



MINISTERO DELL'AMBIENTE
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO E DEL MARE



STIMA DEI BENEFICI AMBIENTALI DERIVANTI DALL'USO DELLE E-BIKE E ANALISI DEI DATI AMBIENTALI RILEVATI DAI LORO SENSORI

Ogni e-bike è in grado di calcolare la **CO₂ non emessa** durante il suo spostamento, ovvero il risparmio in termini di grammi di anidride carbonica (CO₂) rispetto all'utilizzo di un mezzo pubblico (tipo autobus) per un tratto di equivalente lunghezza.

Le e-bike sono inoltre dotate di sistema di georeferenziazione GPS e di sensori per il monitoraggio della qualità dell'aria relativamente ai seguenti parametri:

- **CO** (Monossido di Carbonio)
- **NO_x** (Ossidi di Azoto) e
- **AQ** (Air Quality, qualità dell'aria in termini di particolato atmosferico compreso nel range PM1 – PM10, ovvero la presenza di polveri sottili con diametro compreso tra 1 e 10 µm).

Occorre tuttavia evidenziare che si tratta di sensori di tipo qualitativo, non quantitativo, nel senso che non misurano esattamente i valori delle concentrazioni di tali inquinanti nell'aria, come le centraline di monitoraggio presenti nelle grandi città, ma evidenziano eventuali variazioni di inquinamento, ovvero contano gli eventi in cui si verifica una variazione di concentrazione di tali parametri.

INFORMAZIONI SULLA CO₂ NON EMESSA E SUGLI INQUINANTI RILEVATI DAI SENSORI

Anidride carbonica o Diossido di carbonio (CO₂)

Caratteristiche chimico fisiche: L'anidride carbonica è un gas incolore, debolmente acido, inodore e di sapore acidulo. È naturalmente presente a basse concentrazioni (circa 0,03%) nell'atmosfera Terrestre, dove agisce come "gas serra", ovvero è responsabile del cosiddetto "effetto serra naturale" che permette al nostro Pianeta di mantenere una temperatura superficiale adatta allo sviluppo della vita.

Origine: L'anidride carbonica si sviluppa dal carbonio e da tutti i suoi composti bruciati in presenza di ossigeno: combustione del legno, del carbone e di tutti i combustibili fossili (petrolio, metano, ecc). È generata nel corso dei processi fermentativi degli zuccheri, dalla ossidazione dei composti organici e per decomposizione dai carbonati. Viene infine prodotta da tutti gli organismi viventi che respirano, come sostanza di scarto. Le piante invece utilizzano l'anidride carbonica per la fotosintesi: la CO₂, combinata con l'acqua e per azione della luce solare e della clorofilla, viene trasformata in glucosio, con il risultato di liberare ossigeno come sottoprodotto.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: La comunità scientifica è ormai concorde nel ritenere che l'aumento della concentrazione di anidride carbonica nell'atmosfera terrestre, riscontrabile soprattutto a partire dalla Rivoluzione Industriale, è da correlarsi all'uso intensivo dei combustibili fossili (petrolio e carbone in particolare) ed è responsabile del cosiddetto "effetto serra antropico", ovvero l'effetto serra legato alle attività umane, dal quale conseguono i fenomeni del riscaldamento globale e dei cambiamenti climatici.

Monossido di carbonio (CO)

Caratteristiche chimico fisiche: Il monossido di carbonio è un gas incolore ed inodore che si forma dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili.

Origine: La principale sorgente di CO è rappresentata dai gas di scarico dei veicoli, soprattutto funzionanti a bassi regimi, come nelle situazioni di traffico intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti di riscaldamento e alcuni processi industriali, come la produzione di acciaio, di ghisa e la raffinazione del petrolio.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: La sua tossicità è dovuta al fatto che, legandosi all'emoglobina al posto dell'ossigeno, impedisce una buona ossigenazione del sangue, con conseguenze dannose sul sistema nervoso e cardiovascolare.

Biossido di azoto (NO₂)

Caratteristiche chimico fisiche: Il biossido di azoto è un gas di colore rosso bruno, di odore pungente e altamente tossico.

Origine: Il biossido di azoto si forma in massima parte in atmosfera per ossidazione del monossido (NO), inquinante principale che si forma nei processi di combustione. Le emissioni da fonti antropiche derivano sia da processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, traffico), che da processi produttivi senza combustione (produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati, ecc.).

