione di CO nell'atmosfera è dovuta al settore dei trasporti (87%). Invece, la combustione non industriale mostra un aumento di CO (303%) a causa della combustione del legno per uso domestico. (ISPRA, 2015).

1.3.3 Particolato grosso (PM 10)

Le emissioni nazionali di PM10 mostrano una tendenza in diminuzione nel periodo 1990-2013, passando da 235 Gg a 194 Gg. Dal 1990 al 2013 il trend mostra una riduzione di circa il 17%. Anche in questo caso l'aumento (250%) di PM10 è dovuto alla combustione non industriale del legno per uso domestico. Invece in tutti gli altri settori si nota una notevole diminuzione dell'emissione di PM10 soprattutto nel settore della combustione industriale per la produzione di energia (97%). (ISPRA, 2015).

1.3.4 Particolato fine (PM 2.5)

Le emissioni nazionali di PM2.5 mostrano una tendenza in diminuzione nel periodo 1990-2013, passando da 186 Gg a 168 Gg. Come per il PM10, anche qui si nota che le emissioni di PM2,5 aumentano per la combustione non industriale e diminuiscono per tutti gli altri settori. In particolare, per il settore della combustione industriale il calo è del 73%. In entrambi i casi sia per il PM10 che per il PM2,5, è stato riscontrato una forte diminuzione delle emissioni nel settore automobilistico e del trasporto grazie anche alle innovazioni tecnologiche che con il temo hanno preso piede in questo mondo. (ISPRA, 2015).

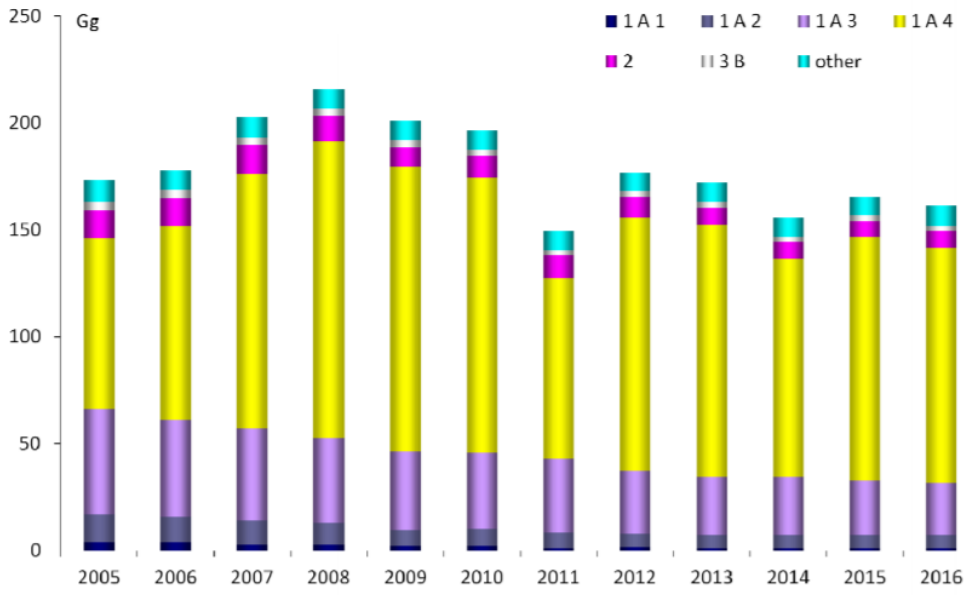

Figura 9: andamento emissioni PM2,5

1.3.5 Ossidi di azoto (NOx)

Le emissioni nazionali in atmosfera di ossidi di azoto mostrano una tendenza decrescente nel periodo 1990-2013, da 2.047 Gg a 821 Gg. Le emissioni totali mostrano una riduzione di circa il 60% dal 1990 al 2013, con un netto calo tra il 1995 e 2000, soprattutto nei settori del trasporto su strada (57%) e della combustione di energia (87%). La fonte principale di emissione di NOx è dovuta al trasporto; in questi anni però si è notata una forte diminuzione del 57%. In tutti gli altri casi la riduzione è stata minore, ma comunque è un ottimo risultato. L'unico aumento è dovuto alla combustione non industriale che mostra un aumento del 42%. (ISPRA, 2015).

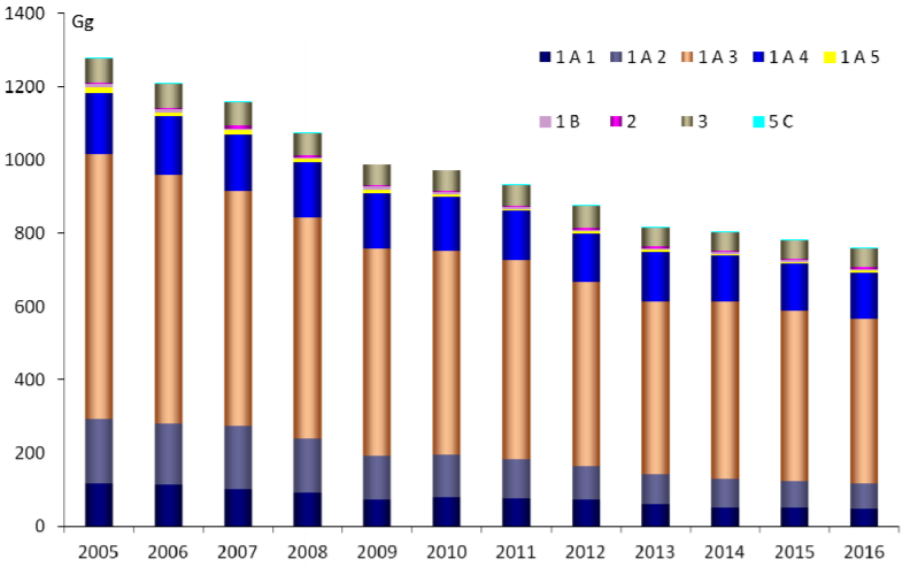

Figura 10: andamento emissioni NOx

1.3.6 Ossidi di zolfo (SOx)

Le emissioni nazionali in atmosfera di ossidi di zolfo sono notevolmente diminuite negli ultimi anni, come si è verificato in quasi tutti i paesi dell'UNECE. I dati mostrano un calo generale delle emissioni di SOx durante il periodo, da 1.800 Gg nel 1990 a 145 Gg in 2013. Le principali riduzioni di emissioni di SOx sono dovute alla combustione per la produzione di energia e alla combustione industriale (95% e 89% rispettivamente). In questo caso si è mostrato un calo anche per gli impianti di combustione non industriale (in tutti gli altri casi mostrava un aumento di emissioni). (ISPRA, 2015).

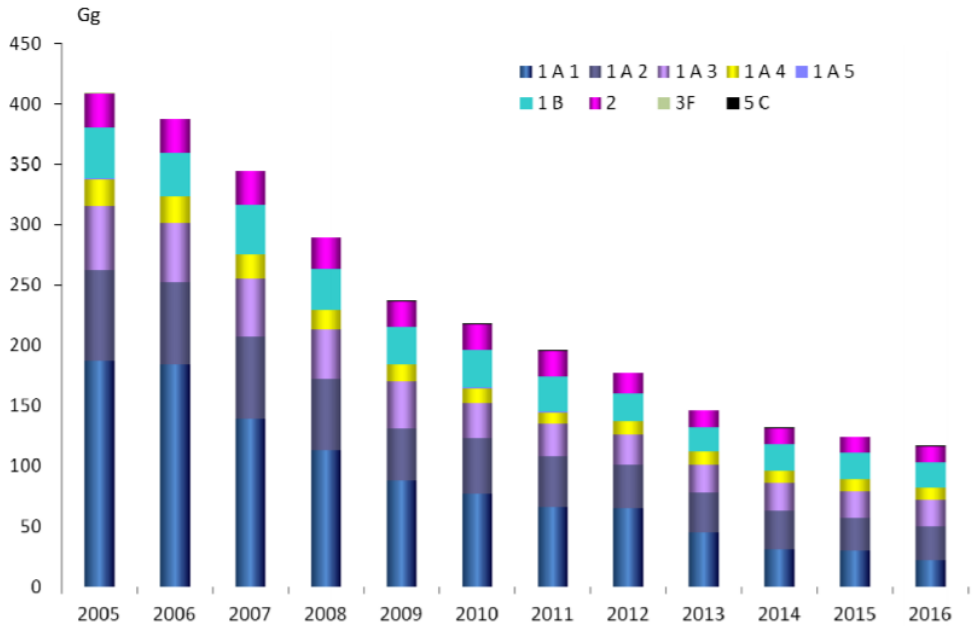

Figura 11: andamento emissioni di SOx

1.4 Confronti tra O3, NOx e NMVOC

Abbiamo una relazione tra Composti Organici Volatili Non Metanici, ozono (O3) e biossido di azoto (NOx). Sappiamo che le industrie emettono molti inquinanti tra cui N0x e NMVOC; infatti durante il giorno l'ozono viene alimentato dagli NMVOC che sono presenti sul territorio mentre di notte viene distrutto dall'NOx. In pratica nelle zone più inquinate dagli NOx, l'ozono viene abbattuto rapidamente di notte mentre nelle zone meno inquinate persiste nell'ambiente. Per ridurre la presenza di O3 nell'ambiente, bisogna ridurre la presenza di NMVOC nell'atmosfera; se si riducesse la concentrazione di NOx, l'ozono aumenterebbe perché è proprio a causa degli NOx che la sostanza veniva ridotta.

1.5 Emissioni industriali di NMVOC

Le industrie, insieme a tutte le altre fonti, sono una via di ingresso per gli inquinanti in atmosfera a causa delle relative produzioni che ogni giorno contribuiscono a peggiorare la qualità dell'aria. In particolare, viene emesso un tipo di inquinante detto NMVOC; in realtà gli NMVOC sono un gruppo di diverse sostanze quali benzene, etanolo, formaldeide, cicloesano e acetone, molto pericolose per la salute umana. Gli NMVOC sono utilizzati come solventi, coloranti, sostanze per la pulizia ecc., in diverse attività industriali (preparazione dei coloranti, delle vernici, dei detersivi, delle materie plastiche ecc.). Considerato che sono "organici", essi si basano sul carbonio e sono "volatili" in quanto hanno una facile tendenza a trasferirsi in aria. L'emissione in atmosfera da parte delle industrie degli NMVOC, contribuisce alla formazione dello 'Smog Fotochimico', cioè una tipologia di inquinamento che è favorito dalla radiazione ultravioletta e che sfrutta gli NMVOC per sostenersi (oltre anche agli altri inquinanti). A causa di questo fenomeno si favorisce la formazione di ozono nell'atmosfera.

Negli ultimi anni si è riscontrata una diminuzione delle emissioni di NMVOC a causa della diminuzione delle industrie minerali e chimiche; infatti le emissioni legate alla produzione mineraria sono diminuite del 47,4% per la relativa diminuzione della produzione di cemento. (National Inventory Report, 2020).

1.5.1 Stima delle emissioni di NMVOC

La stima delle emissioni viene effettuata in modo diversificato a seconda della tipologia delle sorgenti:

- per le sorgenti puntuali, è possibile riportare direttamente il dato di emissione, sulla base delle dichiarazioni delle singole aziende o delle misurazioni effettuate.

- per le sorgenti lineari e areali le emissioni sono stimate su base territoriale utilizzando il seguente approccio (CORINAIR):

E/anno = A x FE

dove:

E sono le emissioni (es. in g di inquinante/anno);

A è un indicatore dell'attività le cui fonti di informazione possono essere: i censimenti ISTAT, le Associazioni di categoria, vari enti pubblici e privati (es. kg di prodotto/anno);

FE è il fattore di emissione per unità di attività e per specifico inquinante (es. g di inquinante/Kg di prodotto). (ANPA, 2001).

1.5.2 Inquinamento da NMVOC e salute

L'inquinamento atmosferico nuoce all'ambiente e alla salute umana. In Europa, le emissioni di molti inquinanti atmosferici sono diminuite in modo sostanziale negli ultimi decenni, determinando una migliore qualità dell'aria nella regione. Le concentrazioni di inquinanti sono tuttavia ancora troppo elevate e i problemi legati alla qualità dell'aria persistono. Una parte significativa della popolazione europea vive in zone, in particolar modo nelle città, in cui si superano i limiti fissati dalle norme in materia di qualità dell'aria: l'inquinamento da ozono, biossido di azoto e particolato pone gravi rischi

per la salute. L'inquinamento atmosferico sta danneggiando la salute umana e gli ecosistemi. Larghe fasce della popolazione non vivono in un ambiente sano, in base alle norme attuali. Per imboccare un cammino sostenibile, l'Europa dovrà essere ambiziosa e andare oltre la legislazione attuale. (Hans Bruyninckx, 2018).

Gli NMVOC possono causare una diversificata gamma di effetti dannosi per la nostra salute. Infatti, l'esposizione prolungata a queste sostanze, danneggiano numerosi organi e apparati soprattutto il sistema nervoso centrale. Alcune di queste sostanze sono considerate cancerogene per l'uomo (benzene) e per gli animali. (Ministero della Salute, 2015).

La maggior parte delle persone che vivono nelle città, sono esposte a concentrazioni di NMVOC molto superiori ai limiti consentiti e ciò produce effetti negativi sulla popolazione. Le persone maggiormente a rischio di malattie dovute alla scarsa qualità dell'aria sono anziani, bambini e tutti coloro che hanno malattie cardiache e respiratorie; infatti gli inquinanti colpiscono in particolare il sistema respiratorio e cardio-vascolare.

1.5.3 Politiche europee per la riduzione degli NMVOC

In Europa sono state attuate numerose politiche che agiscono direttamente o indirettamente per ridurre le emissioni di NMVOC. Questi includono:

1- La Direttiva sui limiti nazionali di emissione 2001/81/CE (NECD) entrata in vigore nella Comunità europea nel 2001. La NECD stabilisce limiti di emissione per Composti Organici Volatili Non Metanici (NMVOC) da raggiungere dal 2010 in poi per ciascuno Stato membro.
2- Il protocollo di Göteborg (1999) alla convenzione della Commissione economica per l'Europa delle Nazioni Unite (UNECE) sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza (convenzione LRTAP) per ridurre l'acidificazione, l'eutrofizzazione e l'ozono troposferico. Sono stati fissati i limiti da raggiungere entro il 2010 per gli NMVOC.
3- Protocollo di Ginevra (1991) alla Convenzione LRTAP sul controllo delle emissioni di composti organici volatili. Questo protocollo è entrato in vigore nel settembre 1997 e ha richiesto una riduzione del 30% degli NMVOC entro il 1999 da un anno base tra il 1984 e il 1990.
4- La direttiva sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (96/61/CE) è entrata in vigore nel 1999. Ha lo scopo di prevenire o ridurre al minimo l'inquinamento dell'aria, dell'acqua o del suolo da varie fonti industriali in tutta l'Unione europea. La Commissione ha intrapreso una revisione della direttiva IPPC e la relativa normativa sulle emissioni industriali e il 21 ° dicembre 2007 ha adottato una proposta di direttiva sulle emissioni industriali. (Europeean Envaironment Agency, 2015).

Queste sono solo alcune delle diverse operazioni che sono state fatte e che si continuano a fare per la riduzione degli NMVOC dell'atmosfera. Sicuramente in un futuro non troppo lontano riusciremo a ridurre al minimo questi composti che si trovano nell'atmosfera migliorando notevolmente la qualità dell'aria nel mondo.

2. Materiali e metodi

2.1 Programma europeo di monitoraggio e valutazione (EMEP)

EMEP è il programma cooperativo per il monitoraggio e la valutazione della trasmissione a lungo raggio di inquinanti atmosferici in Europa. Si tratta di un programma scientificamente fondato e guidato dalla politica nell'ambito della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a grande distanza.

Dalla fonte dell'EMEP, in particolare dalle guidebook che l'ente mette a disposizione, sono stati estrapolati i dati relativi ai fattori di emissione degli NMVOC necessari per stimare le emissioni delle fonti industriali di diversa tipologia. I dati utilizzati sono stati presi sotto la voce 'processi industriali e utilizzo del prodotto' in cui vengono rappresentate le varie industrie con i relativi fattori di emissione. Sono state considerate diverse tipologie di industrie (chimica, ferro e acciaio, carta e legno, alimentare, tessile e vetro) e per ognuna sono stati determinati i fattori di emissione medi considerando che per ogni varietà di industria erano presenti diverse produzioni industriali.

INDUSTRIE	FATTORE DI EMISSIONE (Kg/tonnellata)	NUMERO DI PROCESSI PRODUTTIVI	FATTORI DI EMISSIONE MEDI (Kg NMVOC/tonnellata)
Chimica	62,1106	27	2,3
Acciaio e Ferro	1,019	12	0,085
Vetro	0,5	1	0,5
Carta e Legno	4,25	4	1,0625
Alimentare	82,98835	22	3,77
Tessile	230	3	76,7

Tabella 1: fattori di emissione medi degli NMVOC relativi ai processi industriali

I fattori di emissione medi riportati nella tabella precedente sono stati determinati andando a dividere ogni fattore di emissione per il numero di processi produttivi relativo all'industria presa in considerazione. Il calcolo proposto si è svolto in questo modo perché si è ritenuto che la media era il miglior modo per andare a mitigare l'errore dovuto alla stima dei fattori di emissione.

2.2 Istituto nazionale di statistica (ISTAT)

L'Istituto nazionale di statistica è un ente pubblico di ricerca italiano che si occupa dei censimenti generali della popolazione, dei servizi e dell'industria, e dell'agricoltura, di indagini campionarie sulle famiglie e di indagini economiche generali a livello nazionale.

