

L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Committente: **CESENATICO SERVIZI S.r.l.**

Oggetto: **Monitoraggio ambientale della discarica di rifiuti non pericolosi di Cesenatico (FC)**

Monitoraggio della composizione del biogas captato e delle fughe laterali di biogas presso la Discarica di Rifiuti non pericolosi di Cesenatico (FC)

Relazione Anno 2017

Data	Rev	Redatto da
28/02/2018	00	Marcello Tognacci – L.A.V. Srl

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. ORIGINE E PRODUZIONE DEL BIOGAS	3
Composizione del biogas	4
Migrazione del biogas.....	5
3. ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO	7
4. METODICHE ANALITICHE	8
5. RISULTATI.....	9
Biogas captato in ingresso in torcia.....	9
APPENDICE 1 - RELAZIONE TECNICA SUL MONITORAGGIO DI BIOGAS EFFETTUATO PRESSO LA EX DISCARICA DI CESENATICO (FC) NEI MESI DI GIUGNO E NOVEMBRE 2017.....	10
ALLEGATO 1 – REFERTI BIOGAS IN INGRESSO IN TORCIA	37

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica raccoglie i risultati relativi al monitoraggio ambientale effettuato durante l'anno 2017 presso la discarica di rifiuti non pericolosi di Cesenatico, oggi esaurita e sede di un impianto di compostaggio gestito da Hera.

In ottemperanza a quanto previsto dalla Delibera della Giunta Provinciale di Forlì Cesena n. 236/03 è stata effettuata la misurazione del biogas raccolto dall'impianto di captazione.

Sono stati inoltre effettuati ulteriori rilevamenti del flusso diffuso di biogas attraverso la copertura superficiale della discarica, sebbene non richiesti dalla Delibera di G. P. 236/03. I risultati di tali attività sono riportati in Appendice alla presente Relazione, dove è stato effettuato anche un confronto con le emissioni diffuse degli anni precedenti.

2. ORIGINE E PRODUZIONE DEL BIOGAS

La degradazione microbica della frazione organica contenuta nei rifiuti all'interno di una discarica genera alcuni sottoprodotti pericolosi per l'ambiente, tra cui il biogas.

I processi di degradazione aerobica iniziano già nei primi giorni dal deposito dei rifiuti nella zona di coltivazione della discarica. In questa fase viene consumato l'ossigeno presente all'interno dell'ammasso da parte dei batteri aerobi. Quando la degradazione aerobica inizia, le proteine vengono degradate in amminoacidi e in tipici cataboliti dei processi aerobici e successivamente questi prodotti vengono ossidati a diossidi di carbonio, acqua, nitrati, solfati. I grassi, opportunamente idrolizzati ad acidi grassi, vengono trasformati in acidi volatili. Questo stadio si protrae per circa una o due settimane. L'ammasso di rifiuti raggiunge una temperatura di circa 65°C (Benedetti, 1995). Durante questo periodo l'ossigeno viene completamente consumato, salvo infiltrazioni dall'esterno e i rifiuti vengono seppelliti da altri rifiuti. I primi si trovano quindi in un ambiente più profondo, privo di ossigeno, dove può cominciare la degradazione della frazione organica in condizioni anaerobiche ad opera delle specie microbiche. Questa fase di fermentazione avviene naturalmente, sono però indispensabili assenza di ossigeno e sufficiente quantità di acqua (>20%). La degradazione anaerobica si svolge in cinque fasi:

1. fase di idrolisi della sostanza organica;
2. fase acida;
3. fase metanogenica iniziale (instabile);
4. fase metanogenica stabile;
5. fase metanogenica tarda.

Nella fase di idrolisi gli enzimi extracellulari dei microrganismi coinvolti degradano la materia organica. Nella fase acida i batteri produttori di acidi convertono la sostanza organica idrolizzata e i prodotti della fermentazione in acidi volatili, per la maggior parte acido acetico, oltre a produrre quantità elevate di CO₂ e H₂ che trascinano con sé verso l'atmosfera sostanze maleodoranti come H₂S. Quando la fermentazione acida si stabilizza, si riduce la formazione di H₂ e comincia ad essere prodotto metano.

La fase metanigena si suddivide in tre sotto fasi:

1. metanigena instabile,
2. metanigena stabile
3. terminale

In questa fase si selezionano solamente organismi anaerobici, i quali utilizzano e decompongono composti a basso peso molecolare formando metano e anidride carbonica: il biogas in senso lato.

La degradazione anaerobica produce altri gas oltre quelli citati, come l'azoto molecolare, prodotto dal processo microbico di denitrificazione, il solfuro di idrogeno, prodotto da microrganismi riduttori di solfati e altri gas come etano e propano. La fase metanigenica instabile, a seconda delle condizioni ambientali in cui avviene, ha una durata che va da 180 a 500 giorni circa (Farquar, 1997) e la concentrazione di metano aumenta più o meno costantemente fino al 55% del biogas prodotto (Figura 1).

Terminata la sotto fase instabile, la discarica entra nella sotto fase metanigena stabile, nella quale i valori di produzione di metano e anidride carbonica restano costanti per un periodo di tempo di circa 5 anni e nei successivi 15-30 anni la produzione cala fino a terminare (metanogenica tarda).

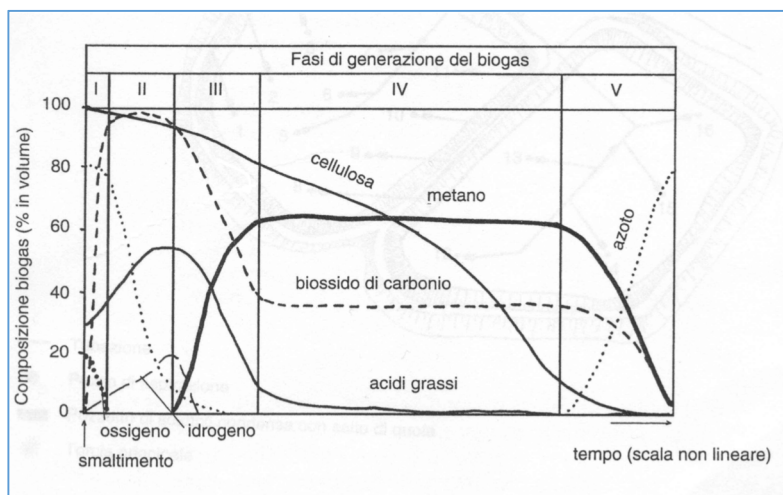


Figura 1 - Fasi e sotto fasi della generazione del biogas (Farquar, 1997)

Composizione del biogas

Il biogas che si forma all'interno della discarica è una miscela complessa e variabile di gas, alcuni dei quali infiammabili, tossici e maleodoranti. Nella sua composizione predomina il metano, seguito dall'anidride carbonica e da una vasta gamma di composti in bassissime concentrazioni, quali idrocarburi, composti alogenati, idrogeno solforato, alcoli, esteri e mercaptani (Gervasoni, 2000).