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: È un gas irritante per l'apparato respiratorio e per gli occhi che può causare bronchiti e problemi polmonari. Contribuisce alla formazione dello smog fotochimico, come precursore dell'ozono troposferico e contribuisce, trasformandosi in acido nitrico, al fenomeno delle "piogge acide".

Polveri sottili o particolato atmosferico

Caratteristiche chimico fisiche: Le polveri sottili sono tutte quelle particelle solide o liquide disperse nell'aria che respiriamo ed hanno una composizione chimica variabile a seconda della loro origine.

Origine: Escluse quelle di origine naturale (polvere, terra, sale marino alzati dal vento - il cosiddetto "aerosol marino" - ceneri, pollini e spore, polveri derivanti da eruzioni vulcaniche, ecc) le polveri più inquinanti, e pericolose, sono quelle originate da sorgenti come gli autoveicoli, i processi di combustione (quindi anche i riscaldamenti a legna e a pellet), i residui dell'usura del manto stradale, dei freni e delle gomme delle vetture, oltretutto le industrie.

Effetti sull'uomo e sull'ambiente: Il particolato ha effetti diversi sulla salute umana ed animale a seconda dell'origine (naturale, antropica ecc.) e delle dimensioni delle polveri. In taluni casi (si pensi all'aerosol marino) l'effetto può addirittura essere benefico. La loro pericolosità è inversamente proporzionale alle loro dimensioni: quelle con un diametro maggiore di 30 µm (1 µm = 1 micron = 1 milionesimo di metro) vengono fermate nella parte alta dell'apparato respiratorio e poi espulse con la tosse; invece quelle con un diametro inferiore a 10 micron (caratterizzate dalla sigla PM10 o PM2,5 se di dimensioni ancora più piccole) riescono a raggiungere i tratti successivi delle vie respiratorie, dai bronchi sino agli alveoli polmonari. Tra i disturbi attribuiti al particolato fine e ultrafine (PM10 e soprattutto PM2,5) vi sono patologie acute e croniche a carico dell'apparato respiratorio (asma, bronchiti, enfisema, allergia, tumori) e cardio-circolatorio (aggravamento dei sintomi cardiaci nei soggetti predisposti).

Limiti di concentrazione

In Italia i limiti per la concentrazione delle PM10 nell'aria stabiliti dalla legislazione (D. Lgs 155/2010) sono i seguenti:

- Valore massimo per la media annuale: 40 µg/m³
- Valore massimo giornaliero (24-ore): 50 µg/m³
- Numero massimo di superamenti consentiti in un anno: 35 gg/anno.

Per le PM2,5 il decreto non prevede dei limiti sulla concentrazione media giornaliera, come per le PM10, ma dal 2011 è scattato l'obbligo per il monitoraggio di tali polveri, con l'obiettivo di raggiungere al 2015 un valore limite medio annuo fissato a 25 µg/m³.

SPOSTAMENTI EFFETTUATI DALLE E-BIKE: KM PERCORSI E MAPPE

Grazie alla presenza del GPS e ad un software messo a punto dall'azienda Ducati Energia SpA è possibile innanzitutto visualizzare su una mappa gli spostamenti effettuati dalle singole e-bike, calcolando anche i Km percorsi da ognuna.

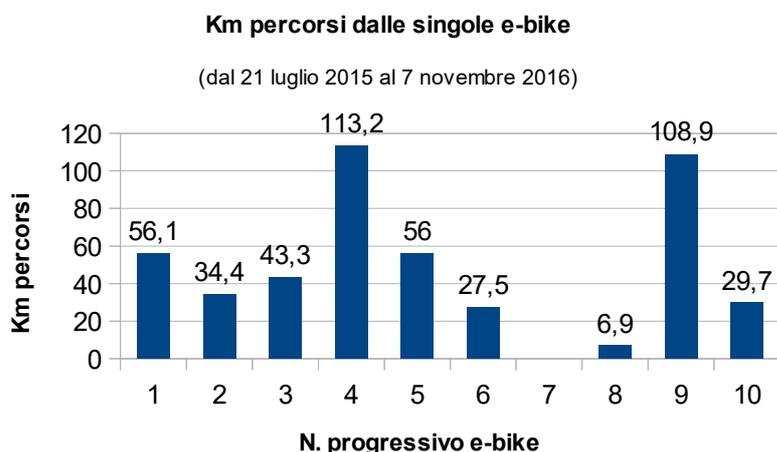
La mappa dei percorsi effettuati dalle nostre e-bike è riportata di seguito e può essere ingrandita per una visione più dettagliata al seguente link:

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1zqiq5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kfi2f4Jt&pli=1#map:id=4



I km percorsi da ognuna delle e-bike sono ricavabili sia dall'apposito conta-chilometri che compare sul display installato su ogni bici, sia tramite un apposito portale di acquisizione dati messo a disposizione dalla Ducati e accessibile tramite credenziali assegnate ad ogni Comune aderente alla sperimentazione. Tuttavia, dal momento che la connessione internet tra le e-bike e il portale di acquisizione dati non ha sempre funzionato con continuità, i km totali indicati sul portale (391 km) in realtà sono soltanto una quota parte dei **km complessivamente percorsi dalle nostre 10 e-bike, che ammontano a 476 km** (come si evince dalle foto scattate ai display il giorno 7 novembre 2016, data in cui sono stati risolti alcuni problemi tecnici che impedivano la corretta visualizzazione di tali dati sui display, che erano entrati in modalità diagnostica). Considerato che questi 476 Km sono stati percorsi dal 21 luglio 2015 al 7 novembre 2016, quindi **in un periodo di 476 giorni**, si può calcolare una **media giornaliera complessiva di un chilometro al giorno, che corrisponde ad una media di 100 metri al giorno percorsi da ciascuna bici**.

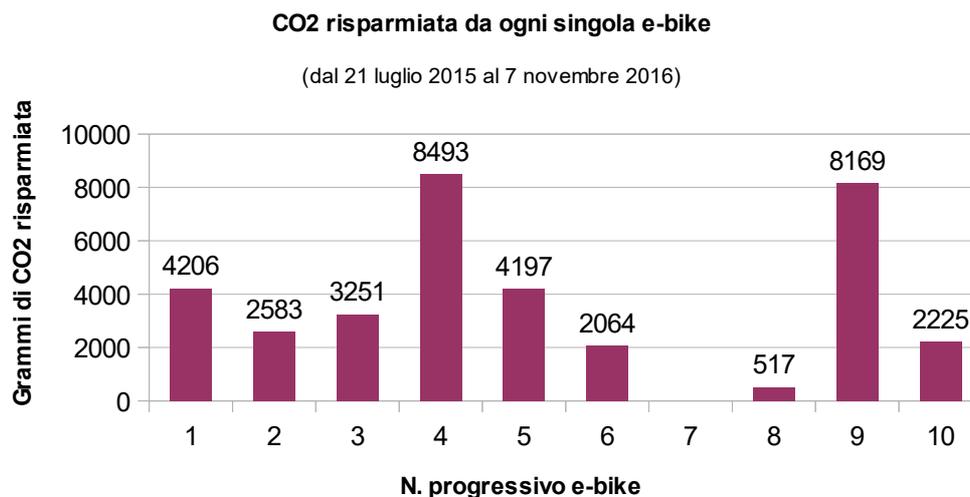
Il seguente grafico evidenzia i chilometri percorsi da ciascuna e-bike: la bici n. 7 non riporta alcun dato in quanto al momento dell'acquisizione dati non risultava funzionante, nel senso che non si riusciva ad accendere né il display né il motore della ruota, per cui è stato richiesto un intervento tecnico alla Ducati per capire l'origine del problema e risolverlo.



STIMA DEI BENEFICI AMBIENTALI DERIVANTI DALL'USO DELLE E-BIKE: ANIDRIDE CARBONICA (CO₂) NON EMESSA

Dall'analisi dei display delle e-bike, effettuata in data 7 novembre 2016, risulta che la CO₂ risparmiata nel complesso dalle nostre 10 e-bike ammonta a **35.705 grammi di CO₂**, corrispondenti ad una **media giornaliera complessiva di 75 grammi di CO₂ al giorno**, ovvero **7,5 grammi di CO₂ al giorno per ciascuna bicicletta**. Tale dato rappresenta una stima dei benefici ambientali derivanti dall'uso delle e-bike nel periodo compreso tra il 21 luglio 2015 e il 7 novembre 2016.

Il seguente grafico evidenzia i grammi di CO₂ risparmiati da ciascuna e-bike: la bici n. 7 non riporta alcun dato a causa dei problemi tecnici cui si accennava prima.