Attraverso i dati che sono forniti dall'ente, si è presa visione del numero di aziende che operano nel settore manifatturiero e dei relativi lavoratori che sono presenti sul territorio delle regioni Marche, Abruzzo e Umbria. Sono state prese in considerazione le industrie che operano nel settore

manifatturiero perché dai dati EMEP, i fattori di emissione che sono stati estrapolati, confrontati con i dati delle industrie nelle tabelle ISTAT, riguardavano solo il settore manifatturiero. Questi dati ci sono utili per svolgere un percorso di individuazione dei fattori di emissione di NMVOC per ogni addetto che successivamente verranno confrontati tra di loro.

2.2.1 Industrie e lavoratori nelle Marche

I dati relativi alle industrie e ai lavoratori presenti nella regione Marche sono stati forniti in riferimento all'anno 2011 e sono stati utilizzati per andare a determinare i fattori di emissione di NMVOC/addetto, relative sia all'industria che al lavoratore preso singolarmente.

2.2.1.1 Lavoratori nelle Marche

La tabella seguente mostra come sono suddivisi i lavoratori nella regione Marche.

LAVORATORI TOTALI NELLE MARCHE	460833
LAVORATORI INDUSTRIA MANIFATTURIERA	61037

Tabella 2: lavoratori nelle Marche

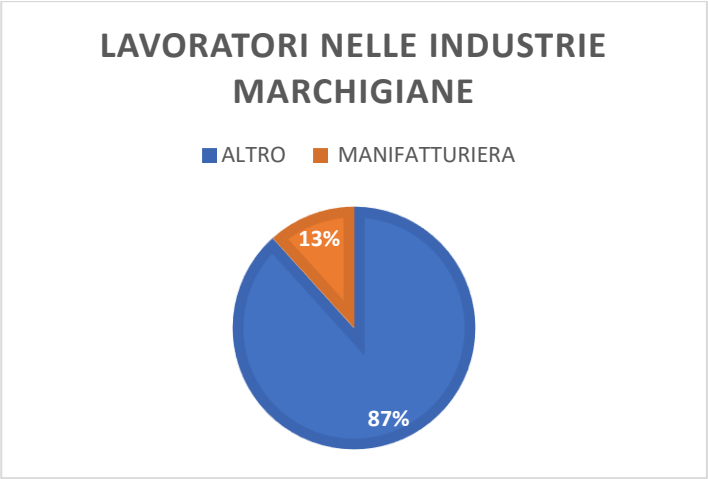

Figura 1: lavoratori nelle Marche

Da tabella 2 e dalla figura 1 notiamo come in realtà solo il 13% dei lavoratori opera nel settore manifatturiero e ciò ci fa capire che ci sono molti altri settori in cui i dipendenti lavorano. A partire dalla conoscenza dei lavoratori nelle industrie manifatturiere nella regione si potranno determinare le emissioni di NMVCO/addetto totali che vengono prodotte per poi confrontarle con quelle di altre regioni simili.

2.2.1.2 Industrie nelle Marche

Nella tabella che segue sono mostrate come si suddividono le industrie nella regione Marche.

	PERCENTUALE INDUSTRIE MARCHIGIANE (%)	NUMERO DI INDUSTRIE MARCHIGIANE
ALTRO	87	113984
MANIFATTURIERE	13	17402

Tabella 3: industrie nelle Marche

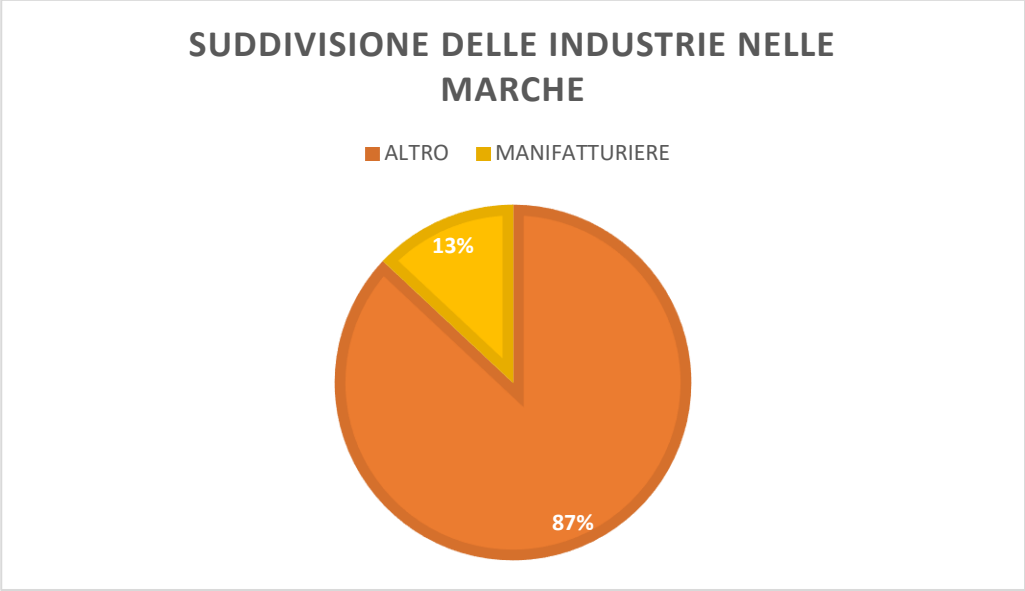

Figura 2: industrie nelle Marche

Da tabella 3 e dalla figura 2 possiamo notare come le percentuali siano le stesse di figura 1 e tabella 2. Inoltre, fra tutte le 131386 industrie presenti sul territorio solo il 13% fa parte di quelle manifatturiere; un dato assai importante perché ci fa capire la notevole varietà di industrie che si possono trovare nella regione Marche. Confrontando la figura 1 con la figura 2 notiamo che i grafici sono identici con le stesse percentuali; questo accade perché per il calcolo dei lavoratori nell'industria manifatturiera (figura 1), è stata utilizzata la stessa percentuale (13%) relativa alla quantità di industrie manifatturiere presenti nel territorio.

2.2.2 Lavoratori nelle province marchigiane

Anche in questo caso sono stati raccolti dai dati ISTAT il numero di lavoratori totali per le province di Macerata, Ancona, Ascoli Piceno, Fermo e Pesaro Urbino.

PROVINCE	LAVORATORI TOTALI NELLA MANIFATTURA	LAVORATORI PROVINCIALI/LAVORATORI TOTALI (%)	LAVORATORI NELLA MANIFATTURA
Pesaro e Urbino	111441	24	14760
Macerata	95455	21	12643
Ancona	144643	31	19158
Fermo	56404	12	7471
Ascoli Piceno	52899	12	7324
Totale		100	61356

Tabella 4: lavoratori nelle province

Considerando i lavoratori totali per ogni provincia, sono state determinate le relative percentuali usufruendo della conoscenza dei dipendenti nell'intera regione (tabella 2). Successivamente, sono stati determinati i lavoratori per ogni provincia moltiplicando le percentuali ottenute, per quelli totali nelle imprese manifatturiere della regione Marche. Attraverso la conoscenza dei dipendenti in ogni provincia si possono determinare i fattori di emissione di NMVOC/addetto per ogni tipologia di industrie.

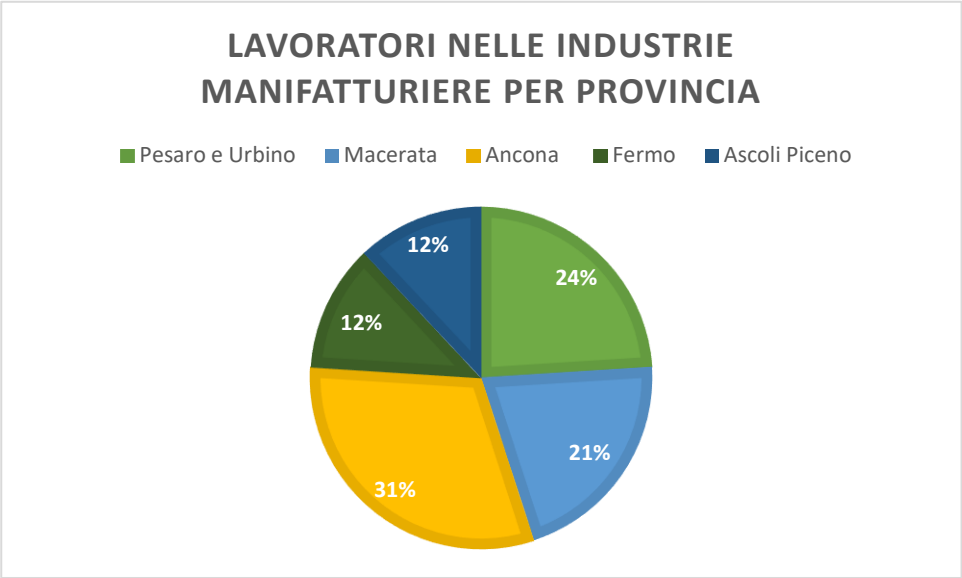

Figura 3: lavoratori nelle industrie manifatturiere per ogni provincia

Da questa figura possiamo notare le percentuali dei lavoratori per ogni provincia sulla base di tabella 4. In mancanza di dati relativi ai dipendenti nelle industrie manifatturiere per ogni provincia, i lavoratori calcolati in tabella 4, sono stati determinati utilizzando le stesse percentuali relative ai lavoratori totali nella regione Marche. Con ciò viene rappresentata una stima grossolana perché non è detto che le percentuali corrispondano.

Purtroppo, i dati riguardanti le industrie manifatturiere nelle province non sono forniti e non c'è la possibilità di calcolarle perché non sono note le quantità di industrie manifatturiere per ogni provincia ma le industrie manifatturiere totali nella regione Marche.

2.2.3 Industrie e lavoratori nell'Abruzzo

Lo stesso criterio è stato utilizzato per la regione Abruzzo cioè quello di estrapolare le informazioni sui lavoratori e sulle industrie dai dati ISTAT al fine di andare a determinare i fattori di emissione di NMVOC/addetto che verranno confrontate con le altre regioni. A causa della mancanza di dati, verranno forniti i suddetti relativamente alla regione e non alle province come è stato fatto per le Marche.

2.2.3.1 Industrie nell'Abruzzo

La tabella seguente mostra come vengono suddivise le industrie nella regione Abruzzo.

	NUMERO DI INDUSTRIE NELLA REGIONE ABRUZZESE	**PERCENTUALE DELLE INDUSTRIE NELLA REGIONE ABRUZZO (%)**
ALTRO	91043	90
MANIFATTURIERE	9741	10

Tabella 5: industrie nella regione Abruzzo

Da questa tabella possiamo notare come la percentuale delle industrie del settore manifatturiero sia leggermente più bassa (10%) rispetto a quella delle Marche (13%), ma se confrontiamo i dati di tabella 5 con quelli di tabella 3, vediamo come le industrie manifatturiere dell'Abruzzo siano la metà di quelle delle Marche nonostante le industrie totali differiscano di circa 30000 unità. Questo può essere dovuto sia all'estensione della regione in sé, ma anche alla minor richiesta di produzione di beni nei settori considerati.

TIPOLOGIE DI INDUSTRIE NELLA REGIONE ABRUZZO	**PERCENTUALE DI INDUSTRIE NELLA REGIONE ABRUZZESE (%)**	**NUMERO DI INDUSTRIE NELLA REGIONE ABRUZZO**
ferro e acciaio	18%	1758
alimentare	21%	2030
tessile	17%	1619
carta e legno	11%	1124
computer ed elettronica	5%	537
chimica	3%	295
vetro	1%	79
altro	24%	2299
TOTALE	100,00%	9741

Tabella 6: quantità e tipologia di industrie nel settore manifatturiero

La tabella 6 ci fornisce informazioni relative alla tipologia di industrie manifatturiere presenti sul territorio abruzzese, la quantità per ogni produzione e la sua percentuale. La categoria 'altro' rappresenta una varietà di industrie che prese singolarmente non avrebbero alcuna rilevanza (a livello di calcolo e di percentuale) ma, prese tutte insieme, si vede come incidono per un quarto sul totale delle industrie manifatturiere.

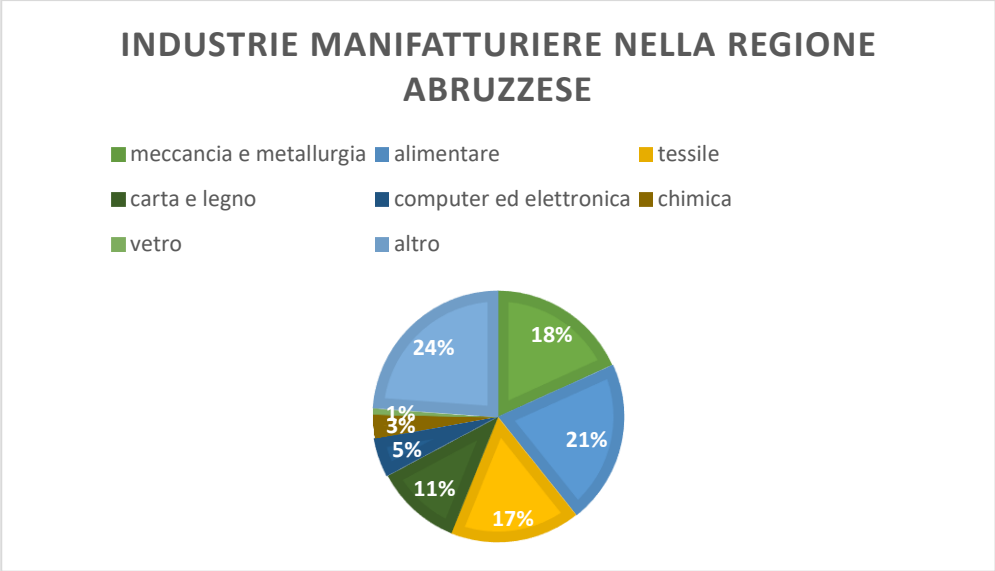

Figura 4: percentuale delle industrie manifatturiere

La figura 4 ci riassume semplicemente come sono suddivise in percentuale le industrie manifatturiere nella regione. Notiamo che quelle più presenti sono quelle alimentari (21%), ferro e acciaio (18%), tessile (17%), carta e legno (15%) e altro (24%). Ciò non significa che siccome sono presenti più industrie in un settore allora di conseguenza ci lavorano più persone.

2.2.3.2 Lavoratori nell'Abruzzo

La tabella che segue mostra quanti lavoratori sono presenti nella regione Abruzzo.

TOTALE	310025
MANFIATTURA	29965

Tabella 7: lavoratori nelle industrie abruzzesi

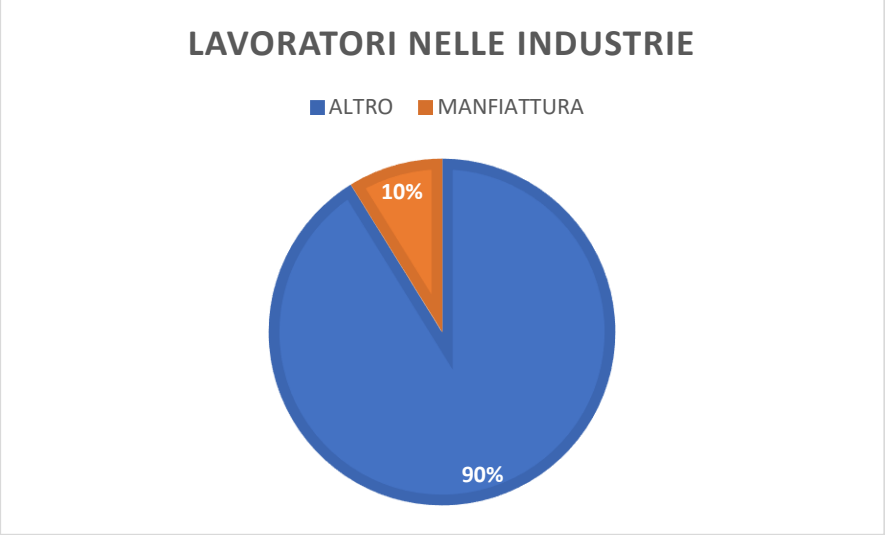

Figura 5: percentuale lavoratori nelle industrie abruzzesi

La tabella 7 ci indica la quantità di lavoratori presenti nelle industrie della regione. Confrontato i dati con quelli delle Marche notiamo che l'Abruzzo ha circa 150000 lavoratori in meno in totale nelle industrie e circa la metà in quelle manifatturiere. Chiaramente le relative percentuali sono le stesse di quelle relative alle industrie cioè i lavoratori nelle industrie manifatturiere sono il 10% del totale.

2.2.4 Industrie e lavoratori nell'Umbria

In maniera identica a quella fatto per l'Abruzzo, sono stati acquisiti i dati relativi ai lavoratori e alle industrie Umbre. I dati riportati sono simili a quelli dell'Abruzzo sia per numero di lavoratori che industrie probabilmente a causa dell'analoga estensione territoriale e caratterizzazione industriale.

2.2.4.1 Industrie nell'Umbria

La tabella seguente riporta le industrie nella regione Umbria.

	NUMERO DI INDUSTRIE NELLA REGIONE	**PERCENTUALE DI INDUSTRIE NELLA REGIONE (%)**
ALTRO	62265	90
MANIFATTURA	7067	10

Tabella 8: industrie nella regione Umbra

Come possiamo notare da tabella 8, le percentuali delle industrie totali e manifatturiere dell'Umbria sono uguali a quelle dell'Abruzzo. Discorso simile per il numero di industrie anche se il dato più vicino a quello abruzzese (9741) è quello relativo alle industrie manifatturiere della regione umbra. Invece per la totalità delle aziende, abbiamo una notevole differenza di circa 30000 unità a vantaggio di quelle abruzzesi.