Parametri caratteristici	Unità di misura	valore
CH ₄	%	50-60
CO ₂	%	30-50
O ₂	%	0-20
N ₂	%	0-80
CO	%	tracce
C ₂ H ₅ SH (Mercaptani)	%	tracce
H ₂	%	0-20
H ₂ S	%	tracce
NH ₃	%	tracce

Tabella 1 - Composizione tipica del biogas captato in una discarica (ARTA, 2007)

Migrazione del biogas

Una discarica controllata è schematizzabile come un contenitore con le pareti laterali ed il fondo perfettamente impermeabili, riempito di rifiuti e successivamente chiuso nella parte superiore da uno strato di terreno che agisce come una sorta di tappo. La copertura finale ha generalmente una minore permeabilità rispetto all'ammasso di rifiuti e porta il biogas ad accumularsi, nonostante sia presente un impianto di aspirazione. Per quanto riguarda le discariche prive di un sistema di aspirazione (che non è sempre presente soprattutto nei vecchi impianti di smaltimento), la copertura deve essere meno compattata per poter disperdere, appunto, il gas nell'atmosfera. Le pressioni raggiunte in questo tipo di discarica sono molto maggiori di quella atmosferica.

Una discarica controllata è un vero e proprio reattore in continua evoluzione e le reazioni chimiche che avvengono al suo interno causano cambiamenti continui nella struttura dell'ammasso stesso provocando continue variazioni nella densità, permeabilità e porosità. Conseguentemente questo si ripercuote sulla migrazione del biogas (Figura 2), condizionando l'efficienza dei pozzi di aspirazione, le perdite dalla superficie e l'assestamento dell'ammasso.

Il biogas non raccolto dal sistema di aspirazione si accumula all'interno della discarica fino a raggiungere un valore di pressione maggiore rispetto a quella atmosferica, che gli consente di spostarsi verso altre zone, all'interno o all'esterno della stessa, lungo gradienti di pressione, in virtù della maggiore o minore densità a causa della non omogeneità della concentrazione della sostanza organica in decomposizione, della differente densità dei rifiuti tra le varie parti della discarica, delle differenze in contenuto di umidità tra le varie parti dell'ammasso dei rifiuti e della presenza dei pozzi di aspirazione.

Una discarica controllata ideale non presenta discontinuità nelle barriere laterali e sul fondo e in queste condizioni il moto del biogas è limitato e circoscritto all'interno dell'ammasso dei rifiuti; inoltre, in queste condizioni, si assume che l'unica via di fuga sia verso l'atmosfera.

Se l'integrità delle barriere laterali è compromessa, è frequente il verificarsi della migrazione laterale: cioè quando i sottoprodotti (biogas e percolato) della degradazione dei rifiuti fuoriescono dal bacino di contenimento e invadono, inquinandole, le zone adiacenti.

La migrazione laterale del biogas può causare numerosi problemi; infatti, il biogas si può accumulare e riempire spazi vuoti eventualmente presenti nel terreno come pozzi, grotte, fognature, miniere, faglie e così via e se migra per grandi distanze può interessare cantine, parti basse di abitazioni, edifici o altro con gravi rischi di esplosione, oltre al pericolo per l'uomo, ai danni alla vegetazione e alla diffusione di cattivi odori. Questo fenomeno può, infatti, assumere dimensioni importanti a seconda dell'ambiente idrogeologico interessato.

Le vie di migrazione sono quelle che offrono minore resistenza al passaggio del gas, e la forza motrice per il suo moto all'interno di una discarica è data dai gradienti di pressione più che dai processi diffusivi (Christophersen, 1999). Questo problema è molto comune per le vecchie discariche che non sono dotate di adeguate pareti impermeabili; esso è inoltre, aggravato dalla vita molto lunga delle discariche (generalmente 50 anni).

I principali fattori che controllano la migrazione laterale sono le caratteristiche tecniche e gestionali della discarica e le caratteristiche idrogeologiche del sito in cui nasce l'impianto. All'esterno della discarica, nei terreni circostanti il sito, il movimento del biogas lungo le due direzioni principali (orizzontale e verticale) è influenzato dalle caratteristiche geologiche degli strati di terreno e dalla loro giacitura.

Altri fattori molto importanti che influenzano la migrazione laterale del biogas sono la pressione atmosferica (Christophersen, 1999), la presenza del vento, (la dispersione in atmosfera aumenta con la velocità dello stesso - Rolston, 1986), la temperatura dell'aria (Christophersen, 1999) oltre a tutti i fenomeni atmosferici che comportano modifiche della permeabilità del suolo come neve, ghiaccio e pioggia (Maurice, 1997).

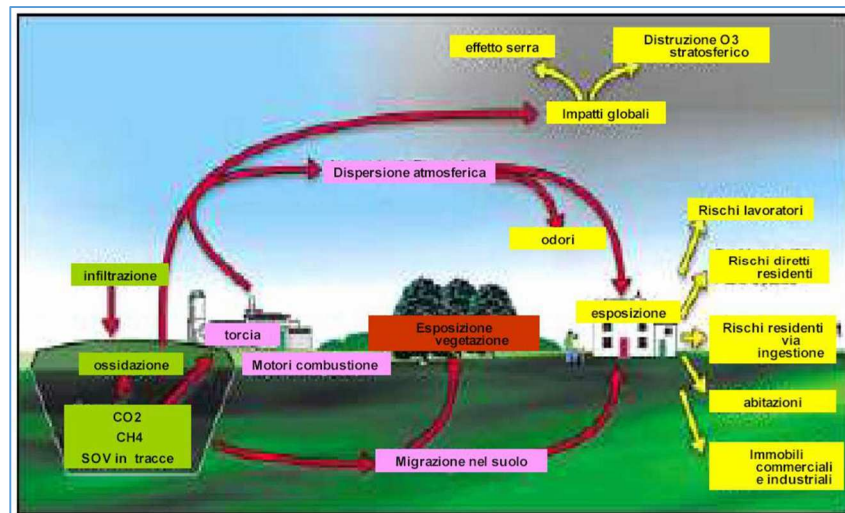


Figura 2 - Sintesi dei fattori che influenzano la destinazione ultima del biogas prodotto

I problemi connessi con la produzione di biogas sono dovuti principalmente alla sua capacità di formare con l'aria una miscela esplosiva che potrebbe essere rischiosa se si accumula entro spazi chiusi, al fatto che è composto per il 98% da CO₂ e CH₄ (i due principali gas serra) ed al fatto che generalmente la presenza di biogas nell'ambiente è accompagnata dalla presenza di odori sgradevoli. Inoltre l'accumulo di biogas (indipendentemente dal contenuto di metano) può rappresentare un pericolo per la salute umana e animale, poiché potrebbe causare perdita della coscienza riducendo la quantità di ossigeno presente e dando asfissia.