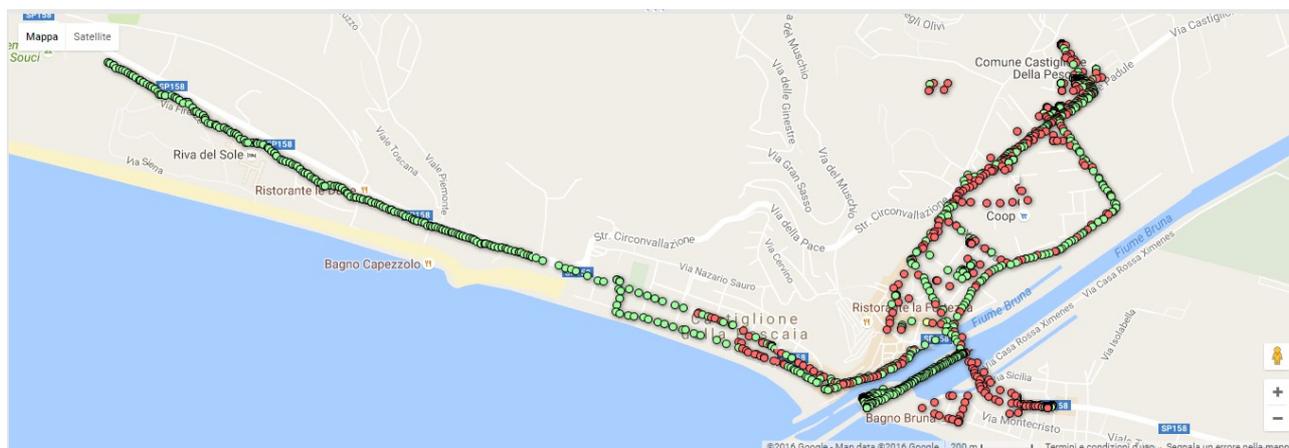


CAMPIONAMENTI DI OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Durante gli spostamenti delle e-bike i loro sensori hanno effettuato i campionamenti degli Ossidi di Azoto (NO_x) evidenziati nei pallini riportati nella seguente mappa: i pallini rossi (NO_x > 50%) rappresentano le zone più inquinate da tale gas rispetto a quelli gialli (30% < NO_x < 50%) e a quelli verdi (10% < NO_x < 30%).

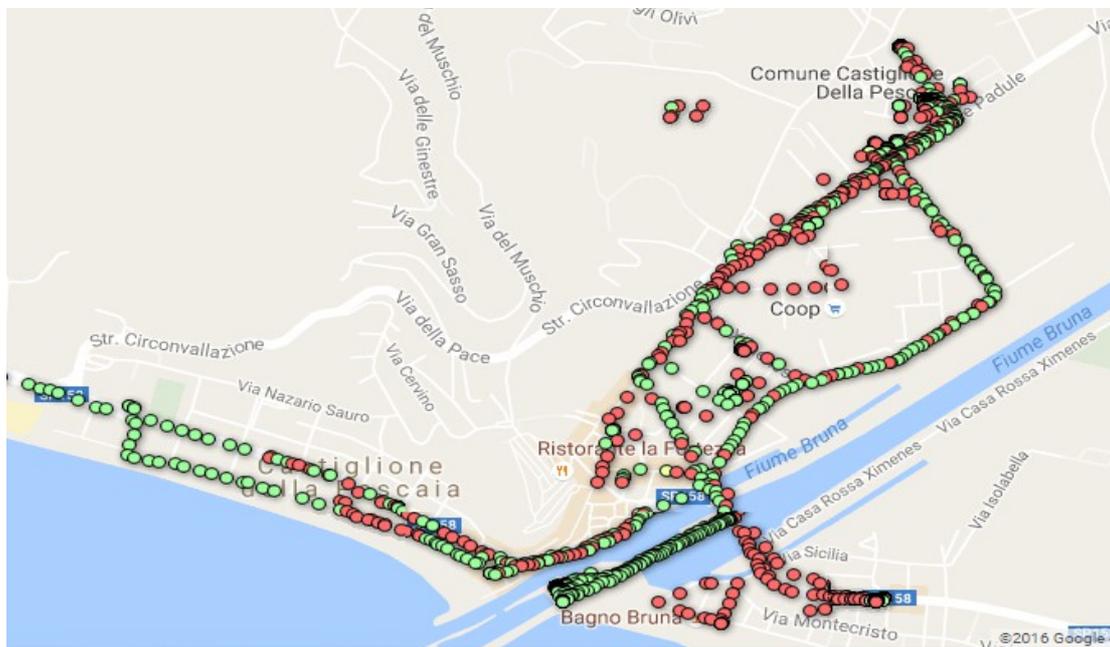
La mappa può essere ingrandita e visionata più nel dettaglio al seguente link:

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1ziq5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kf12f4Jt&pli=1#map=id=12



Da questa mappa si può innanzitutto osservare che la strada in uscita verso nord-ovest dal paese (Viale Kennedy – SP 158), pur essendo piuttosto trafficata risulta meno inquinata di NO_x rispetto ad altri tratti: ciò è dovuto probabilmente alla vicinanza del mare e alla conseguente presenza quasi costante di brezza marina.

Altrettanto buone sono infatti anche le condizioni del tratto del Lungomare di Via Roma, dal Bagno La Vela fino al Capezzolo, o della zona della Darsena. Focalizzandoci invece sulle altre strade percorse, si osserva che in molti tratti (come ad es. sulla Strada Provinciale del Padule, sul tratto di Via Roma compreso tra il Piazzale Maristella e il Bagno La Vela, su molte strade del centro) compaiono sia pallini rossi che verdi, quindi alcuni campionamenti hanno rilevato una maggiore presenza di NO_x rispetto ad altri, come si vede meglio nell'immagine ingrandita di seguito.

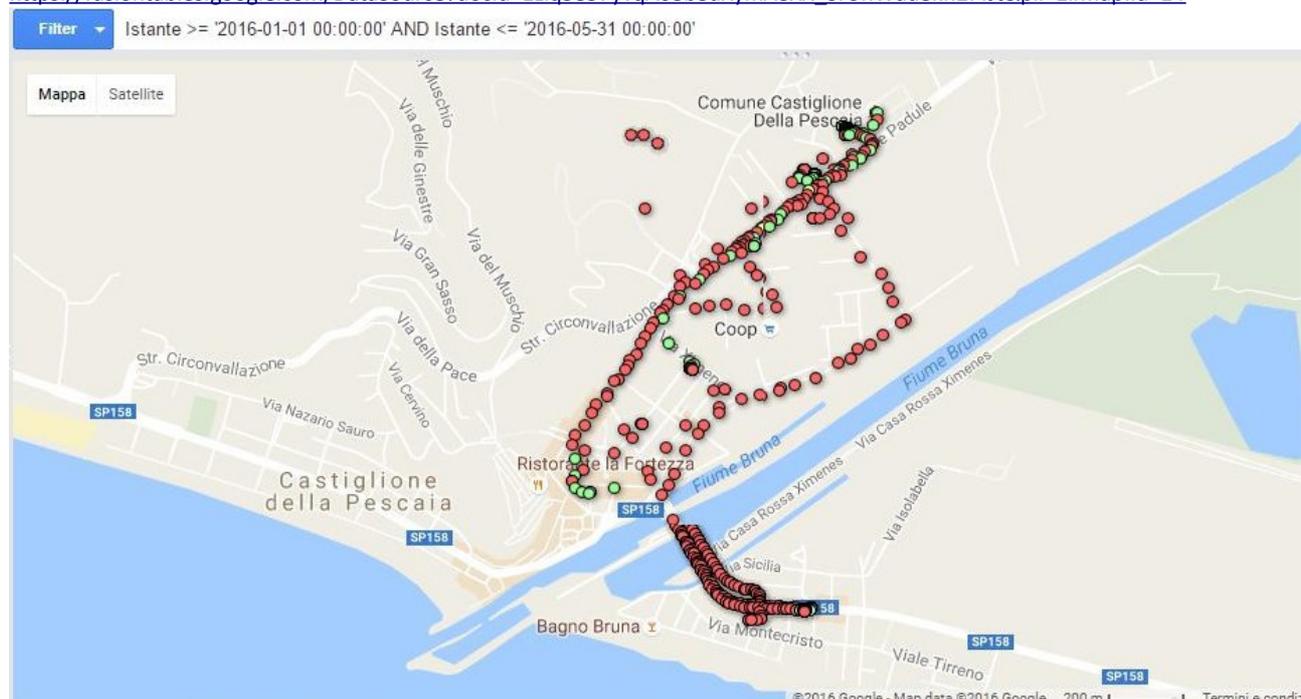


Ciò può dipendere dalle condizioni in cui si sono verificati i singoli campionamenti: infatti quando la bici si ferma, oppure quando il traffico diventa meno scorrevole o quando cala il vento, i sensori possono rilevare dei picchi, ma nel complesso l'andamento è positivo, in quanto non si rilevano zone completamente rosse, a parte i pochi tratti percorsi di là dal Ponte Giorgini, che sono solitamente piuttosto trafficati.