TIPOLOGIA DI INDUSTRIE NELLA REGIONE	**PERCENTUALE DI INDUSTRIE NELLA REGIONE (%)**	**NUMERO DI INDUSTRIE NELLA REGIONE**
ferro e acciaio	20%	1419
alimentare	14%	963
tessile	20%	1380
carta e legno	15%	1055
computer ed elettronica	2%	176
chimica	2%	167
vetro	1%	60
altro	26%	1847
TOTALE	100	7067

Tabella 9: quantità e percentuale delle industrie manifatturiere nell'Umbria

La tabella riportata ci mostra le tipologie di industrie considerate, le relative percentuali e la quantità per ogni differente produzione industriale. Anche qui sotto la voce 'altro' sono presenti una varietà di industrie che tutte insieme contribuiscono ad un quarto della totalità delle industrie manifatturiere presenti sul territorio.

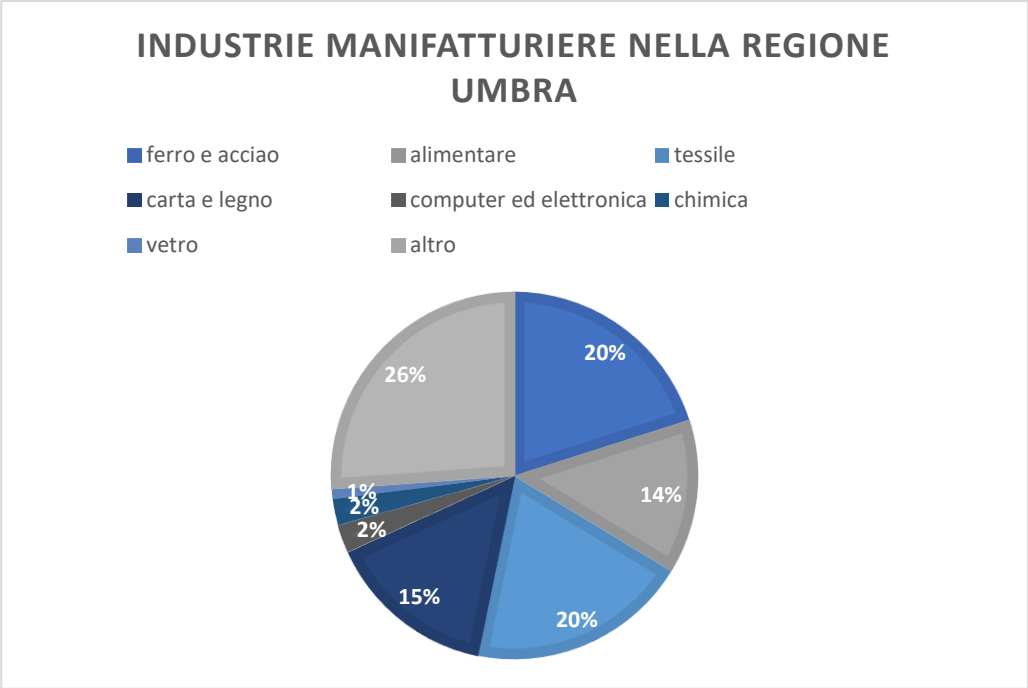

Figura 6: percentuali delle industrie manifatturiere

Il grafico riportato rappresenta le percentuali delle industrie manifatturiere nella regione umbra. Similmente per l'Abruzzo, i settori più presenti nella regione dell'Umbria sono le industrie di ferro e acciaio (20%), alimentare (14%), tessile (20%), carta e legno (15%) e altro (26%). Le percentuali sono simili e ciò ci fa capire come le due regioni abbiano le stesse caratteristiche di produzione.

2.2.4.2 Lavoratori nell'Umbria

La tabella seguente riporta i lavoratori nella regione Umbria.

TOTALI	240215
MANIFATTURE	24485

Tabella 10: lavoratori nella regione umbra

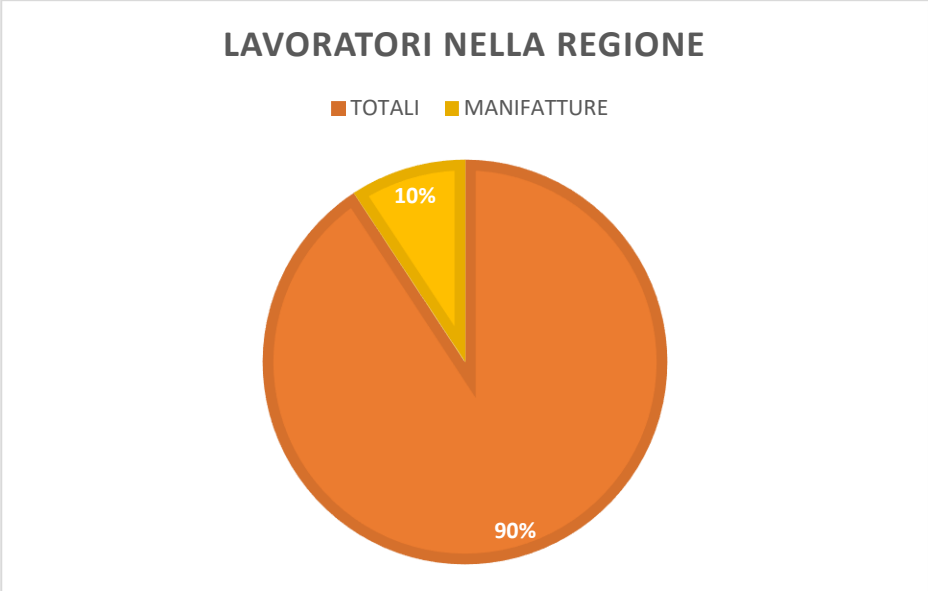

Figura 7: percentuale di lavoratori nella regione

La tabella 10 ci mostra che il numero dei lavoratori nelle manifatture sono leggermente inferiori a quelle abruzzesi nonostante i dipendenti totali (240215), siano circa 70000 in meno rispetto all'Abruzzo. Ciò significa che nella regione dell'Umbria ci siano più persone che lavorano nel settore manifatturiero rispetto all'Abruzzo. Il grafico riportato mostra le percentuali di lavoratori che sono presenti nella regione. Notiamo come i dati siano uguali a quelli abruzzesi.

Anche per questa regione mancano i dati a livello provinciale quindi vengono solo riportati quelli a livello regionale.

2.3 InfoCamere

InfoCamere è la società consortile di informatica delle Camere di Commercio Italiane. Ha realizzato e gestisce il sistema telematico nazionale che collega tra loro tutte le Camere di Commercio e le loro 300 sedi distaccate. Sua funzione istituzionale è anche la gestione e divulgazione del patrimonio informativo camerale, con particolare riferimento alle informazioni derivanti dal Registro delle imprese.

Attraverso Infocamere sono stati raccolti i dati relativi alle industrie marchigiane in un rapporto del 2019 in cui viene specificato quali tipologie di aziende sono presenti nella regione e per ogni provincia e con la relativa percentuale. I dati raccolti sono stati necessari per andare a suddividere le industrie manifatturiere secondo le diverse tipologie sfruttando le percentuali fornite dai grafici presenti nel rapporto. Queste informazioni sono state raccolte solo per la regione Marche perciò è stato svolto un lavoro più preciso e ampliato rispetto alle altre due regioni in cui queste informazioni non sono presenti.

MANIFATTURE NELLE MARCHE	PERCENTUALE DI INDUSTRIE MANIFATTURIERE NELLE MARCHE (%)
alimentare	9%
tessile e abbigliamento	12%
calzature	19%
mobili e prodotti in legno	13%
carta	4%
chimica	1%
gomma e materie plastiche	3%
vetro	3%
metallurgia	14%
elettronica	2%
apparecchi elettrici	2%
meccanica	4%
mezzi di trasporto	2%
altro	12%

Tabella 11: industrie manifatturiere nelle Marche

In questa tabella notiamo la varietà di industrie manifatturiere presenti sul suolo marchigiano. Notiamo che le industrie più diffuse sono quella tessile e abbigliamento (12%), calzature (19%),

mobili e prodotti in legno (13%), metallurgia (14%) e altro (12%). Il grafico seguente mostra semplicemente la rappresentazione sul diagramma a torta.

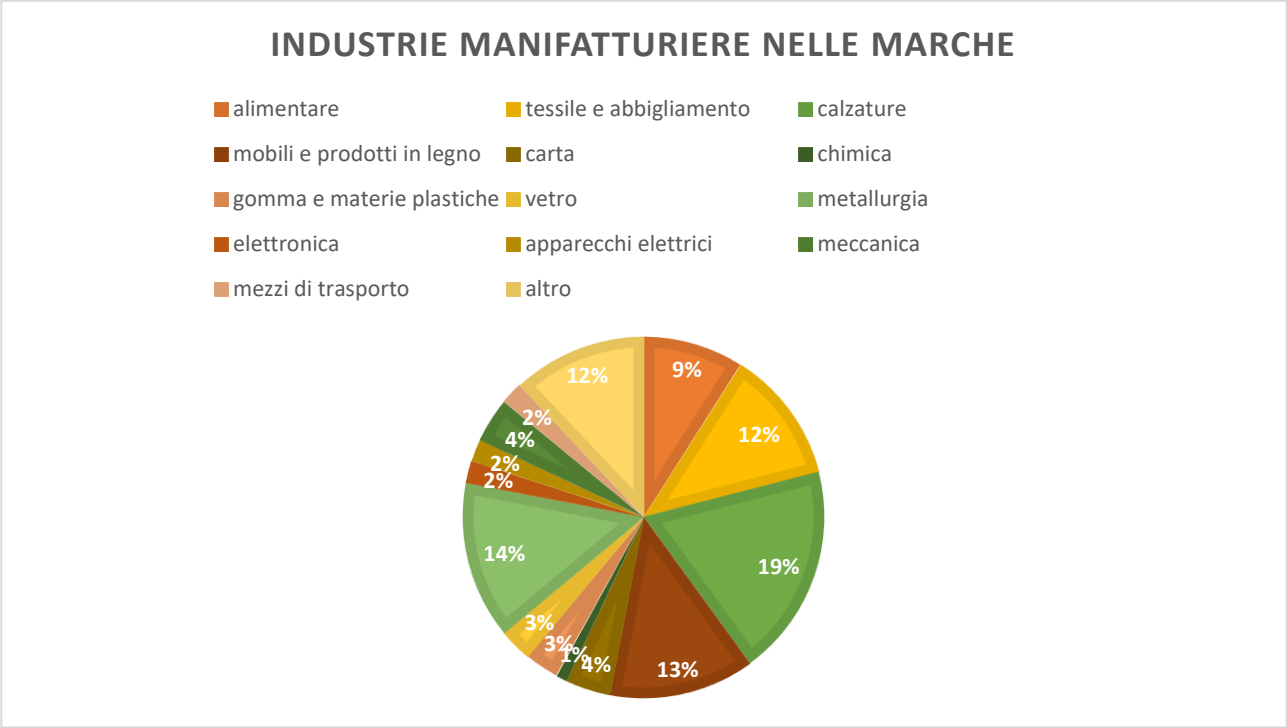

Figura 8: percentuale delle industrie manifatturiere nelle Marche

Da questo grafico notiamo come molti settori sono simili tra loro come mobili e prodotti in legno con la carta, apparecchi elettrici con elettronica, metallurgia con meccanica, gomma e materiale platico con la chimica, tessile e abbigliamento con calzature. Considerato questo, allora possiamo riunire i settori simili in uno solo in modo da ipotizzare un'unica (o comunque simile) tipologia di produzione per quel settore.

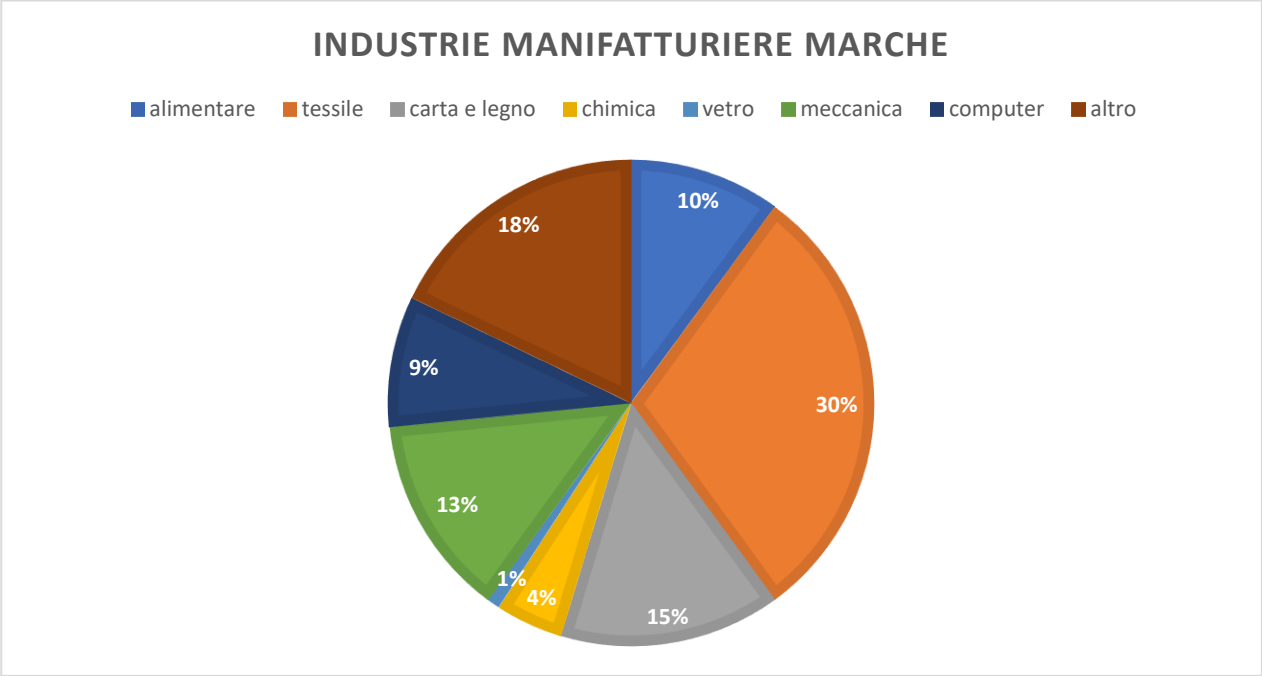

Figura 9: industrie manifatturiere nelle Marche raggruppate per settore equivalente

Come possiamo notare, il grafico si semplifica molto rispetto a quello precedente con il vantaggio di aver raggruppato i settori simili tra loro per tipologia di produzione e di aver semplificato i calcoli per la determinazione dei fattori di emissione di NMVOC/addetto che verranno successivamente proposti.

Come già introdotto all'inizio, siamo a conoscenza anche dei dati relativi alle industrie manifatturiere per ogni provincia. Nelle tabelle sono presenti le tipologie di industrie nella provincia, la relativa percentuale e sono stati calcolati i lavoratori per ogni settore andando a moltiplicare la percentuale dell'azienda per il numero di lavoratori nella provincia in considerazione. Chiaramente è una stima perché si suppone che la percentuale delle industrie nella provincia sia la stessa per i lavoratori e non è detto che sia così.

TIPOLOGIA INDUSTRIE NELLA PROVINCIA DI MACERATA	PERCENTUALE DELLE INDUSTRIE NELLA PROVINCIA (%)	NUMERO DI LAVORATORI NELLA PROVINCIA
ferro e acciaio	13%	1644
tessile	36%	4551
alimentare	9%	1138
carta e legno	13%	1644
chimica	4%	506
altro	25%	3161

Figura 10: percentuale di industrie nella provincia di Macerata

Il settore predominante in questa provincia è quello tessile (36%) seguito da altre industrie (25%). Insieme rappresentano più del 50% delle industrie manifatturiere totali nella provincia.

TIPOLOGIA DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA DI PESARO URBINO	PERCENTUALE DELLE INDUSTRIE NELLA PROVINCIA (%)	NUMERO DI LAVORATORI NELLA PROVINCIA
carta e legno	38%	5609
ferro e acciaio	20%	2952
tessile	14%	2066
alimentare	8%	1181
altro	20%	2952

Tabella 12: percentuale di industrie nella provincia di Pesaro Urbino

In questa provincia notiamo come il settore dominante è quello della carta e legno (38%). Sulla stessa onda si trovano 'ferro e acciaio' e 'altro' entrambi al 20%. Tutte e tre insieme rappresentano circa l'80% del totale provinciale.

TIPOLOGIA DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA DI FERMO	PERCENTUALE DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA (%)	NUMERO DI LAVORATORI NELLA PROVINCIA
tessile	57%	4258
ferro e acciaio	6%	448
carta e legno	18%	1345
alimentare	6%	448
altro	13%	971

Tabella 13: percentuale di industrie nella provincia di Fermo

Anche qui, come per la provincia di Macerata, abbiamo una prevalenza di industrie che rappresenta il settore tessile; questa volta però siamo al 57% solo per questo settore e ciò indica che la produzione di tessuti sia veramente importante. Non a caso nella regione, e probabilmente in questa provincia, sorge una delle più grandi aziende tessili dell'Italia.

TIPOLOGIA DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA DI ASCOLI PICENO	PERCENTUALE DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA (%)	NUMERO DI LAVORATORI NELLA PROVINCIA
ferro e acciaio	20%	1401
tessile	23%	1611
carta e legno	23%	1611
altro	34%	2382

Tabella 14: percentuale di industrie nella provincia di Ascoli Piceno

Qui possiamo notare invece, come tutti i settori siamo sullo stesso piano; non è presente una netta prevalenza di una produzione rispetto ad un'altra nonostante la voce 'altro' sia al 34%, ma come già detto rappresenta una varietà di industrie. In questo caso tutti i settori hanno la stessa importanza senza avvantaggiare una produzione rispetto ad un'altra.