Nella maggior parte dei casi l'unica avvisaglia della presenza di una consistente emissione, in assenza di una adeguata struttura di controllo, è la sofferenza della vegetazione sulla superficie della discarica.

3. ATTIVITÀ DI CAMPIONAMENTO

Lo studio qui riportato riguarda le misure effettuate con frequenza semestrale sul biogas captato in ingresso in torcia presso la discarica di Cesenatico durante il secondo semestre 2016.

Le attività di campionamento sono state condotte il 14/06/2016 e il 21/11/2016 e si sono svolte all'interno della discarica di rifiuti non pericolosi di Cesenatico (Figura 3).

La misurazione del biogas raccolto dall'impianto di captazione ha lo scopo di valutare la qualità del gas prodotto nella discarica e, conseguentemente, di fornire indicazioni sulla tipologia di smaltimento possibile.

Il campionamento del biogas alla torcia è stato effettuato previo spurgo delle linee di adduzione e dopo la messa in esercizio della soffiante di aspirazione gas.



Figura 3 - Mappa con l'ubicazione della discarica, evidenziata in rosso

4. METODICHE ANALITICHE

Nome Prova	Metodo Analitico	U.M.
Durata del campionamento	--	min
Metano	Analizzatore IR	%
Ossigeno (O2)	POA 14	% Vol/Vol
Anidride carbonica (come CO2)	Analizzatore IR	%
Solfuro di Idrogeno (H2S)	POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	mg/Nmc
Ammoniaca	UNICHIM 632	mg/Nmc
Idrogeno (H2)	Fiala colorimetrica	% Vol/Vol
Potere calorifico inferiore (GAS)	Calcolato	KJ/Nmc
Umidità	UNI 10169:2001	% Vol/Vol
Polveri totali	UNI EN 13284-1:2003	mg/Nmc
Acido Fluoridrico e suoi sali (come HF)	NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	mg/Nmc
Acido Cloridrico e suoi sali (come HCl)	NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	mg/Nmc
Acido Solforico e suoi sali (come H2SO4)	NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	mg/Nmc
Ossidi di Zolfo (come SO2)	POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	mg/Nmc
Sostanze organiche volatili alogenate	UNI EN 13649:2015	mg/Nmc
Mercaptani	UNI EN 13649:2015	mg/Nmc
Sostanze organiche volatili (non alogenate e solforate)	UNI EN 13649:2015	mg/Nmc
Fluoro totale	Calcolato	mg/Nmc
Cloro totale	Calcolato	mg/Nmc

Tabella 2 - Elenco metodiche analitiche Biogas in ingresso alla torcia

5. RISULTATI

Verranno ora esposti prima i dati relativi al biogas captato in ingresso in torcia.

Biogas captato in ingresso in torcia

I dati dei campionamenti del biogas captato in ingresso in torcia nelle due campagne semestrali del 2017 sono esposti in Tabella 3.

Nome Prova	Metodo Analitico	U.M.	Risultato Biogas in ingresso in torcia del 28/06/2017	Risultato Biogas in ingresso in torcia del 21/11/2017
Durata del campionamento	--	min	60	60
Metano	Analizzatore IR	%	21,3	19,3
Ossigeno (O2)	POA 14	% Vol/Vol	10,1	9,0
Anidride carbonica (come CO2)	Analizzatore IR	%	14,8	14,1
Solfuro di Idrogeno (H2S)	POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	mg/Nmc	3	14
Ammoniaca	UNICHIM 632	mg/Nmc	< 0,69	< 0,69
Idrogeno (H2)	Fiala colorimetrica	% Vol/Vol	< 0,50	< 0,50
Potere calorifico inferiore (GAS)	Calcolato	KJ/Nmc	7459	7600
Umidità	UNI 10169:2001	% Vol/Vol	0,75	0,70
Polveri totali	UNI EN 13284-1:2003	mg/Nmc	0,09	0,05
Acido Fluoridrico e suoi sali (come HF)	NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	mg/Nmc	< 0,07	< 0,07
Acido Cloridrico e suoi sali (come HCl)	NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	mg/Nmc	< 0,03	< 0,03
Acido Solforico e suoi sali (come H2SO4)	NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	mg/Nmc	< 0,03	< 0,03
Ossidi di Zolfo (come SO2)	POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	mg/Nmc	13	18
Sostanze organiche volatili alogenate	UNI EN 13649:2015	mg/Nmc	< 0,03	< 0,03
Mercaptani	UNI EN 13649:2015	mg/Nmc	< 0,03	< 0,03
Sostanze organiche volatili (non alogenate e solforate)	UNI EN 13649:2015	mg/Nmc	7,23	4,88
Fluoro totale	Calcolato	mg/Nmc	< 0,07	< 0,07
Cloro totale	Calcolato	mg/Nmc	0,04	0,02

Tabella 3 - Risultati monitoraggio biogas in ingresso in torcia Giugno/Novembre 2017

I valori rilevati sono confrontabili con quelli tipici del biogas captato in discarica (Tabella 1), ad eccezione del CH₄ e della CO₂, che risultano in percentuale inferiore.

Dal confronto fra i due periodi di monitoraggio si rilevano dati confrontabili per tutti i parametri (Tabella 3).

I referti si riportano in allegato alla presente relazione.

APPENDICE 1 - RELAZIONE TECNICA SUL MONITORAGGIO DI BIOGAS
EFFETTUATO PRESSO LA EX DISCARICA DI CESENATICO (FC) NEI
MESI DI GIUGNO E NOVEMBRE 2017

Premesse

Il presente lavoro è stato effettuato per conto dell' Azienda Cesenatico Servizi presso la ex discarica di Cesenatico (FC) al fine di individuare e misurare i flussi di CO₂ e CH₄ emessi dalla superficie delle vasche di coltivazione dei rifiuti sia attive che ultimate con presenza di capping. Le misure di flusso sono state effettuate attraverso il flussimetro portatile della "West Systems" la cui metodologia si basa sul principio della camera di accumulo, tecnica statica non stazionaria. Lo strumento in oggetto consente di misurare in continuo le concentrazioni di CO₂ e CH₄ all'interno di una apposita camera di accumulo al fine di ottenere un'immediata valutazione del tasso di incremento del biossido di carbonio e del metano.