Per quanto riguarda invece la presenza degli ossidi di azoto nel corso dell'anno, si hanno gli andamenti stagionali visualizzabili nelle mappe di seguito riportate.

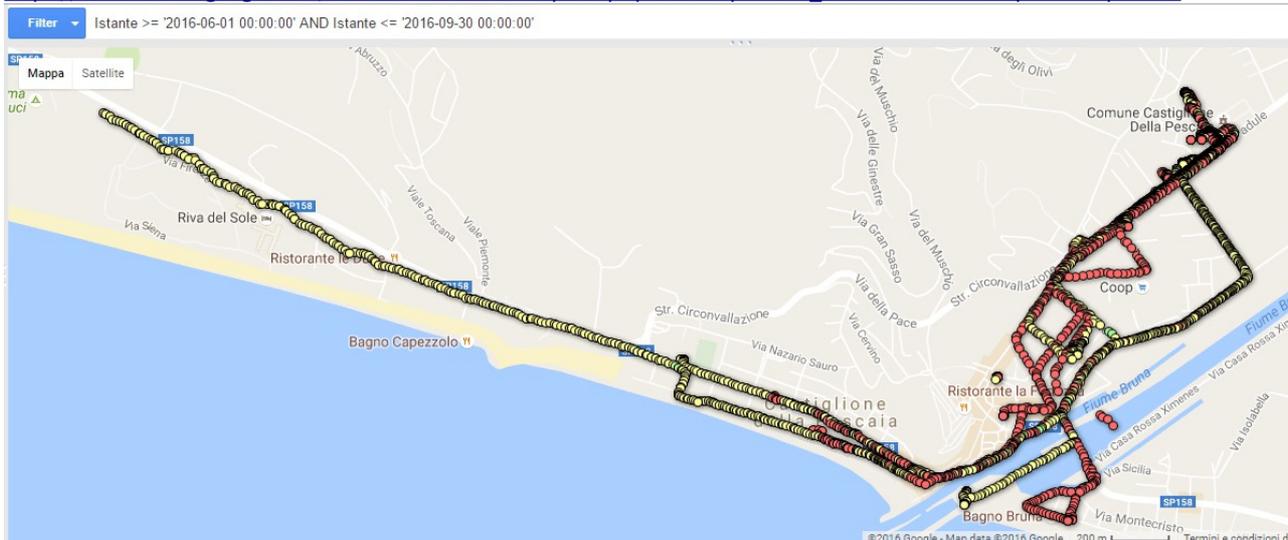
Dal 1° gennaio al 31 maggio 2016:

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1z1q5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kf12f4Jt&pli=1#map:id=14



Dal 1° giugno al 30 settembre 2016:

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1z1q5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kf12f4Jt&pli=1#map:id=18