TIPOLOGIA DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA DI ANCONA	PERCENTUALE DI INDUSTRIE NELLA PROVINCIA (%)	NUMERO DI LAVORATORI NELLA PROVINCIA
ferro e acciaio	25%	4789
carta e legno	17%	3257
tessile	17%	3257
alimentare	11%	2107
altro	30%	5747

Tabella 15: percentuale di industrie nella provincia di Ancona

Nel capoluogo possiamo notare che sono più presenti le industrie di ferro e acciaio con il 25% anche se si nota un 30% nel settore altro; Insieme superano il 50% della quantità di industrie presenti nella provincia. Nonostante ciò, hanno una buona presenza anche gli altri tre settori di carta e legno, tessile e alimentare.

I grafici seguenti riportano le percentuali delle industrie nella provincia.

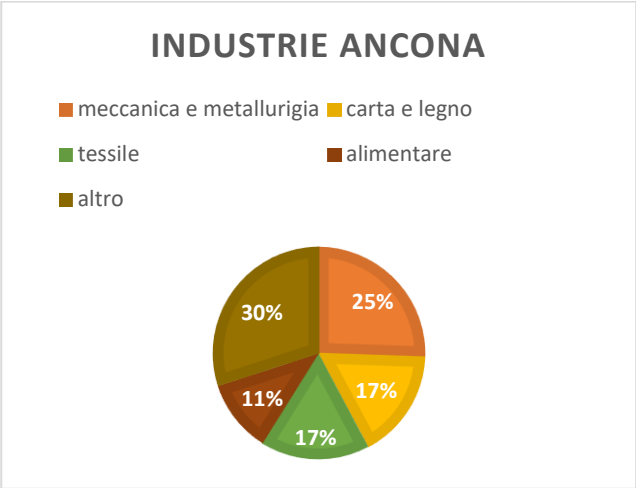

Tabella 16: industrie manifatturiere ad Ancona

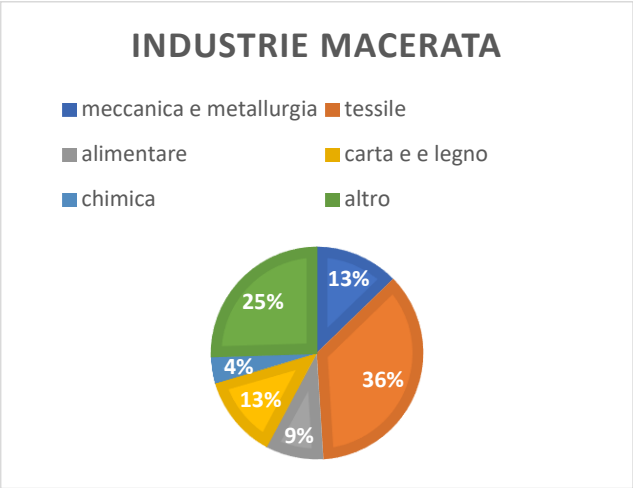

Tabella 17: industrie manifatturiere a Macerata

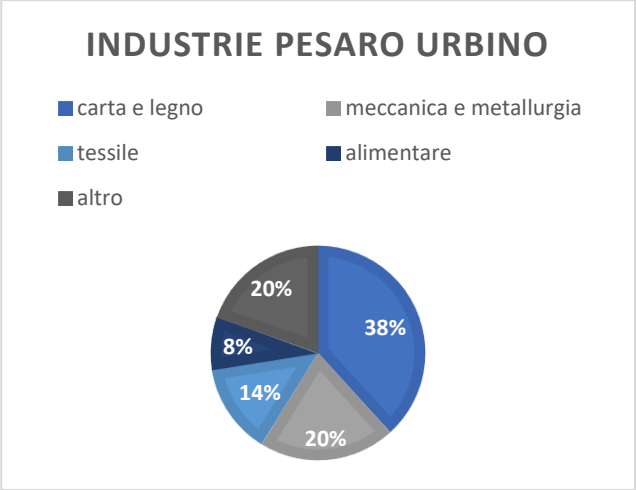

Tabella 18: industrie manifatturiere a Pesaro Urbino

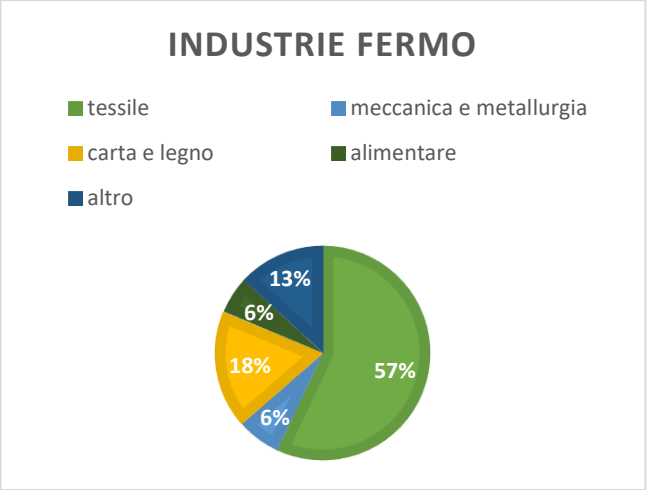

Tabella 19: industrie manifatturiere a Fermo

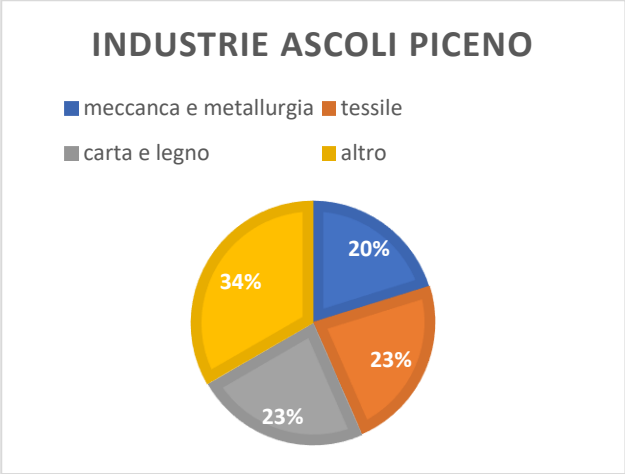

Tabella 20: industrie manifatturiere ad Ascoli Piceno

3. Risultati delle regioni

Il capitolo seguente affronterà il calcolo con il quale sono stati ottenuti i fattori di emissione di NMVOC/addetto per ogni regione e provincia sulla base di quanto visto nei capitoli precedenti. Da queste tabelle noteremo come la maggior parte delle emissioni di NMVOC provenga dal settore tessile perché come già detto nei capitoli precedenti, nelle Marche è presente il settore più grande per la produzione di abiti e calzature. La differenza sostanziale sta nel fattore di emissione medio che per l'industria tessile è 76,7 (Kg NMVOC) /tonn nettamente maggiore rispetto agli altri. Ciò influisce molto sul risultato finale in particolare per le province dove si noterà una forte dominanza dell'aziende considerata.

3.1 Marche

3.1.1 Fattori di emissione di NMVOC/addetto nella regione Marche

Nella tabella seguente si visioneranno i risultati ottenuti a livello regionale dei fattori di emissione di NMVOC/addetto.

TOTALE EMISSIONE NMVOC NELLA REGIONE MARCHE (tonn)	**Fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)**	**Tipologia di industrie**	**Numero di addetti**	**Kg/(tonn ad.)**	**Percentuali (%)**	**NMVOC (tonn)**	**NMVOC (Kg)**	**(Kg NMVOC)/add.**
5266								
	2,3	chimica	2743	0,00084	12,47	656	656438	239
	0,085	ferro e acciaio	8179	0,00001	0,15	8	8135	1
	0,5	vetro	530	0,00094	14,03	739	739036	1395
	1,0625	carta e legno	8972	0,00012	1,76	93	92705	10
	3,77	cibi	6138	0,00061	9,13	481	480813	78
	76,7	tessile	18256	0,00420	62,45	3289	3288617	180
		elettronica	5307					
		altro	10912					
TOTALE			44819	0,00673	100,00	5266	5265743	1905

Tabella 16: emissioni NMVOC

In questa tabella possiamo notare come vengono determinati i fattori di emissione di NMVOC/addetto a livello regionale per ogni tipologia di industria manifatturiera che è presente nelle Marche. Una particolarità che possiamo vedere fin da subito è il diverso colore assegnato all'industria elettronica e ad altro; questo perché i dati raccolti non sono stati sufficienti per andare a determinare i relativi fattori di emissione (NMVOC/addetto) per quelle due categorie. Infatti, sono stati esaminati solo il numero di addetti nelle due industrie ma che però non sono stati considerati nel calcolo dei lavoratori totali nella regione Marche; difatti, se svolgiamo il calcolo notiamo che la somma non corrisponde. Di seguito sono stati calcolati i (Kg NMVOC) /(tonn) per ogni addetto andando a dividere i fattori di emissione medi per il numero di lavoratori per ogni tipologia di industria. Le successive percentuali sono dovute al rapporto tra i Kg/ (tonn addetto) e la somma

totale di tali numeri (0,0067 Kg/ (tonn addetto)). Notiamo subito che nel settore tessile ho una percentuale molto più elevata rispetto agli altri settori perché è dovuto al fattore di emissione medio di tale industria (76,7 Kg NMVOC/tonn) che è nettamente maggiore rispetto agli altri in quanto si emette molto di più a differenza delle altre industrie manifatturiere. Le tonnellate di NMVOC sono state determinate andando a moltiplicare le percentuali ottenute per l'emissione totale regionale e successivamente trasformate in Kg di NMVOC. Notiamo subito come la somma sia delle tonnellate che dei chili di NMVOC corrisponde al valore di emissione totale della regione Marche. In conclusione, si arriva alla determinazione dei fattori di emissione di NMVOC/addetto dividendo i chili di NMVOC, presi singolarmente, per gli addetti di ogni industria. Questi risultati ci saranno utili per un confronto tra le diverse tipologie di manifatture presenti nella regione Marche, Abruzzo e Umbria.

3.1.2 Fattori di emissione di NMVOC/addetto nelle province delle Marche

Lo stesso procedimento è stato svolto per ogni provincia della regione Marche. La prima che verrà analizzata è il capoluogo quindi Ancona.

3.1.2.1 Ancona

Nella tabella successiva vengono riportati i dati relativi al capoluogo di regione.

TOTALE EMISSIONI NMVOC AD ANCONA (tonn)	**fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)**	**Tipologia di industrie**	**Numero di addetti**	**Kg/(tonn ad.)**	**Percentuali (%)**	**NMVOC (tonn)**	**NMVOC (Kg)**	**(Kg NMVOC)/add.**
1778								
	0,085	ferro e acciaio	4789	0,00002	0,07	1	1229	0,3
	1,0625	carta e legno	3257	0,00033	1,27	23	22590	7
	3,77	alimentare	2107	0,00179	6,97	124	123877	59
	76,7	tessile	3257	0,02355	91,70	1631	1630760	501
		altro	5747					
TOTALE			13411	0,02569	100,00	1778	1778457	567

Tabella 17: emissioni Ancona

L'emissione totale di NMVOC nella provincia di Ancona è quella maggiore rispetto a tutte le altre province. Nel capoluogo notiamo come sono presenti solo cinque delle differenti tipologie di industrie manifatturiere; anche in questo caso, sotto la voce altro, vengono riportati solo i dati relativi ai lavoratori nel settore. Nella provincia vediamo che abbiamo più del 90% dell'emissione di tonn di NMVOC proveniente dalla produzione tessile. Per le altre tipologie la diffusione in atmosfera di questa sostanza è ridotta nonostante nell'industria di ferro e acciaio siano presenti più lavoratori di tutti gli altri ma, da come possiamo apprendere, il fattore di emissione di NMVOC/addetto è quasi nullo per questa provincia.

3.1.2.2 Ascoli Piceno

La seguente provincia è quella di Ascoli Piceno che è molto simile a quella di Ancona.

TOTALE EMISSIONI NMVOC ASCOLI PICENO (tonn)	Fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)	Tipologie di industrie	Numero di addetti	Kg/ (tonn ad.)	Percentuali (%)	NMVOC (tonn)	NMVOC (Kg)	Kg NMVOC/add.
418								
	0,085	ferro e acciaio	1465	0,00006	0,13	0,5	525	0,4
	1,0625	carta e legno	1685	0,00063	1,36	6	5701	3
	76,7	tessile	1685	0,04553	98,51	412	411565	244
		altro	2382					
TOTALE			4834	0,04622	100,00	418	417791	248

Tabella 18: emissioni Ascoli Piceno

Nella provincia sono presenti le stesse tipologie già viste per Ancona ad esclusione del settore alimentare. Per la città di Ascoli Piceno le emissioni totali di NMVOC sono nettamente inferiori rispetto a quelle già viste per Ancona. Per il settore 'altro' valgono le stesse conclusioni cioè che sono presenti solo gli addetti per mancanza di dati necessari a svolgere tutti i calcoli necessari. Notiamo subito come si ha un netto predominio della produzione di NMVOC e del relativo fattore di emissione da parte del settore 'tessile' nonostante i lavoratori presenti nelle industrie siano simili nonché uguali per le 'calzature' e 'carta e legno'.

3.1.2.3 Macerata

La provincia considerata è quella in cui sono presenti la maggior parte delle industrie manifatturiere della regione Marche.

TOTALE EMISSIONI NMVOC MACERATA (tonn)	Fattore emissione medio Kg NMVOC/tonn	Tipologia di industrie	Numero di addetti	Kg/ (tonn addetto)	Percentuali (%)	NMVOC (tonn)	NMVOC (Kg)	Kg NMVOC/addetto
974								
	2,3	chimica	506	0,00455	17,90	174	174323	345
	0,085	ferro e acciaio	1644	0,00005	0,20	2	1982	1
	1,0625	carta e legno	1644	0,00065	2,54	25	24778	15
	3,77	cibi	1138	0,00331	13,04	127	126995	112
	76,7	tessile	4551	0,01685	66,32	646	645957	142
		altro	3161					
TOTALE			9482	0,02541	100,00	974	974035	615

Tabella 19: emissioni Macerata

Per questa provincia notiamo come le emissioni totali di NMVOC siano circa il doppio rispetto a quelle di Ascoli Piceno. Inoltre, non abbiamo un netto predominio del settore tessile e siamo all'incirca sui valori a livello regionale almeno per quanto riguarda la percentuale. Gli altri due settori che si affacciano sono quello della chimica e dell'alimentare. Un dato importante è quello del fattore di emissione di NMVOC/addetto dell'industria chimica che è il maggiore rispetto a tutti gli altri e soprattutto a quello tessile nonostante i lavoratori siano quasi un decimo e le tonn di NMVOC

emesse siano quasi un sesto. Anche per il settore alimentare il fattore di emissione di emissione si avvicina molto a quello delle calzature.

3.1.2.4 Fermo

Per la provincia di Fermo siamo sulla scia di quella di Macerata come vedremo dalla tabella seguente.

TOTALE EMISSIONI NMVOC FERMO (tonn)	**Fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)**	**Tipologia di industrie**	**Numero di addetti**	**Kg/ (tonn ad.)**	**Percentuali (%)**	**NMVOC (tonn)**	**NMVOC (Kg)**	**Kg NMVOC/add.**
809								
	0,085	ferro e acciaio	448	0,0002	0,69	6	5599	12
	1,0625	carta e legno	1345	0,0008	2,88	23	23329	17
	3,77	alimentare	448	0,0084	30,69	248	248329	554
	76,7	tessile	4258	0,0180	65,73	532	531800	125
		altro	971					
TOTALE			6499	0,0274	100,00	809	809057	709

Tabella 20: emissioni Fermo

Come già introdotto e da come possiamo vedere dalla tabella, le emissioni totali della provincia sono simili a quelle di Macerata. Per le emissioni di tonn di NMVOC, notiamo come il settore tessile è quello che ne emette di più ma a seguire, non molto distante, si ha quello alimentare con quasi la metà. Un dato importante è quello che riguarda i fattori di emissione di NMVCO/addetto dell'industria alimentare che è nettamente superiore a tutti gli altri nonostante i lavoratori nel settore siano circa un decimo di quelli del tessile e uguali a quelli di ferro e acciaio.

3.1.2.5 Pesaro Urbino

Infine, per la provincia di Pesaro Urbino torniamo sui dati simili a quelli di Ancona.

TOTALE EMISSIONI NMVOC PESARO URBINO (tonn)	**Fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)**	**Tipologia di industrie**	**Numero di addetti**	**Kg/ (tonn ad.)**	**Percentuali (%)**	**NMVOC (tonn)**	**NMVOC (Kg)**	**Kg NMVOC/add.**
1287								
	0,085	ferro e acciaio	2952	0,00003	0,07	1	914	0,3
	1,0625	carta e legno	5609	0,00019	0,47	6	6014	1
	3,77	cibi	1181	0,00319	7,88	101	101357	86
	76,7	tessile	2066	0,03712	91,58	1178	1178285	570
		altro	2952					
TOTALE			11808	0,04053	100,00	1287	1286569	657

Tabella 21: emissioni Pesaro Urbino

Da questa tabella notiamo come le emissioni totali di NMVOC siano seconde solo a quelle del capoluogo. Per il resto notiamo nuovamente un netto 'dominio' delle emissioni di NMVOC per l'industria tessile con una scarsa presenza per tutti gli altri settori. Nonostante ciò, si vede come gli addetti nel settore di carta e legno siano più del doppio di quelli del tessile ma con un'emissione di inquinante dieci volte inferiore. Anche per l'industria di ferro e acciaio si hanno circa mille lavoratori in più ma le emissioni di NMVOC sono veramente ridotte.

3.2 Abruzzo

3.2.1 Fattori di emissione di NMVOC/addetto nella regione Abruzzo

Nella tabella seguente vengono proposti i risultati ottenuti per la determinazione dei fattori di emissione di NMVOC/addetto per la regione Abruzzo.