Rispetto ad altri metodi, il flussimetro descritto è in grado di determinare i flussi di CO₂ e CH₄ dai suoli a prescindere dalla conoscenza delle caratteristiche dei suoli stessi e del regime di flusso; infatti al fine della determinazione del flusso non vengono utilizzati coefficienti empirici legati alle caratteristiche del suolo.

Pertanto la strumentazione innovativa utilizzata si è rilevata particolarmente efficace e veloce per la definizione dei parametri di flusso richiesti.

RELAZIONE TECNICA

Il presente lavoro è consistito nella rilevazione di misure puntuali al fine di determinare i Flussi di Anidride Carbonica e Metano emessi dal corpo dei rifiuti della discarica di CESENATICO in Provincia di FORLÌ'-CESENA.

L'area in oggetto, che si estende su una superficie di 57000 m², è costituita da un vecchio modulo, che si estende su una superficie 31000 m² in cui sono state effettuate 28 misure di flusso e un nuovo modulo che si estende su una superficie di 26000 m² in cui sono state effettuate 17 misure di flusso. I punti sono stati ubicati al vertice di maglie immaginarie del lato di 20-30 metri.

I punti oggetto di misurazione sono stati georeferenziati tramite GPS (Global Positioning System) Modello Garmin etrex 30, in cui l'errore di localizzazione, stimato al momento delle misure, variava 1,0 a 2,0 mt. I valori di flusso, ottenuti attraverso lo strumento "*Flussimetro della West Systems*", sono stati sottoposti ad un'analisi statistico-descrittiva e i risultati riportati in forma di mappe di distribuzione dei flussi di CO₂ e CH₄. Tali mappe, che possono essere considerate delle fedeli rappresentazioni delle modalità di dispersione incontrollata del biogas, forniscono una rappresentazione areale delle perdite incontrollate. Inoltre sui dati ottenuti è stata applicata una statistica uninominale mediante l'utilizzo dei BOX-PLOT al fine di determinare i punti di Outlier, ovvero i punti a maggior emissione anomala rispetto al resto dell'area indagata.

Interpolazione dei Dati

Le mappe areali di flusso sono state elaborate in termini di $\ln(\phi\text{CO}_2)$ e $\ln(\phi\text{CH}_4)$, al fine di normalizzare i dati, per poi essere riconvertite in $\text{Exp} [\ln(\phi\text{CO}_2)]$ $\text{Exp} [\ln(\phi\text{CH}_4)]$ mediante l'interpolazione dei dati sperimentali, utilizzando la metodologia di stima: Inverse Distance to Power (IDP) in cui i dati vengono interpolati orizzontalmente per trasformare la distribuzione spaziale di osservazioni sparse in una griglia regolare di punti, più adatta alla realizzazione di mappe di isoflussi. Con la metodologia adottata ogni valore osservato viene "pesato" mediante l'inverso del quadrato della distanza della stazione dal punto di interesse.

Le mappe areali di flusso sono state elaborate utilizzando l'apposito software Surfer 8.0 (Golden Software).

Nell'elaborazione delle mappe di isoflusso sono state individuate a scopo puramente descrittivo 9 classi di valori di flusso per la CO₂ e 9 per il CH₄ compresi in un intervallo di valori rappresentativo. In particolare sono stati utilizzati i seguenti valori di emissioni al fine di determinare il valore di fondo scala (Capaccioni et al 2005):

- 0,0 e 10 g/m² giorno di CO₂ per suoli poco maturi;
- 15 e 30 g/m² per suoli maturi ricchi di vegetazione.

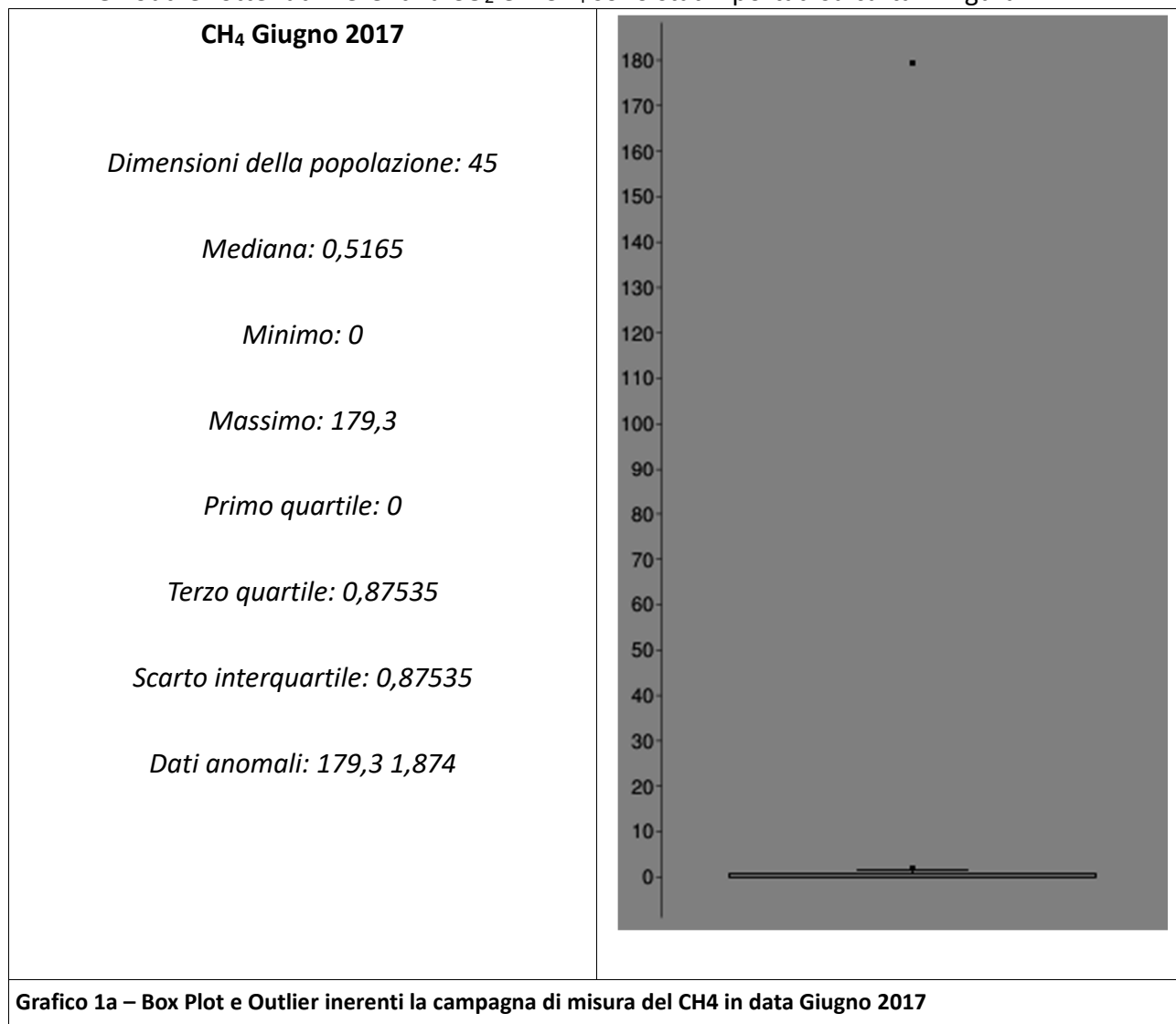
A scopo cautelativo sono stati considerati flussi di 0 g/m² giorno, come soglia minima di emissione.