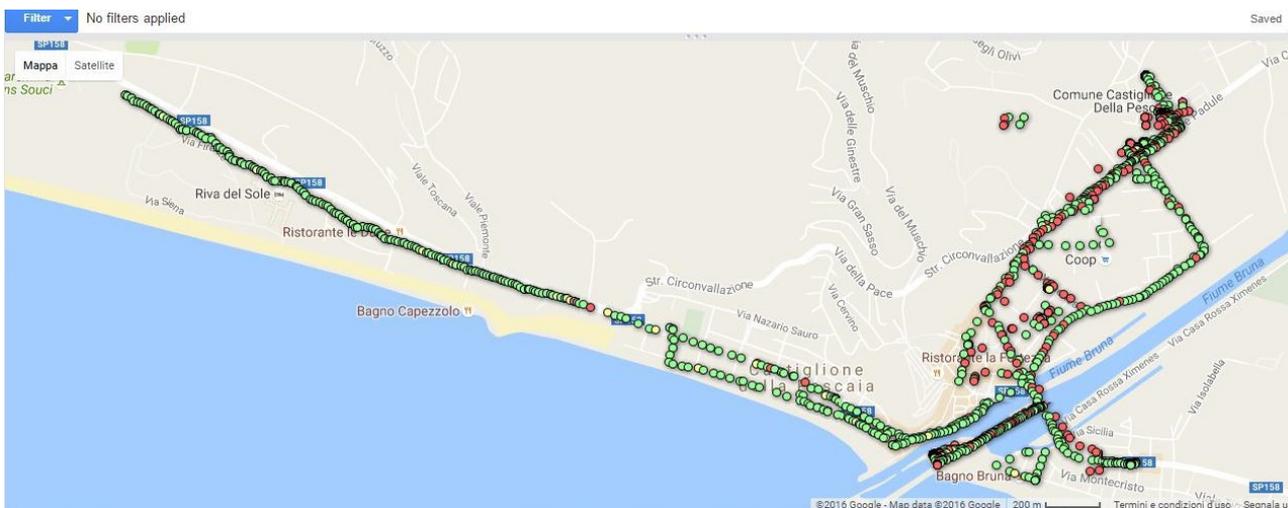


Anche dal confronto tra queste ultime due immagini, si evince che l'aria estiva risulta meno "inquinata" di monossido di carbonio rispetto a quella invernale (anche in questo caso lo si nota soprattutto dal confronto sulle strade della zona 167 che costeggiano la riva nord del fiume Bruna).

CAMPIONAMENTI SULLA QUALITÀ DELL'ARIA (AQ – AIR QUALITY)

Il parametro AQ (Air Quality) rilevato dalle e-bike ci dà infine una stima della presenza di polveri sottili comprese nel range PM1-PM10, i cui campionamenti sono riportati nelle mappe di seguito riportate, nelle quali i pallini verdi indicano una presenza di polveri sottili inferiore a $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, i pallini gialli indicano una presenza di polveri sottili compresa tra $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, quelli rossi segnalano invece una presenza di polveri sottili superiore a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1z1q5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kf12f4Jt&pli=1#map:id=23

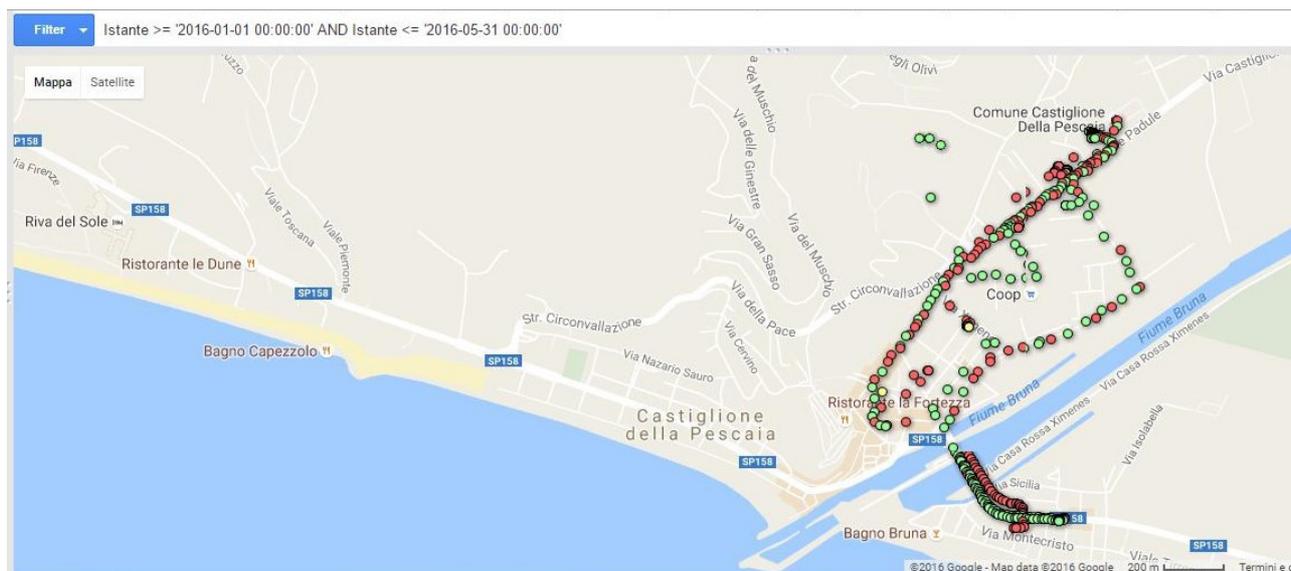


Da tale mappa si evince che le polveri sottili sono poco presenti sul nostro territorio.