TOTALE EMISSIONE NMVOC REGIONE ABRUZZO (tonn)	**Fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)**	**Tipologia di industrie**	**Numero di addetti**	**Kg/ (tonn ad.)**	**Percentuali (%)**	**NMVOC (tonn)**	**NMVOC (Kg)**	**Kg NMVOC/add.**
1197,2								
	2,3	chimica	907	0,00253	12,11	145	144945	160
	0,085	ferro e acciaio	5408	0,00006	0,08	1	899	0,2
	0,5	vetro	243	0,00206	9,83	118	117663	484
	1,0625	carta e legno	3296	0,00032	1,54	18	18434	6
	3,77	alimentare	6245	0,00060	2,88	35	34526	6
	76,7	tessile	4980	0,01540	73,57	881	880734	177
		elettronica	1498					
		altro	7072					
TOTALE			21079	0,02093	100,00	1197	1197200	832

Tabella 22: emissioni Abruzzo

Confrontando questa tabella con quella della regione Marche notiamo subito la notevole differenza tra le emissioni totali regionali. Infatti, quelle dell'Abruzzo sono meno della metà rispetto a quelle delle Marche. I fattori di emissione medi e le industrie sono le stesse ma cambiano i numeri dei lavoratori per ogni azienda. Confrontando i due valori vediamo subito che gli addetti dell'Abruzzo sono circa la metà di quelli delle Marche e di conseguenza per ogni industria abruzzese si avranno meno lavoratori. Anche per questa regione non sono stati considerati i settori dell'elettronica e altro a causa della mancanza di dati. Come per le Marche anche per l'Abruzzo abbiamo un'emissione di tonn di NMVOC molto maggiore per il settore tessile rispetto agli altri. Nonostante ciò, notiamo come per due industrie (alimentare e ferro e acciaio) si ha un numero di lavoratori superiore a quello delle calzature. Similmente possiamo concludere per i fattori di emissione di NMVOC/addetto; infatti, si ha un valore più elevato per l'industria del vetro (come per le Marche) rispetto al tessile che si avvicina maggiormente a quello della chimica. Questo è causato principalmente dal ridotto numero di lavoratori per l'industria del vetro (243) rispetto a quelli del tessile (4980). Per le altre tipologie di aziende (ferro e acciaio, carta e legno e alimentare) i fattori di emissione di NMVOC/addetto sono veramente ridotti e hanno un impatto ambientale molto basso.

3.3 Umbria

3.3.1 Fattori di emissione di NMVOC/addetto della regione Umbria

La tabella seguente ci mostra i dati relativi ai fattori di emissione di NMVOC/addetto relativi all'Umbria.

TOTALE EMISSIONE NMVOC REGIONE UMBRIA (tonn)	**Fattore emissione medio (Kg NMVOC/tonn)**	**Tipologie di industrie**	**Numero di addetti**	**Kg/ (tonn ad.)**	**Percentuali (%)**	**NMVOC (tonn)**	**NMVOC (Kg)**	**Kg NMVOC/add.**
2017,14								
	2,3	chimica	579	0,00398	16,66	336	336057	581
	0,085	ferro e acciaio	4916	0,00002	0,07	1,5	1462	0,3
	0,5	vetro	208	0,00241	10,08	203	203339	978
	1,0625	carta e legno	3655	0,00029	1,22	25	24574	7
	3,77	cibi	3337	0,00113	4,74	96	95525	29
	76,7	tessile	4781	0,01604	67,23	1356	1356183	284
		elettronica	610					
		altro	6399					
TOTALE			17476	0,02386	100,00	2017	2017140	1878

Tabella 23: emissioni Umbria

La tabella riportata è sulla scia di quella dell'Abruzzo e delle Marche. Chiaramente fattori di emissione medi e industrie sono le stesse come per le altre due regioni ma il numero di addetti si avvicina di più a quelli dell'Abruzzo rispetto a quelli delle Marche; infatti, sono leggermente inferiori di circa 4000 operai. I due settori con maggior presenza di dipendenti sono quello tessile e ferro e acciaio. Questo valore confrontato con quello della regione Abruzzo mostra come i dati siano pressoché simili tra loro; non accade lo stesso per l'altra regione considerata. Anche per l'Umbria non sono stati considerati i settori dell'elettronica e altro per mancanza di dati. Come per l'Abruzzo e le Marche anche per L'Umbria si ha una notevole emissione di tonn di NMVOC rispetto a tutti gli altri settori; notiamo come per il settore di ferro e acciaio che ha qualche lavoratore in più rispetto al tessile, si ha un'emissione di tonn di NMVOC di circa tre ordini di grandezza inferiori. Questo è dovuto non ai lavoratori ma bensì a causa del fattore di emissione medio che è nettamente inferiore rispetto agli altri nonostante sia uguale per tutte le regioni. Lo stesso discorso è attribuibile alla regione Abruzzo visto che i lavoratori tra i due settori considerato sono vicini ma non per le Marche in cui la differenza è notevole (più del doppio); quindi per la regione Marche contribuirà anche questo fattore. In conclusione, notiamo come per tutte e tre le regioni il fattore di emissione di NMVOC/addetto sia molto maggiore per l'industria del vetro rispetto a tutti gli altri. Dato dovuto probabilmente sia alla ridotta presenza di dipendenti nel settore sia al ridotto fattore di emissione medio.

4. Confronti tra le regioni

4.1 Confronto tra i lavoratori e le industrie nelle regioni

I grafici seguenti mostrano il confronto tra le regioni Marche, Abruzzo e Umbria sviluppato sulla base dei dati riportati nei capitoli precedenti.

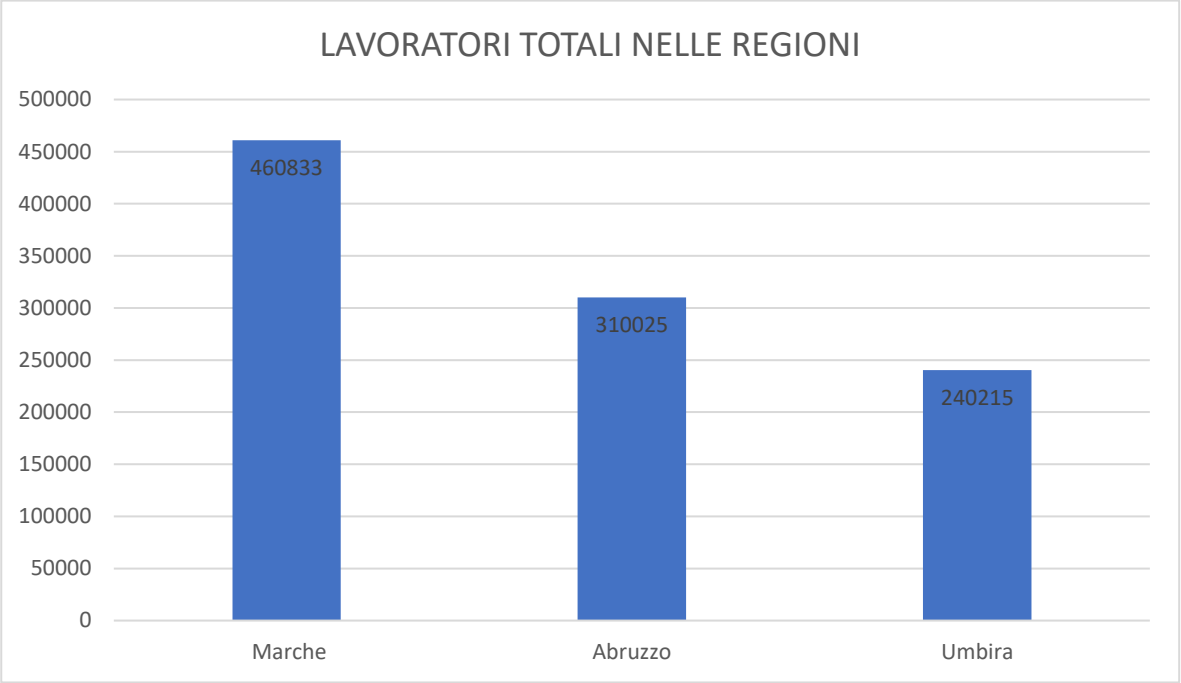

Figura 11: confronto tra i lavoratori nelle regioni

In figura riportata, notiamo come la regione Marche ha il numero maggiore di lavoratori per il settore industriale; ciò è dovuto alla grande estensione della regione e alle popolose città che sono presenti nel territorio e sicuramente al più ampio distretto manifatturiero nell'ambito tessile.

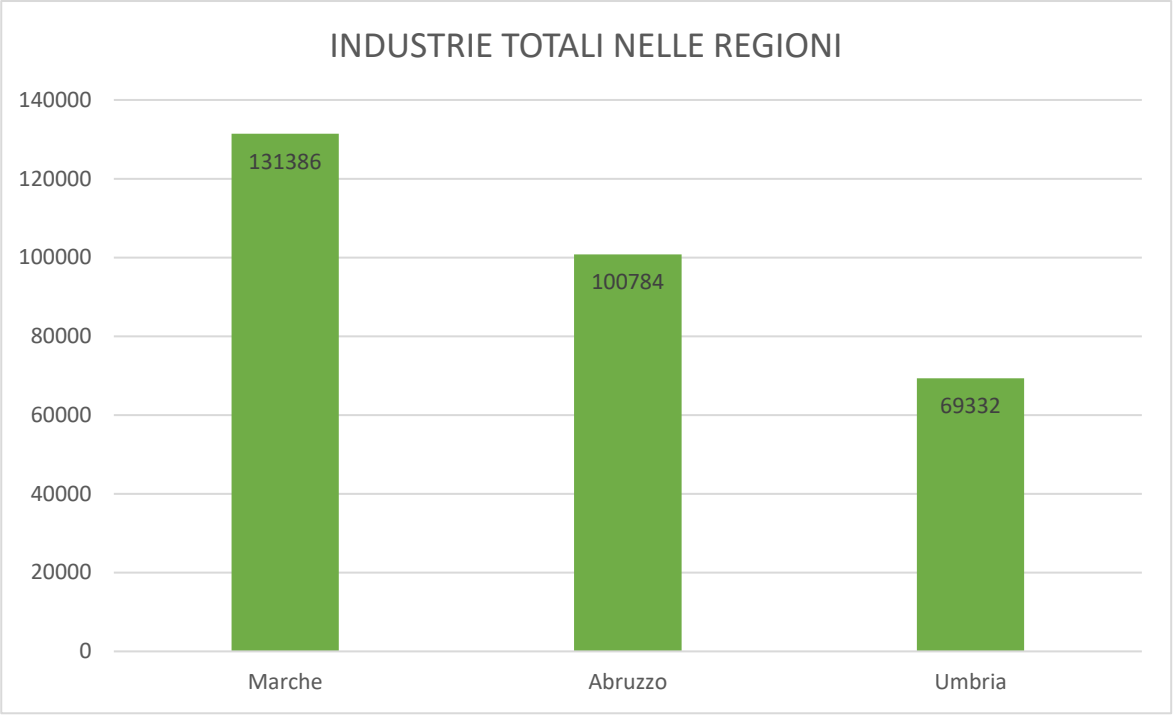

Figura 12: confronto tra le industrie nelle regioni

Il grafico riportato mostra come anche per le industrie la regione Marche ha il numero più elevato; infatti, la considerevole quantità di industrie porta, di conseguenza, ad un elevato numero di lavoratori ed è evidente come questa regola è rispettata. Notiamo inoltre, come le industrie per la regione Abruzzo siano molto vicine a quelle delle Marche nonostante si abbia una notevole discrepanza tra i lavoratori di circa 150000 unità. Anche confrontando Abruzzo e Umbria si possono trarre le stesse conclusioni riguardo alle aziende ma non per i lavoratori che sono vicini come numero.

4.2 Confronto tra i lavoratori e le industrie nel settore manifatturiero nelle regioni

Le figure che seguono riportano la suddivisione delle industrie e dei lavoratori nelle regioni considerate.

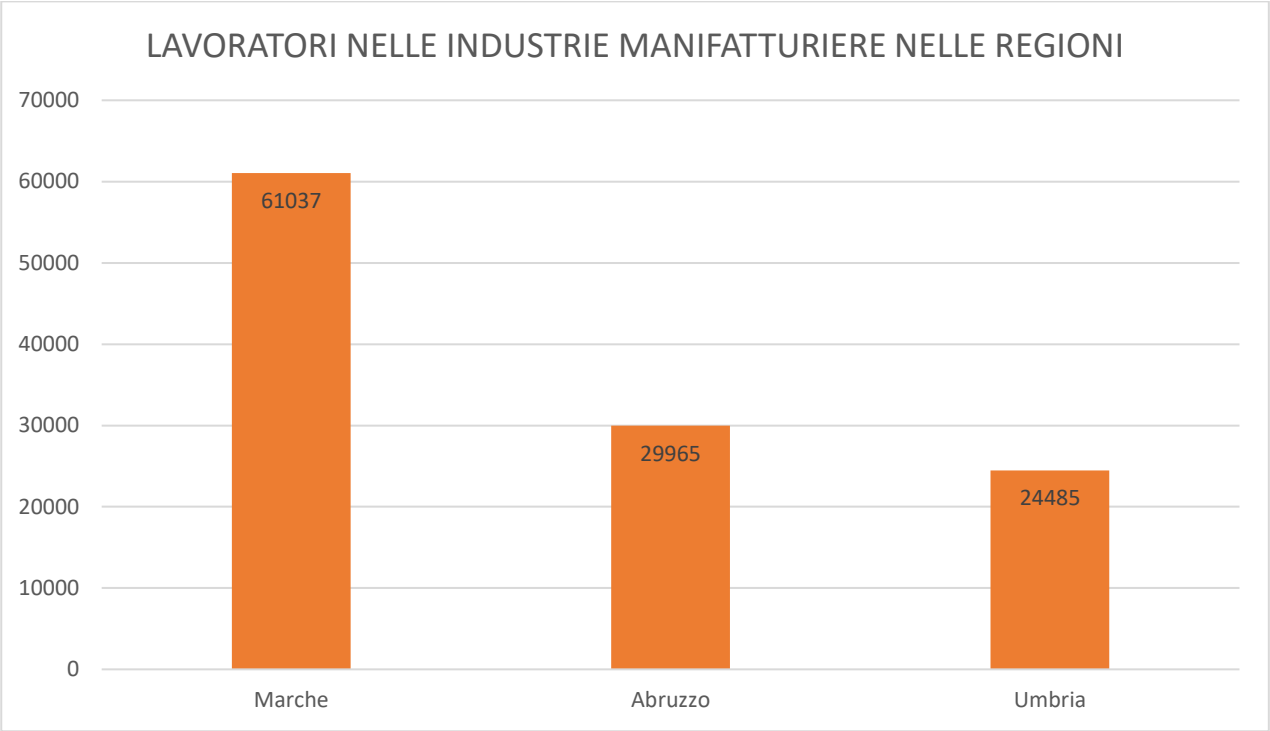

Figura 13: confronto tra i lavoratori nelle industrie manifatturiere

Anche per questa figura notiamo come la regione Marche possegga il maggior numero di lavoratori nel settore manifatturiero dovuto al fatto che ci sono più dipendenti nelle industrie e nella regione. La differenza con le altre due regioni è consistente ma tra di loro i numeri non sono poi così diversi. Infatti, per l'Abruzzo e l'Umbria, vediamo come ci siano quasi gli stessi lavoratori nella manifattura nonostante ci sia una differenza di circa 70000 dipendenti totali. Questo ci fa capire come nella regione umbra sono presenti più lavoratori che operano in quel settore.

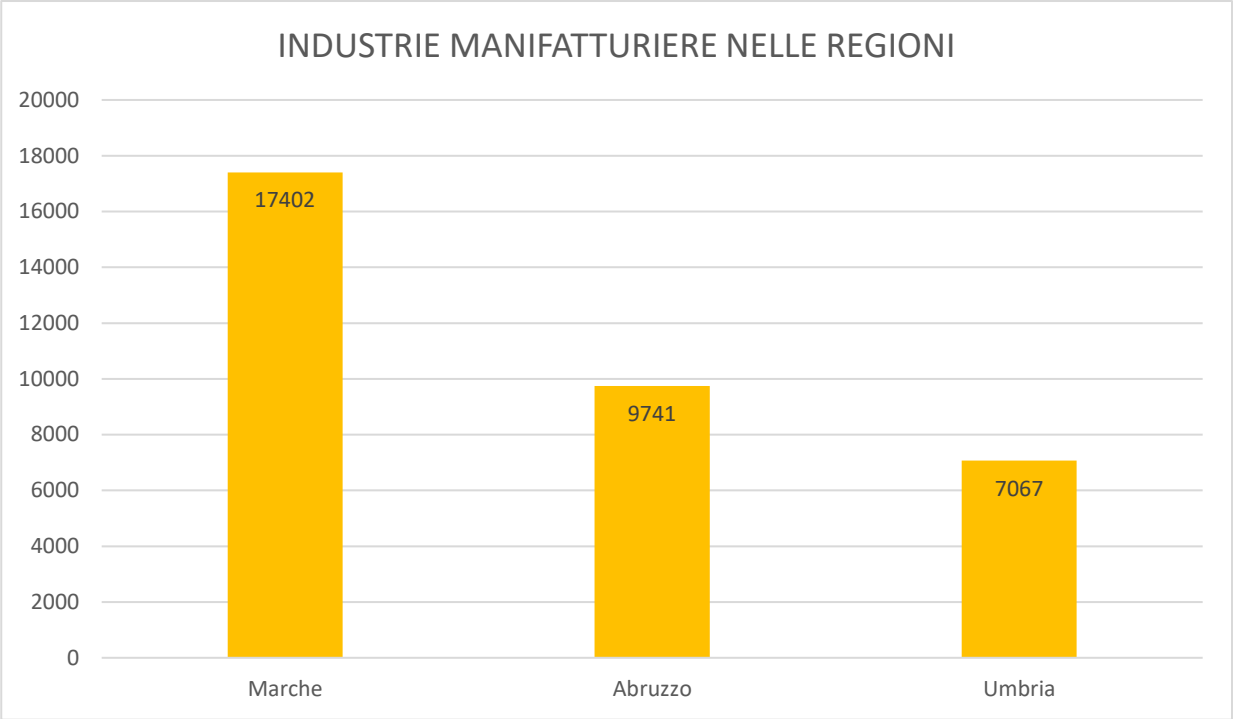

Figura 14: confronti fra le industrie manifatturiere nelle regioni

Sulle scie dei discorsi precedenti, anche qui vediamo che le industrie manifatturiere presenti nella regione Marche siano quasi il doppio di quelle dell'Abruzzo e più del doppio rispetto a quelle dell'Umbria. Invece tra le altre due notiamo come i valori sono molto vicini nonostante le industrie abruzzesi totali siano circa 40000 in più rispetto alle umbre.