Analisi statistico descrittiva

Diagrammi BOX-PLOT

I diagrammi in oggetto sono stati utilizzati al fine di elaborare una statistica univariata dei dati; nel grafico 1 e nel grafico 2 sono riportati gli schemi dei diagramma in oggetto elaborati sulla base dei dati raccolti sulla discarica di Cesenatico. Tale grafici consentono di visualizzare la struttura delle distribuzioni statistiche e di avere un'immediata rappresentazione del grado di normalità della distribuzione delle emissioni, del suo livello di asimmetria e della presenza di valori anomali (outliers) che possono indicare l'esistenza di eventuali problematiche nei dati che vengono analizzati.

Gli outlier ottenuti inerenti la CO₂ e il CH₄ sono stati riportati su carta in figura 1.



CO₂ Giugno 2017

Dimensioni della popolazione: 45

Mediana: 1,447

Minimo: 0,161

Massimo: 147,3

Primo quartile: 0,7557

Terzo quartile: 2,399

Scarto interquartile: 1,6433

Dati anomali: 147,3 8,307 3,916

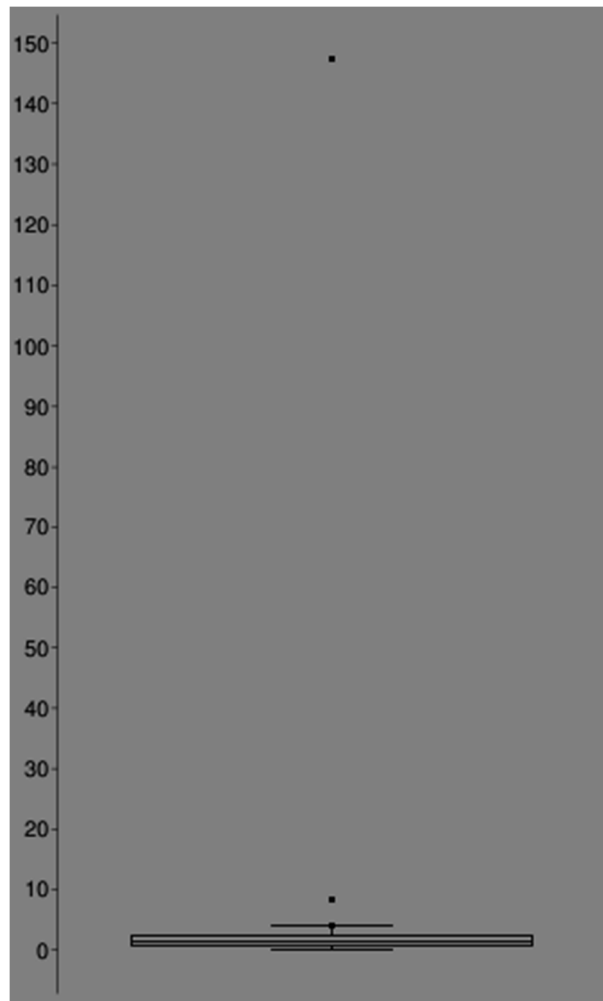


Grafico 1b– Box Plot e Outlier inerenti la campagna di misura del CO₂ in data Giugno 2017

CH₄ Novembre 2017

Dimensioni della popolazione: 45

Mediana: 0

Minimo: 0

Massimo: 197

Primo quartile: 0

Terzo quartile: 1,0735

Scarto interquartile: 1,0735

*Dati anomali: 197 14,78 12,8 4,588 3,75 3,166
1,816*

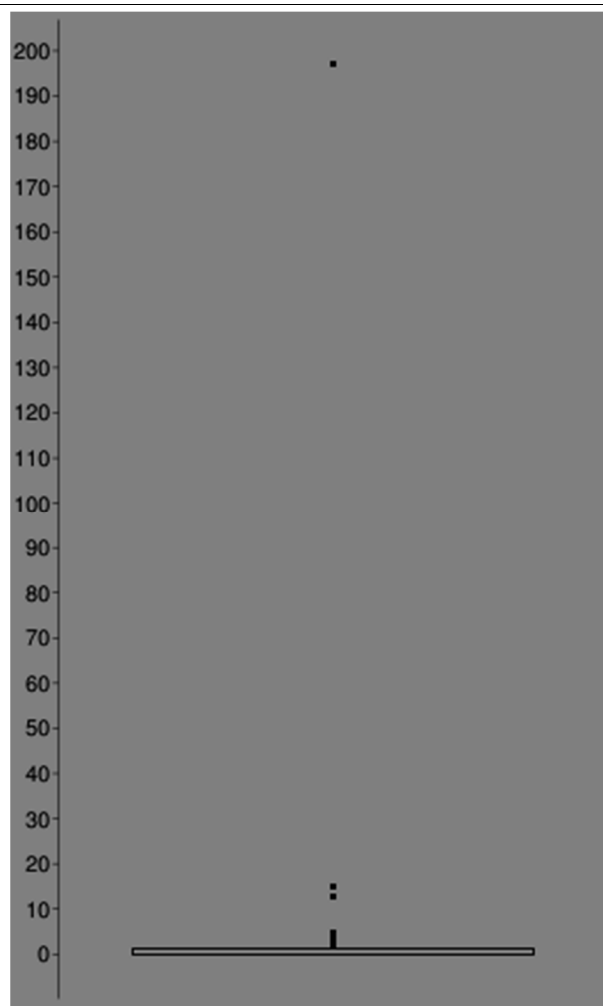


Grafico 2a – Box Plot e Outlier inerenti la campagna di misura del CH₄ in data Novembre 2017