Per quanto riguarda invece le variazioni della presenza di polveri sottili nel corso dell'anno, si hanno gli andamenti stagionali visualizzabili nelle mappe di seguito riportate.

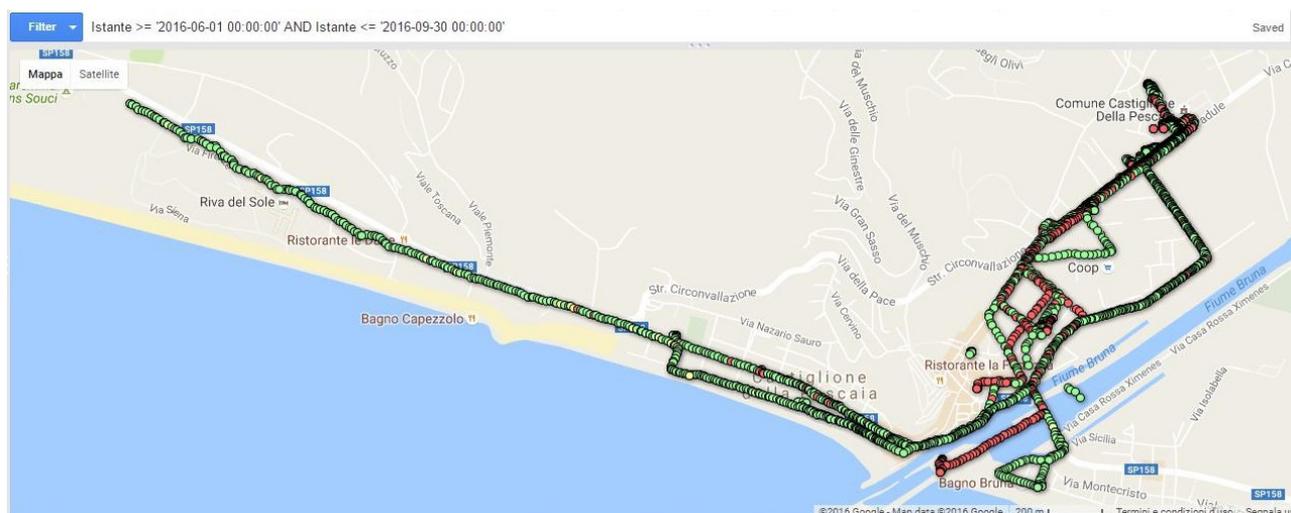
Dal 1° gennaio al 31 maggio 2016:

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1z1q5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kf12f4Jt&pli=1#map:id=24



Dal 1° giugno al 30 settembre 2016:

https://fusiontables.google.com/DataSource?docid=1z1q5857yvqA08b8uXymA8XX_SF9hWdu8kf12f4Jt&pli=1#map:id=25



Dal confronto tra le due ultime immagini, salta agli occhi in alcune strade la maggiore presenza di polveri sottili nel periodo estivo rispetto a quello invernale: ciò potrebbe essere dovuto sia al fatto che si tratta di vie che in estate vengono maggiormente percorse da traffico intenso e rallentato, sia alla maggiore dispersione in aria di aerosol marino nel periodo estivo.

CONCLUSIONI

Il calcolo dei km complessivamente percorsi dalle e-bike evidenzia che le stesse sono state utilizzate meno di quanto previsto, per cui nei prossimi mesi si ritiene opportuna una maggiore azione di sensibilizzazione nei confronti del personale comunale, alla quale potrà senz'altro contribuire la diffusione del presente report. Oltre a risolvere i problemi di accensione riscontrati sulla e-bike n. 7, si dovrà inoltre richiedere una maggiore collaborazione da parte del personale comunale nel segnalare con tempestività eventuali problemi di natura tecnica, informandoli meglio sulle procedure da attuare nel caso in cui i display delle bici entrino in modalità diagnostica oppure la connessione internet risulti assente.

Si osserva infine che i dati rilevati dai sensori, pur non rappresentando ancora un campione statisticamente significativo, evidenziano da una parte una migliore qualità dell'aria nel periodo estivo per i parametri CO e NO_x e dall'altra una minor presenza di polveri sottili nel periodo invernale.