4.3 Confronto tra le emissioni totali di kg di NMVOC nelle regioni

I grafici seguenti mostrano come sono suddivise le emissioni di kg di NMVOC per ogni regione.

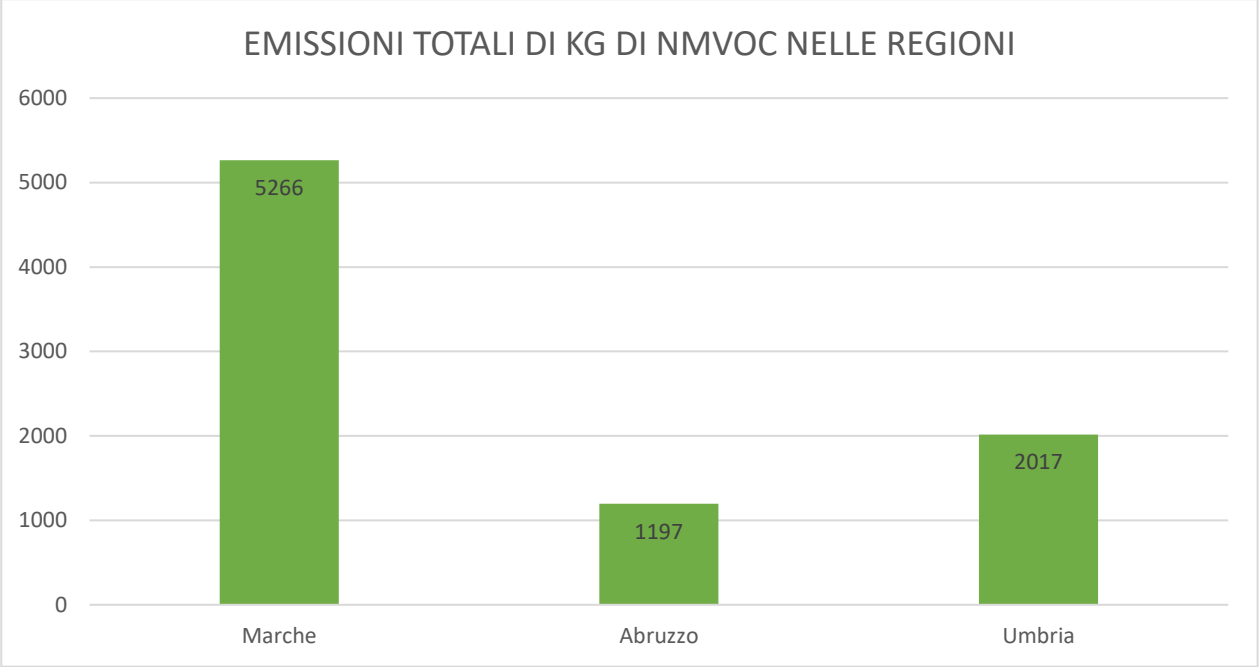

Figura 15: confronto tra le emissioni di kg di NMVOC nelle regioni

Da questa figura notiamo come le emissioni per la regione Marche siano notevolmente superiori alle altre. Questo è dovuto probabilmente alle maggior produzione di materiare rispetto alle altre regioni in cui c'è meno domanda e perciò le emissioni soni meno della metà. Non può essere ricondotto alle industrie nella regione perché come mostrato dalla tabella vista in precedenza, si hanno valori di industrie totali vicini tra le regioni. Se fosse dovuto a questo, allora anche per gli altri territori si avrebbe un'emissione simile a quella delle Marche ma non è così. Un altro fattore importante è dovuto all'emissione dell'Umbria che è superiore a quella abruzzese nonostante siano meno industrie e meno lavoratori nella regione.

4.4 Confronto tra i fattori di emissione di kg NMVOC/addetto nelle regioni

Il grafico seguente mostra come i fattori di emissione, calcolati attraverso il rapporto tra i Kg di NMVOC totali e gli addetti delle industrie manifatturiere totali delle regioni, si relazionano tra loro.

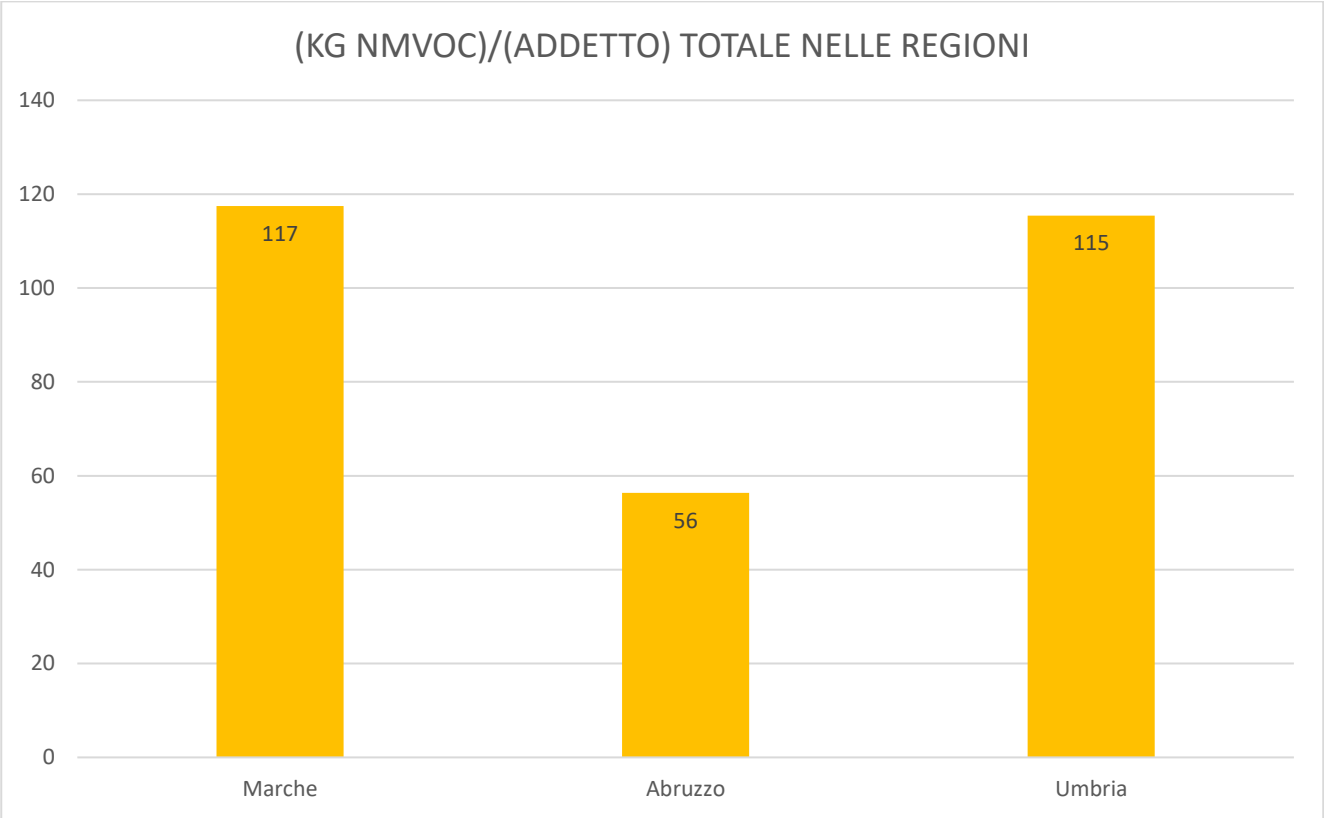

Figura 16: confronti tra Kg di NMVOC/addetto nelle regioni

I valori in questa tabella sono molti simili tra loro soprattutto quelli di Umbria e Marche. Sono stati determinati trasformando in chili, da tonnellate, le emissioni regionali di NMVOC che sono poi state divise per il numero di lavoratori totali dell'industria manifatturiera nella regione. Le emissioni totali regionali, come da grafici precedenti, sono molto maggiori per le Marche ma, nonostante ciò, vediamo da questa tabella come i valori sono adeguati al calcolo effettuato. Considerando che è stata una stima grossolana delle emissioni di NMVOC, i dati sorprendono in quanto, essendo simili, rappresentano un lavoro eseguito correttamente. La somiglianza tra i dati è dovuta probabilmente al numero di lavoratori nelle manifatture della regione che sono minori per l'Abruzzo e l'Umbria rispetto alle Marche; lo stesso discorso per le emissioni di NMVOC totali che sono basse per Umbria e Abruzzo e tutto ciò porta ad avere dati simili.

4.5 Confronti tra i fattori di emissione di (Kg NMVOC) /addetto nell'industria delle regioni

4.5.1 Industria chimica

Il grafico che segue mostra il confronto tra i fattori di emissione di Kg di NMVOC/addetto per l'industria chimica per ogni regione.

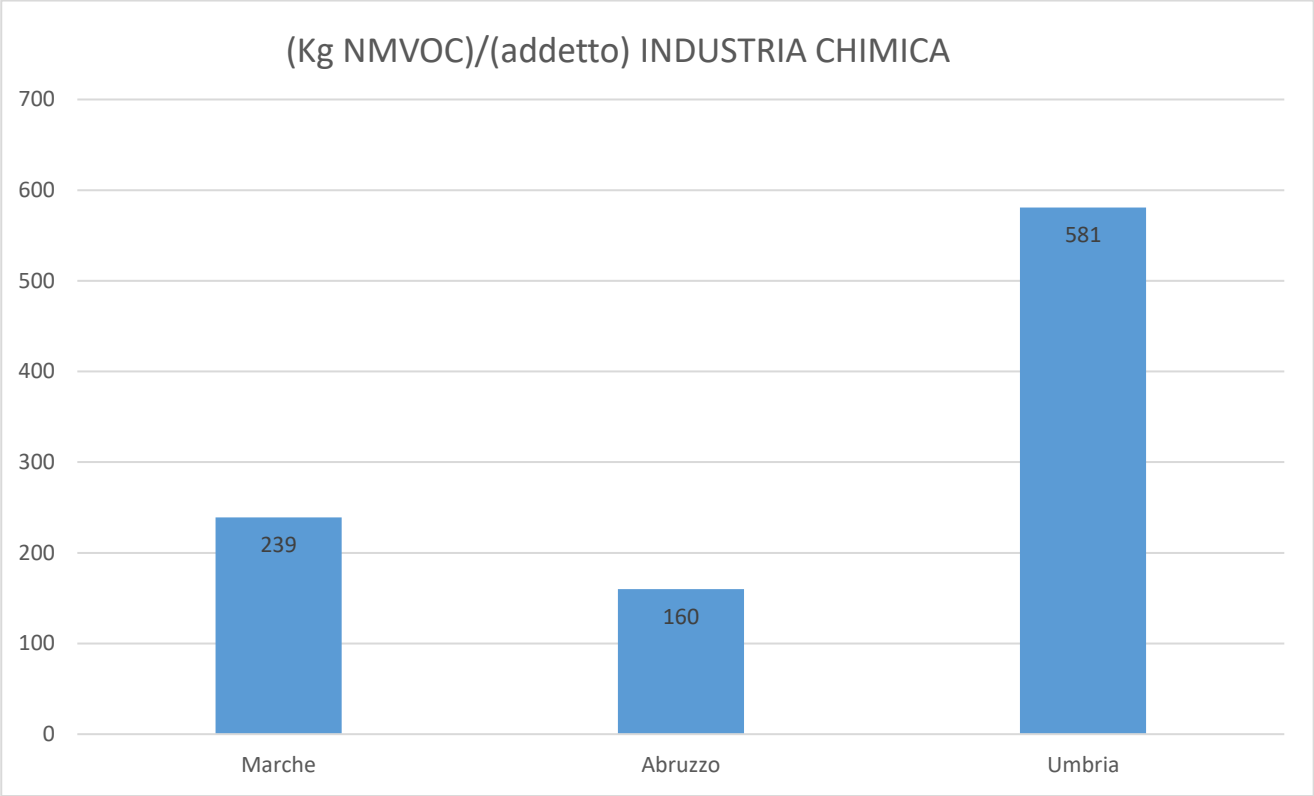

Figura 17: confronti tra i fattori di emissione dell'industria chimica fra le regioni

La figura riportata ci mostra come il fattore di emissione più alto in questo caso è quello dell'Umbria. Questo è dovuto sicuramente al ridotto numero di lavoratori presenti nel settore della chimica rispetto all'Abruzzo e alle Marche ma anche dalle approssimazioni effettuate per il calcolo di questi fattori di emissione. Notiamo come la regione Marche è sempre stata al primo posto per le emissioni totali di NMVOC, per i lavoratori e per le industrie e i suoi numeri erano abbastanza distanti dagli altri ma in questo caso si ha un valore simile a quello dell'Abruzzo.

4.5.2 Industria di ferro e acciaio

Nel grafico che segue notiamo come si confrontano i fattori di emissione per l'industria di ferro e acciaio.

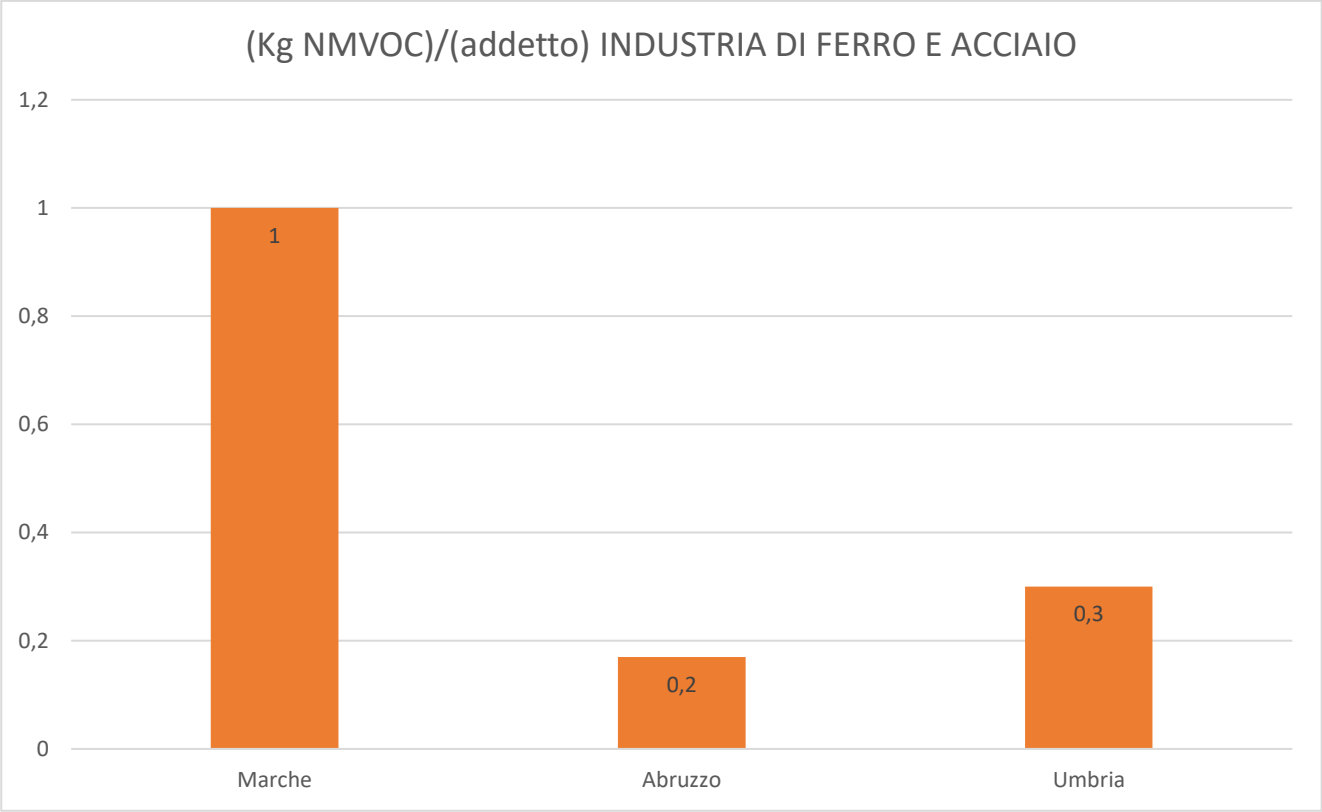

Figura 18: confronti tra i fattori di emissione dell'industria di ferro e acciaio fra le regioni

In questo istogramma notiamo subito la differenza numerica rispetto a quello precedente in cui i valori superavano le centinaia mentre qui siamo nell'ordine dell'unità. Questo è dovuto al ridotto fattore di emissione medio per quest'industria (0,085 Kg NMVOC/tonn) rispetto all'altro. Anche se per la regione delle Marche abbiamo un valore superiore agli altri in realtà sono tutti simili tra loro essendo molto piccoli e la differenza tra i valori non è rilevante.

4.5.3 Industria del vetro

La figura seguente mostra come si presentano i fattori di emissione per l'industria del vetro.