CO₂ Novembre 2017

Dimensioni della popolazione: 45

Mediana: 1,434

Minimo: 0,08011

Massimo: 11,5

Primo quartile: 0,79825

Terzo quartile: 1,956

Scarto interquartile: 1,15775

*Dati anomali: 11,5 10,61 9,438 6,044 5,822
3,385*

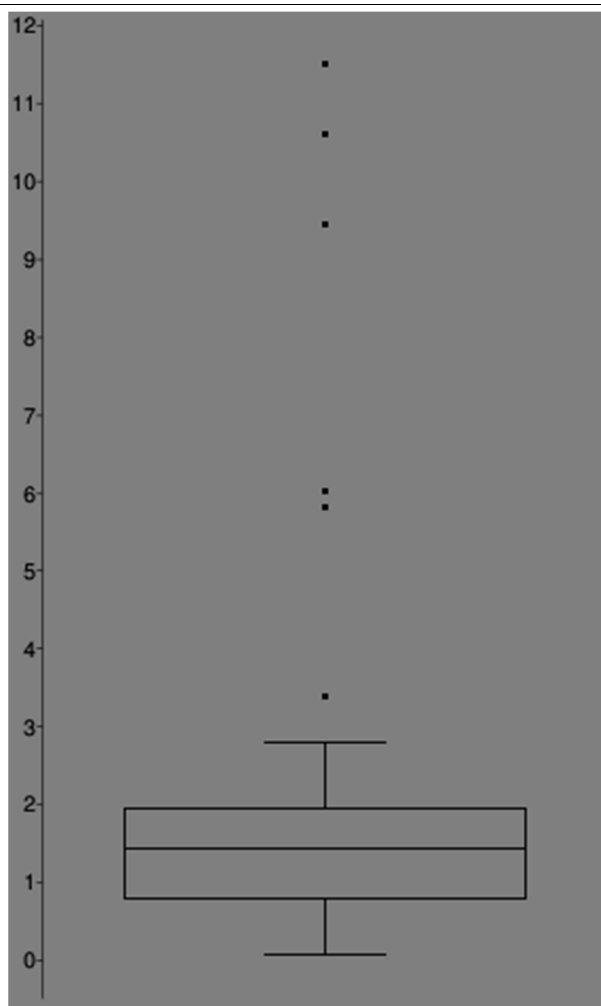


Grafico 2b – Box Plot e Outlier inerenti la campagna di misura del CO₂ in data Novembre 2017

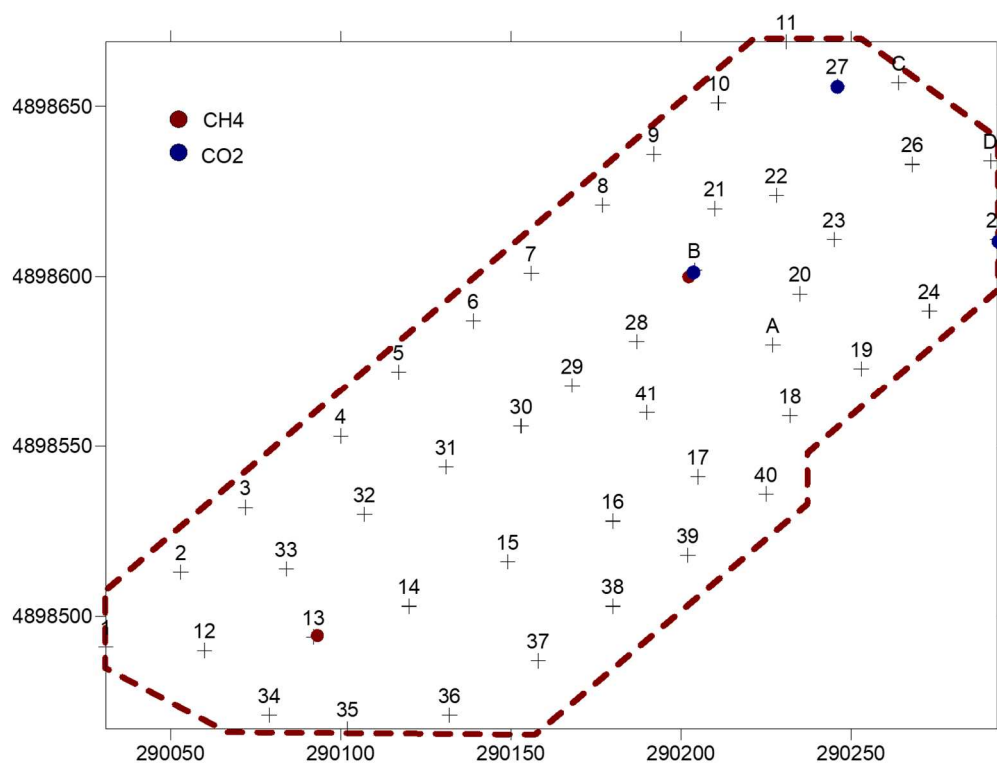


Figura 1a – Outlier presenti in data Giugno 2017

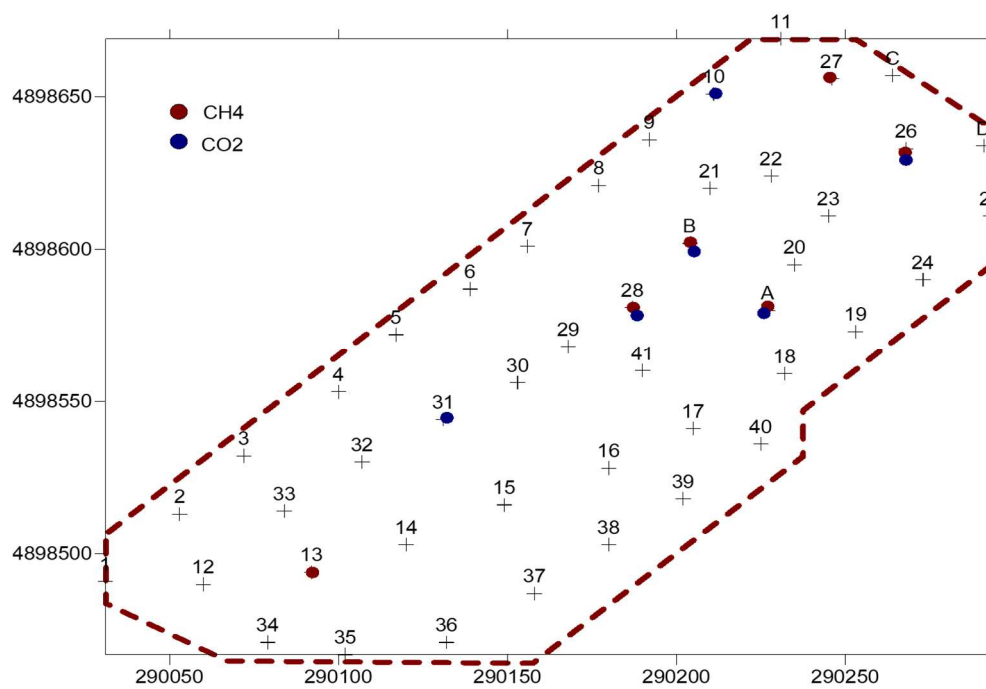


Figura 1a – Outlier presenti in data Novembre 2017

Dispersione del Biogas

Al fine di verificare l'andamento dei flussi sono stati utilizzati i grafici 4a,b in cui sono stati riportati sulle ascisse il rapporto volumetrico tra CH_4 e CO_2 e sulle ordinate i flussi dei due composti. Tali Grafici sono stati elaborati per la discarica di Cesenatico nei mesi di Giugno e Novembre 2017.