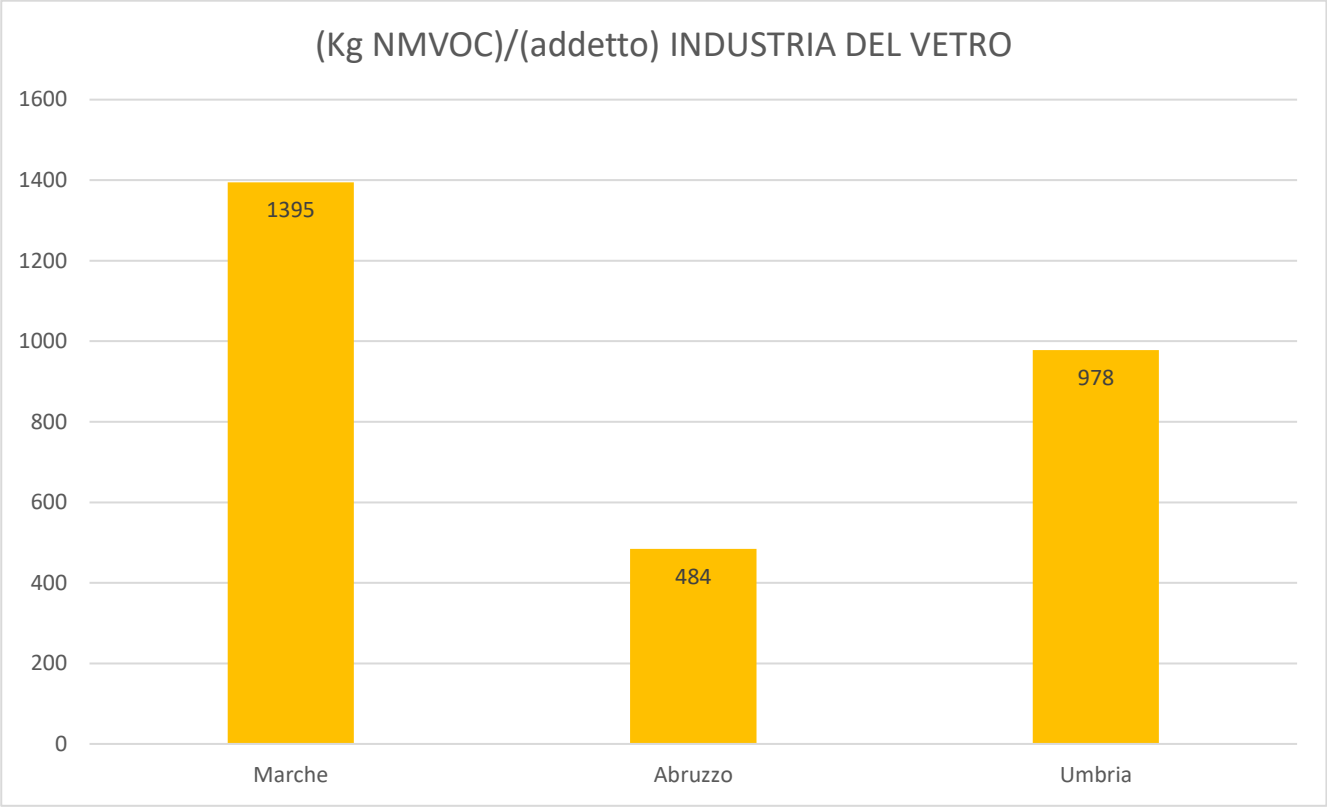

Figura 19: confronti tra i fattori di emissione dell'industria del vetro

In questo caso notiamo come per la regione Marche ci sia un fattore di emissione notevolmente alto; questo è dovuto a due fattori principali: il ridotto numero di lavoratori nel settore del vetro e l'elevata emissione di chili di NMVOC da questa industria. Anche per le altre due regioni possiamo constatare che si ha un numero di dipendenti basso come per le Marche; infatti, la differenza è che le emissioni di chili di NMVOC è di meno rispetto all'altra regione ed è per questo che si hanno valori più bassi. L'elevato valore della regione Marche è dovuto anche alle approssimazioni effettuate per determinare il fattore di emissione di Kg di NMVOC/addetto.

4.5.4 Industria di carta e legno

Nella figura che segue si mostrano i fattori di emissione per quest'industria che sono simili a quelli dell'azienda di ferro e acciaio.

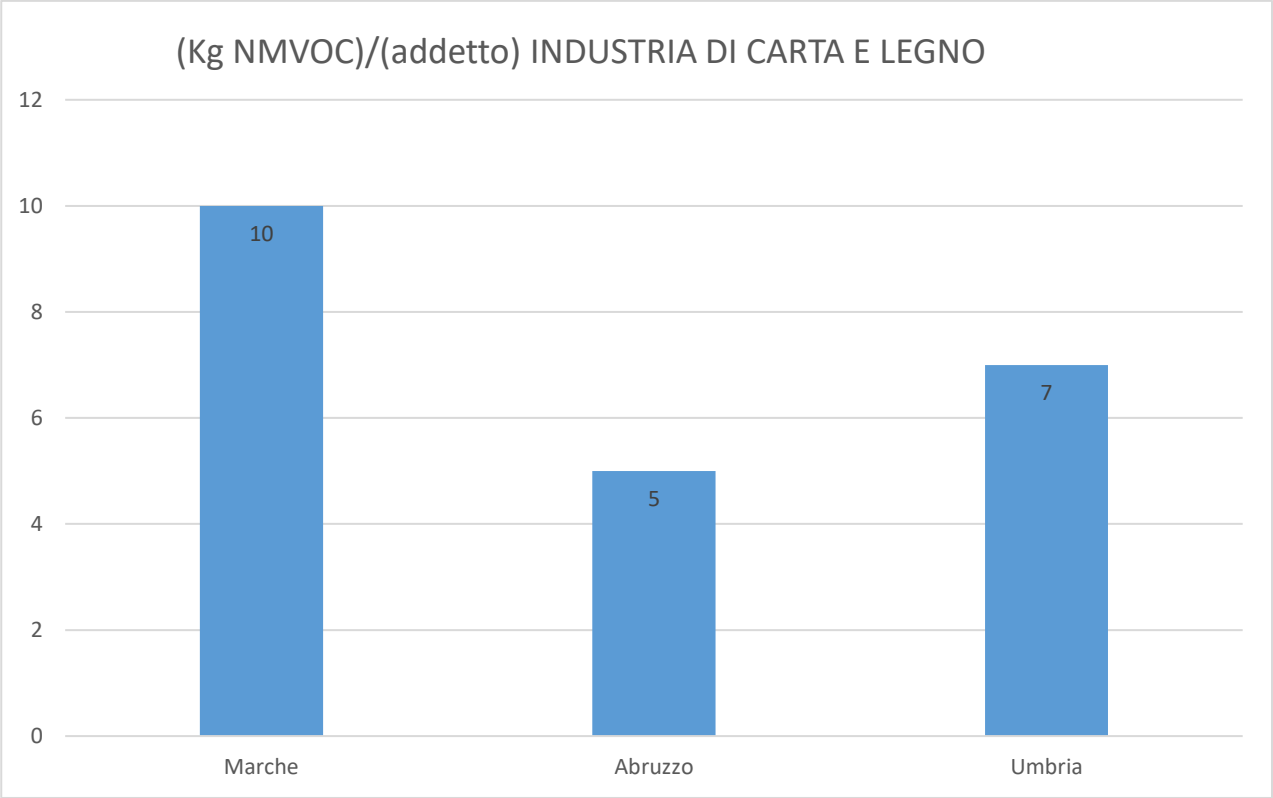

Figura 20: confronti tra i fattori di emissione dell'industria di carta e legno

Come già introdotto precedentemente, notiamo come i fattori di emissione di NMVOC/addetto per l'industria di carta e legno siano simili a quelli del settore di ferro e acciaio. La somiglianza è dovuta sia al ridotto fattore di emissione medio sia all'emissione di tonnellate di NMVOC che non supera le centinaia. I lavoratori per questi due settori sono simili e la similitudine non è dovuta a questo. Non è presente un valore dominante fra i tre considerati per le considerazioni appena effettuate.

4.5.5 Industria alimentare

In questo grafico notiamo come in questo settore i fattori di emissione siano molto diversi dalle altre industrie.

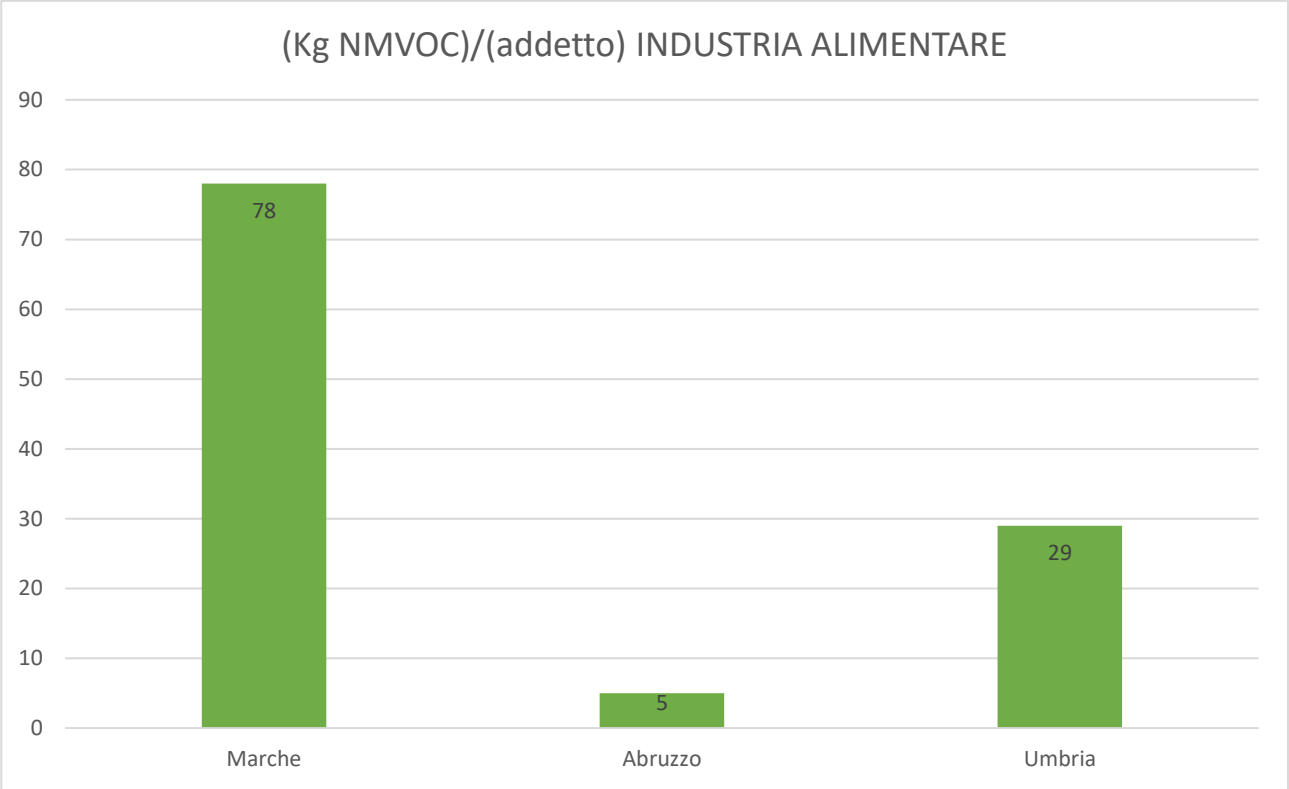

Figura 21: confronti tra i fattori di emissione dell'industria alimentare

Confrontando questo grafico con le tabelle delle regioni nel capitolo tre, notiamo come solo per le Marche si hanno emissioni di tonnellate di NMVOC nettamente superiori alle altre che non superano le centinaia. Questo è dovuto all'elevata emissione regionale di Kg di NMVOC/tonn che è nettamente superiore alle altre. Non è dovuto ai lavoratori presenti nelle industrie perché abbiamo valori simili per ogni settore anche se per l'Umbria sono circa la metà rispetto agli altri. Infatti, si ha un fattore di emissione più alto (29 Kg NMVOC/addetto) rispetto all'Abruzzo (5 Kg NMVOC/addetto). In ogni caso notiamo come questi valori siano relativamente bassi non superando le centinaia.

4.5.6 Industria tessile

L'istogramma seguente ci mostra come si abbia una situazione simili a quella presentata per l'industria chimica.

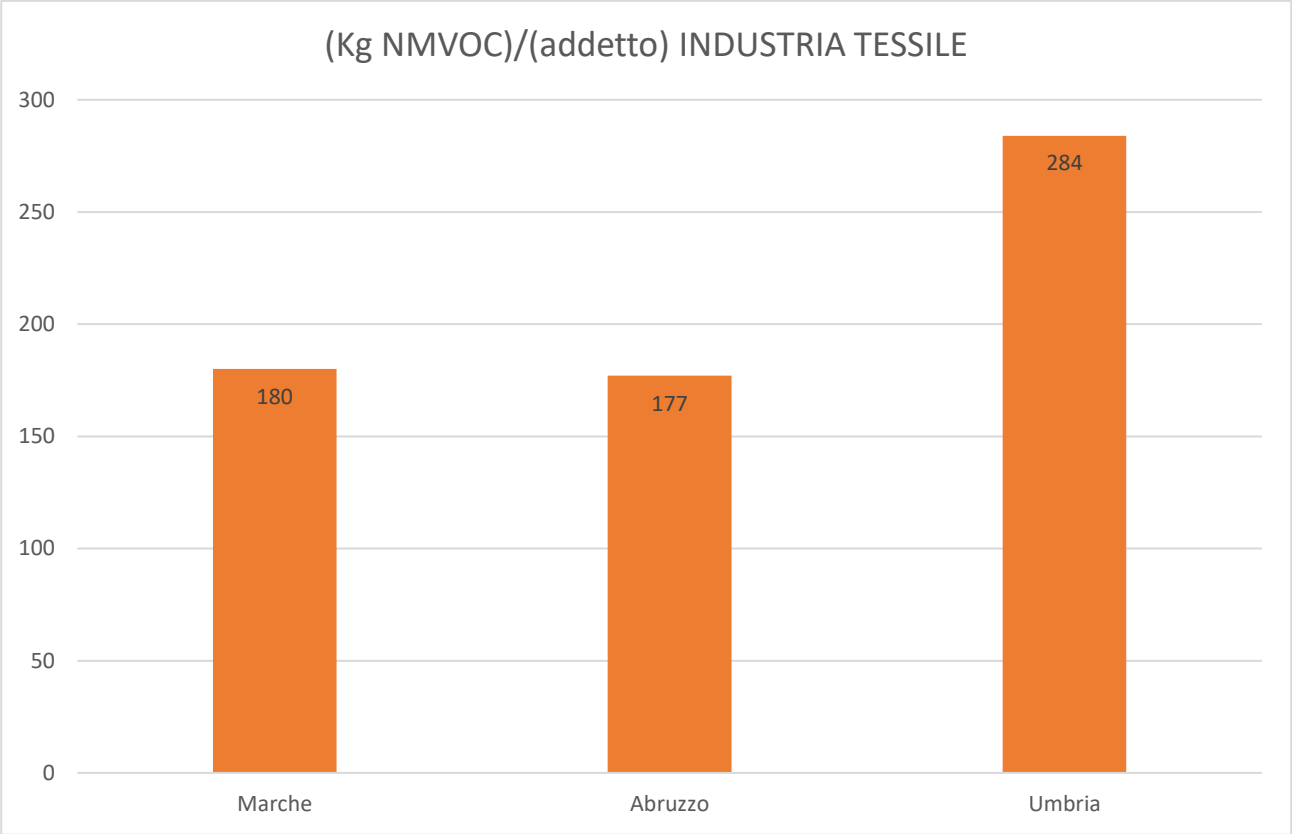

Figura 22: confronti tra i fattori di emissione dell'industria tessile

Come già annunciato precedentemente abbiamo una situazione simili a quella mostrata per l'industria chimica cioè che il fattore di emissione di Kg di NMVOC/addetto per la regione Umbria sia superiore a quello delle altre. Ciò è dovuto a due fattori: all'elevata emissione di tonnellate di NMVOC rispetto all'Abruzzo ma con un numero di lavoratori circa uguale e al fatto che nella regione Marche si abbia una quantità di dipendenti quattro volte superiore all'Umbria. Tutto considerato porta ad un'uguaglianza tra fattori di emissione di Marche e Abruzzo e ad una prevalenza di quelli dell'Umbria. Per il settore di ferro e acciaio abbiamo una situazione simile ma con ragioni diverse.

4.6 Confronti tra i fattori di emissione di (Kg NMVOC) /addetto delle industrie nelle province delle Marche

Gli istogrammi che seguiranno mostreranno i confronti tra i fattori di emissione delle industrie presenti nelle province della regione Marche. A causa della mancanza di dati le industrie chimiche e del vetro non faranno parte del confronto.

4.6.1 Industria di ferro e acciaio

Il seguente grafico ci mostrai fattori di emissione relativi all'industria di ferro e acciaio nelle province delle Marche.