Il rapporto tra i due composti riscontrato nelle analisi del biogas captato dalla rete di aspirazione è di norma prossimo a 1. Dalla lettura dei grafici si osserva come per rapporti $\text{CH}_4/\text{CO}_2 < 1$, a decrementi dei flussi di CO_2 corrispondono incrementi dei flussi di CH_4 . Tale fenomeno, caratteristico di una fase metanigena non stazionaria all'interno delle vasche di coltivazione è evidenziato nel Grafico 3 (parte III – Fase metanigena non stazionaria). Per rapporti prossimi a 1 si riscontra una netta correlazione tra i due flussi definita dal rapporto $\text{CH}_4/\text{CO}_2 = 1$ che indica una fase di stabilità della produzione di metano (parte IV – Fase Metanigena Stazionaria).

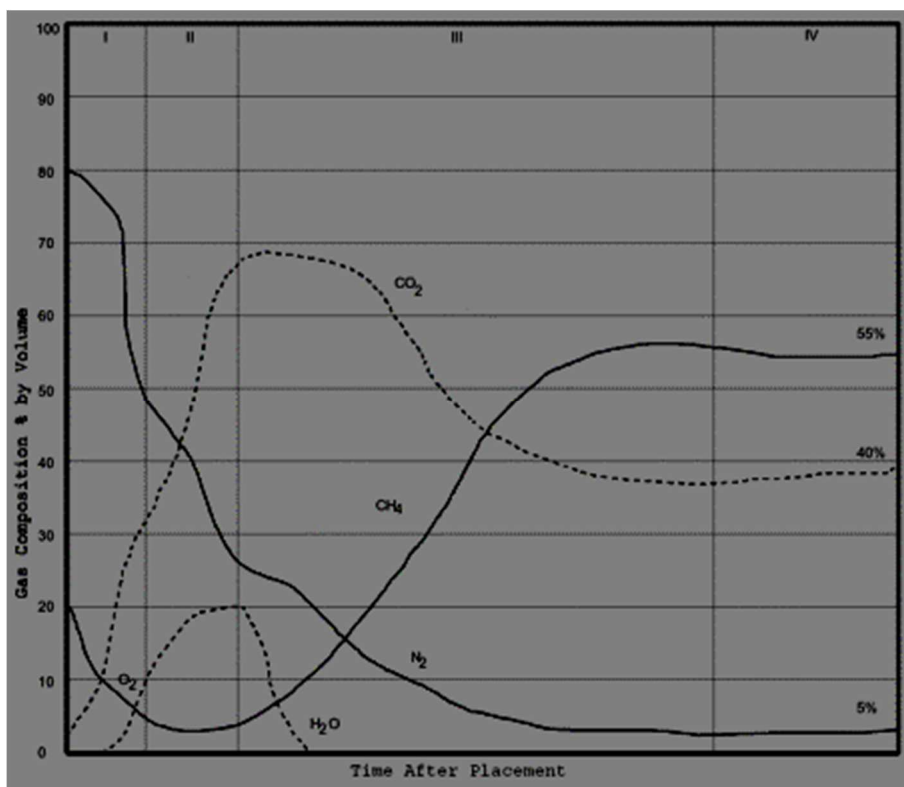


Grafico 3: variazione della composizione del biogas di discarica nel temp

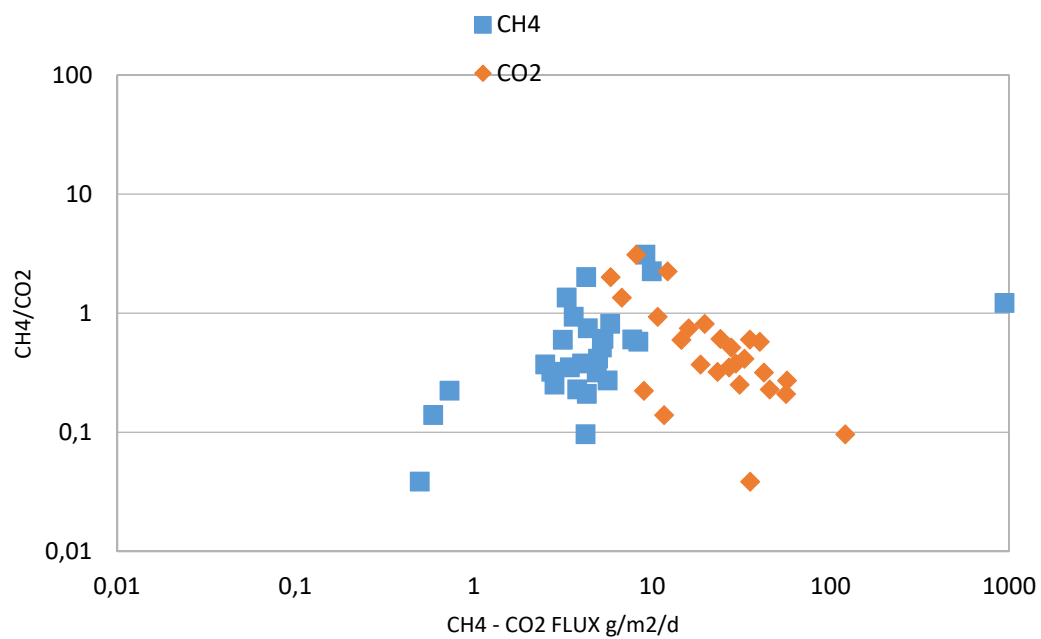


Grafico 4a: Giugno 2017

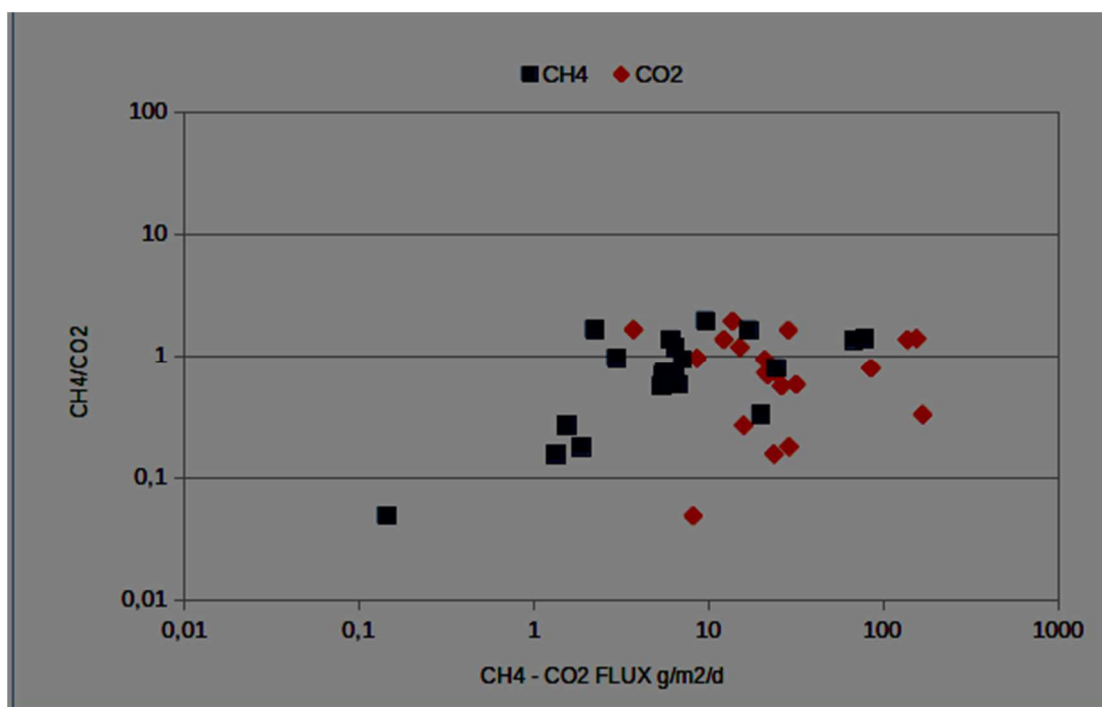


Grafico 4b: Novembre 2017

DISCUSSIONE DEI RISULTATI

Nelle tabelle seguenti sono riportate le misure di flusso inerenti le campagne di misura di Giugno (tab. 1) e Novembre (tab. 2) mentre nelle figure 1a e 1b viene evidenziata la distribuzione areale dei punti di misura.

POINT	UTM ZONE	UTM LONGITUDE	UTM LATITUDE	PRESSURE (Hpa)	AIR TEMPERATURE (°C)	CH4_FLUX [ppm/s]	CO2_FLUX [ppm/s]
1	33 T	290031	4898491	1008,8	27,6	<LR	0,161
2	33 T	290053	4898513	1019,7	28,3	<LR	1,316
3	33 T	290072	4898532	1019,7	28,7	1,654E-14	0,7773
4	33 T	290100	4898553	1019,7	29,2	0,1369	0,6104
5	33 T	290117	4898572	1019,7	29,7	0,111	0,7962
6	33 T	290139	4898587	1024	30,2	0,6215	0,459
7	33 T	290156	4898601	1024	30,7	<LR	0,3336
8	33 T	290177	4898621	1024	31	1,723	0,5559
9	33 T	290192	4898636	1024	31,4	0,9818	1,898
10	33 T	290211	4898651	1037,7	31,7	<LR	2,908
11	33 T	290231	4898669	1028,2	32,2	<LR	1,853
12	33 T	290060	4898490	1029	33,3	0,5944	0,9957