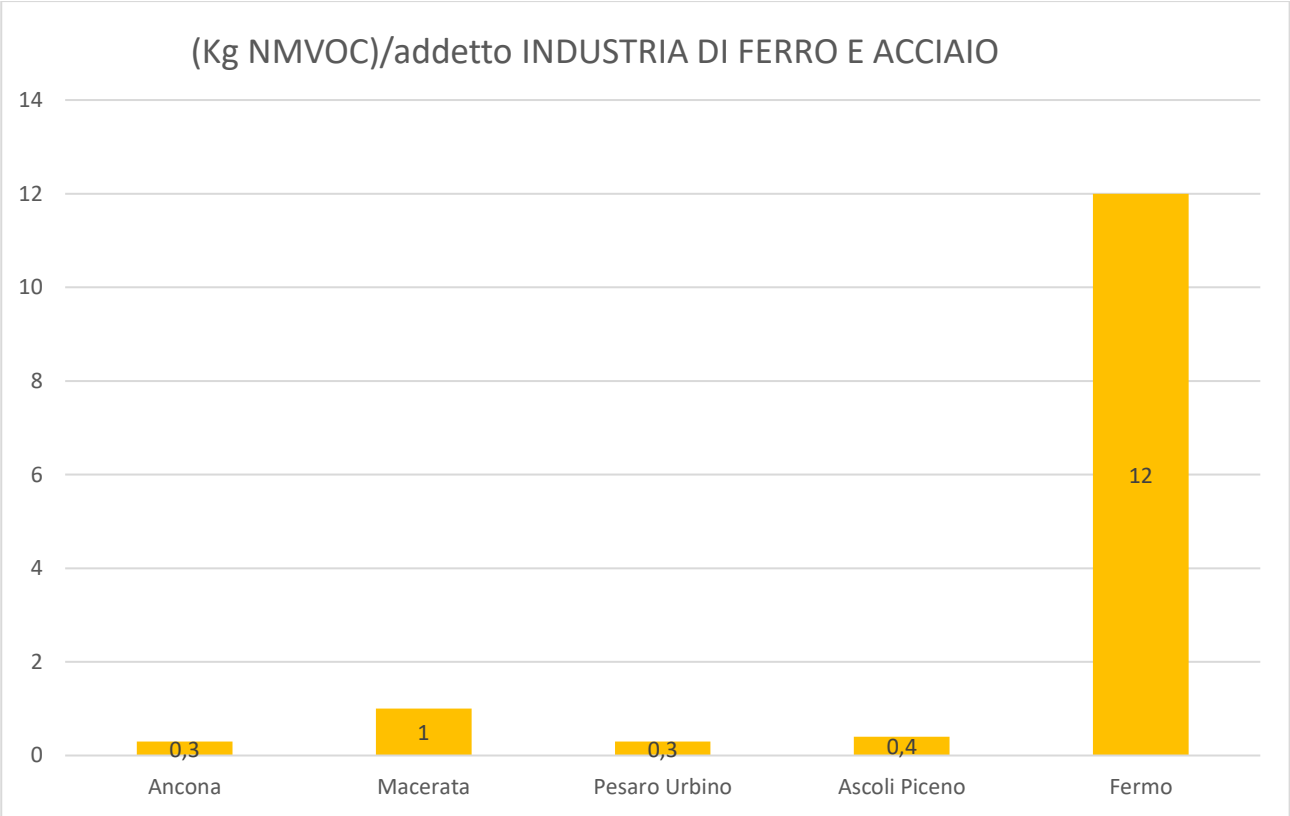

Figura 23: confronti tra i fattori di emissione delle industrie delle province

La figura ci mostra come è presente una netta prevalenza del fattore di emissione per la provincia di Fermo. Questo è dovuto all'elevata emissione di tonnellate di NMVOC provenienti da quest'industria (5599 Kg NMVOC). Per le altre città le emissioni si aggirano tutte intorno al migliaio di chili di NMVOC e nessuna si avvicina a quelle di Fermo. Non può essere dovuto ai lavoratori nell'industria perché sono tutti superiori al migliaio eccetto proprio per la provincia di Fermo in cui ce ne sono 448. L'insieme di questi due fattori causa l'elevato valore in tabella. Nelle altre province i dipendenti e le emissioni di chili di NMVOC sono simili e perciò troviamo bassi valori.

4.6.2 Industria di carta e legno

La figura che segue mette a confronto i fattori di emissione di Kg NMVOC/addetto per l'industria di carta e legno.

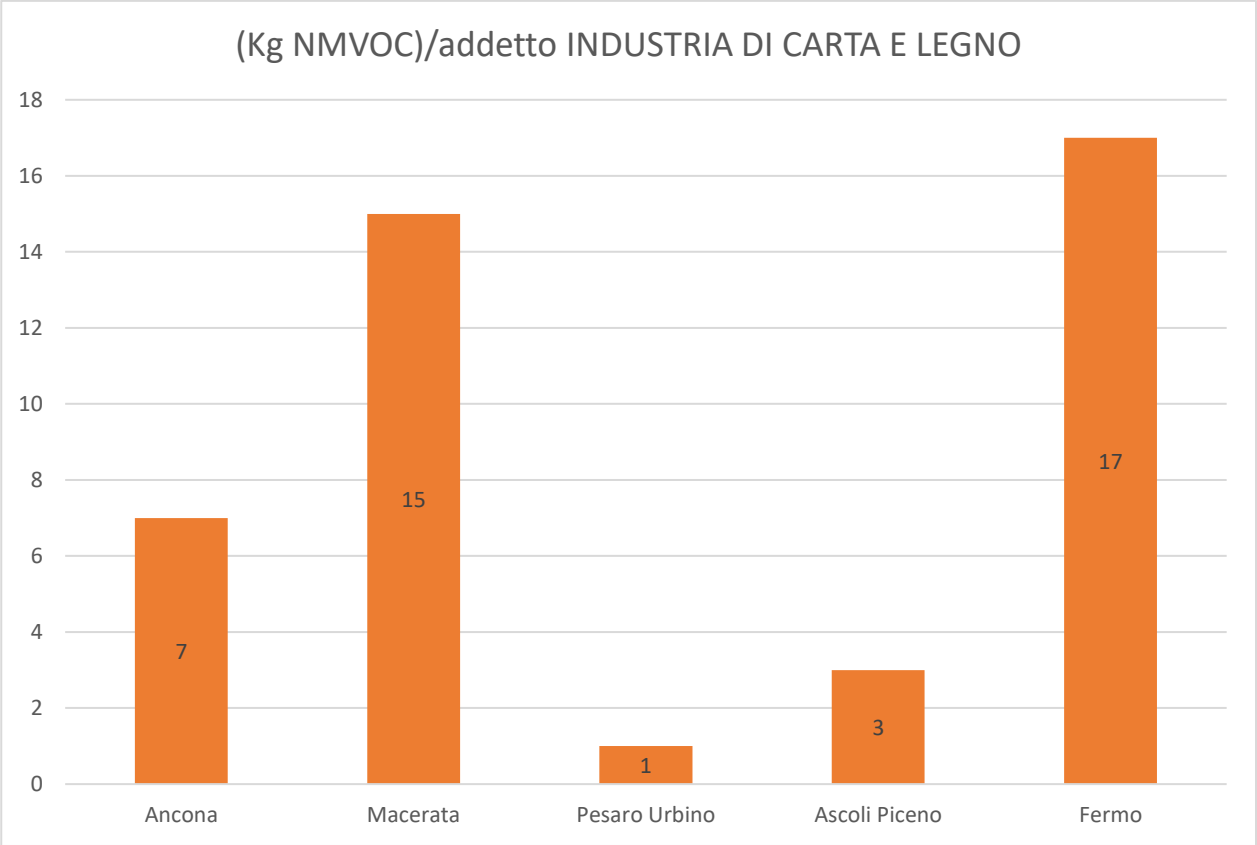

Figura 24: confronto tra i fattori di emissione delle industrie nelle province

In questa figura si nota come per le province di Fermo e Macerata ci sia un fattore di emissione più elevato rispetto agli altri. Questo è dovuto all'elevata emissione di chili di NMVOC provenienti da questo settore rispetto alle altre città. Anche per Ancona si ha una produzione di chili di NMVOC paragonabile a quella delle altre due ma con la differenza che il numero dei lavoratori è più del doppio e questo porta ad un valore leggermente inferiore. Per Pesaro Urbino e Ascoli Piceno le emissioni di chili di NMVOC sono basse.

4.6.3 Industria alimentare

Nel grafico seguente vengono mostrati i fattori di emissione di Kg NMVOC/addetto per le province della regione Marche.

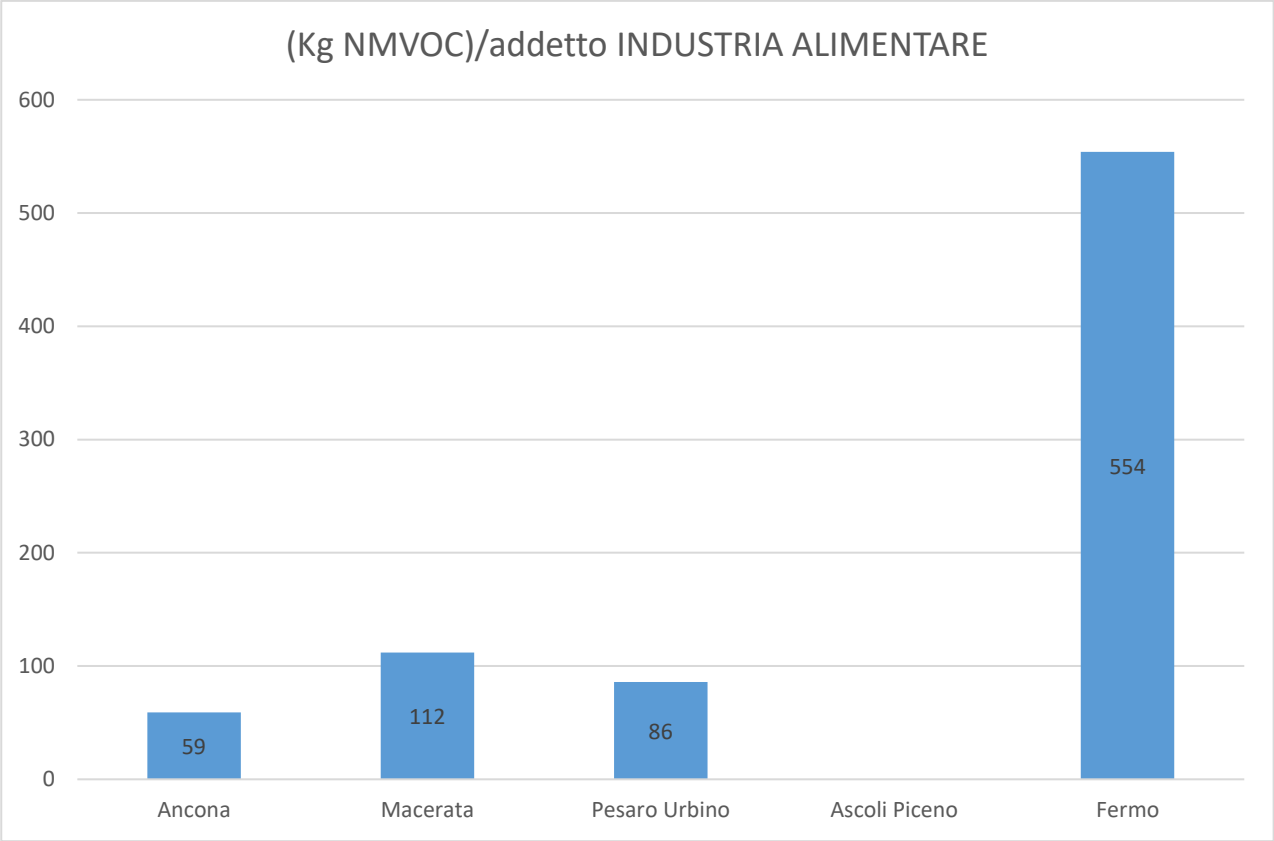

Figura 25: confronto tra i fattori di emissione delle industrie nelle province

La figura riportata mostra come per la provincia di Fermo ci sia un netto dominio del fattore di emissione, Questo è dovuto a due cose: dal fatto che è presente una notevole emissione di chili di NMVOC nella provincia (circa il doppio rispetto alle altre) e al ridotto numero di lavoratori (circa quattro volte in meno). Anche per le altre province è presente una notevole emissione di chili di NMVOC ma non come per Fermo. Inoltre, per mancanza di industrie nella provincia di Ascoli Piceno, non è stato possibile effettuare il confronto.

4.6.4 Industria tessile

L'istogramma seguente mostra il confronto tra i fattori di emissione di Kg NMVOC/addetto per le industrie delle provincie della regione Marche.

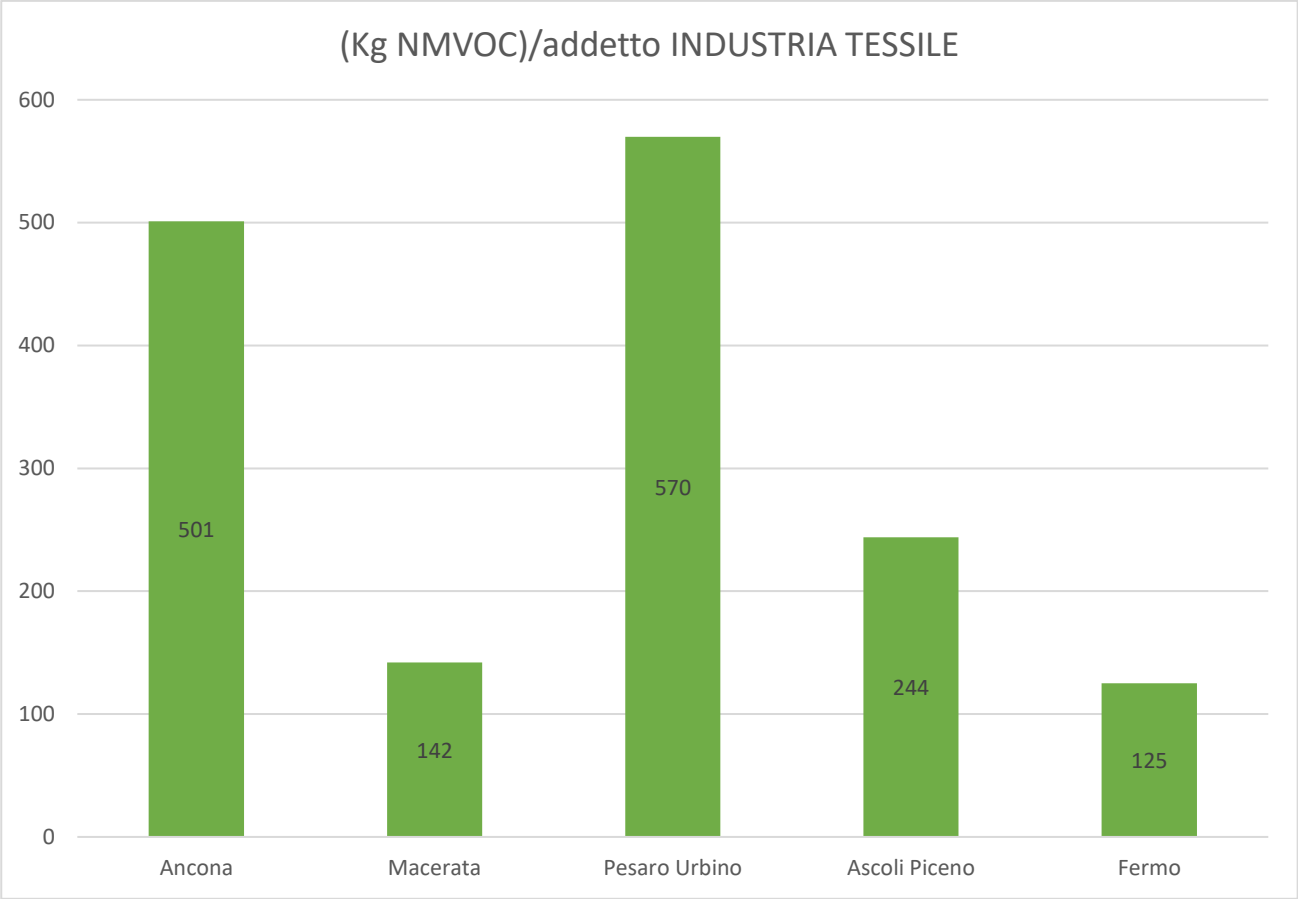

Figura 26: confronto tra i fattori di emissione delle industrie nelle province

In questo grafico notiamo come i fattori di emissione sono molto elevati rispetto alle figure mostrate in precedenza. Questo è dovuto all'immensa quantità di chili che vengono emesse per queste industrie che sono le maggiori rispetto a tutti gli altri settori. Quella che emette di più è la provincia di ancona con poco più di 1500000 di chili di NMVOC; a seguire Pesaro Urbino con circa 1100000 chili di NMVOC e poi tutte le altre intorno a 500000 chili. Nonostante Ancona sia quella che emette di più, si ha un fattore di emissione più basso rispetto a Pesaro; la differenza sta nel numero di lavoratori che sono presenti nell'industria. Infatti, nel capoluogo ci sono più dipendenti.

Conclusione

Come abbiamo visto, gli NMVOC sono una famiglia composta da diverse sostanze. Il lavoro svolto non interessava la speciazione di tutti questi composti ma l'individuazione delle emissioni di Kg NMVOC/addetto per ogni regione. Dai confronti effettuati nel capitolo precedente si è visto come per le province marchigiane i valori erano contrastanti a causa dei diversi dati a disposizione che hanno condizionato il risultato. Invece, per un confronto a livello regionale, le emissioni di NMVOC/addetto, per ogni tipologia di industria, sono state piuttosto simili tra loro. Infine, per un confronto tra le emissioni di NMVOC/addetto (figura 16), si nota come i valori sono conformi tra loro. Nonostante le approssimazioni effettuate, la stima delle emissioni di NMVOC/addetto ci ha fornito una tendenza su cosa accade nelle industrie italiane.

Bibliografia

ANPA. (2001). *Linee giuda agli inventari locale di emissioni in atmosfera.*

CE. (2001). *Direttiva sui limiti nazionali di emissioni.*

Europeean Envairnoment Agency. (2013). *Air Quality in Europe.*

Europeean Envaironment Agency. (2015). *Emissione di Composti Organici Volatili Non Metanici.*

Hans Bruyninckx. (2018). Air quality in Europe.

ISPRA. (2015). *Italian Emission Inventory 1990/2013.*

Ministero della Salute. (2015). *Composti Organici Volatili (COV).*

National Inventory Report. (2020). *Italian Greenhouse Gas Inventory.*