13	33 T	290092	4898494	1030,5	33,7	1,874	0,8328
14	33 T	290120	4898503	1031,3	34	0,09369	2,426
15	33 T	290149	4898516	1031,3	34,3	0,6851	0,7341
16	33 T	290180	4898528	1031,3	34,7	1,007	1,654
17	33 T	290205	4898541	1031,3	35	0,8228	1,1
18	33 T	290232	4898559	1031,3	35,2	0,6518	1,852
19	33 T	290253	4898573	1034,2	35,6	1,098	1,349
20	33 T	290235	4898595	1034,2	36,1	1,46	2,42
21	33 T	290210	4898620	1035,8	36,3	0,9384	2,26
22	33 T	290228	4898624	1035,8	36,6	0,8071	0,4012
23	33 T	290245	4898611	1035,8	36,9	<LR	1,049
24	33 T	290273	4898590	1037,5	37,1	<LR	2,378
25	33 T	290293	4898611	1038,1	37,4	0,8005	8,307
26	33 T	290268	4898633	1038,4	37,6	0,5367	2,127

27	33 T	290246	4898656	1038,9	37,9	1,064	3,916
28	33 T	290187	4898581	1041,9	39,6	<LR	1,447
29	33 T	290168	4898568	1042,3	39,8	0,7218	3,14
30	33 T	290153	4898556	1042,3	40	<LR	0,7294
31	33 T	290131	4898544	1042,3	40,2	<LR	1,436
32	33 T	290107	4898530	1043,4	40,4	<LR	2,818
33	33 T	290084	4898514	1043,9	40,6	<LR	2,169
34	33 T	290079	4898471	1044,2	40,8	0,7686	2,028
35	33 T	290102	4898467	1044,2	40,9	<LR	0,1671
36	33 T	290132	4898471	1054,7	41,1	1,577	2,741
37	33 T	290158	4898487	1045,2	41,3	0,5165	1,604
38	33 T	290180	4898503	1045,2	41,4	<LR	1,325
39	33 T	290202	4898518	1045,2	41,5	3,638E-12	0,4915
40	33 T	290225	4898536	1045,8	41,6	<LR	0,6855
41	33 T	290190	4898560	1045,9	41,8	0,8197	3,896
A	33 T	290227	4898580	1040,8	39	0,4773	1,283
B	33 T	290204	4898602	1040,8	39,3	179,3	147,3
C	33 T	290264	4898657	1038,9	38,1	<LR	1,515
D	33 T	290291	4898634	1040	38,6	0,9279	2,918

Tabella 1: Misure di Flusso effettuate in data Giugno 2017

POINT	UTM ZONE	UTM LONGITUDE	UTM LATITUDE	PRESSURE (Hpa)	AIR TEMPERATURE (°C)	CH4_FLUX [ppm/s]	CO2_FLUX [ppm/s]
1	33 T	290031	4898491	1008,8	27,6	2,842E-14	1,03
2	33 T	290053	4898513	1019,7	28,3	<LR	0,5169
3	33 T	290072	4898532	1019,7	28,7	<LR	1,253
4	33 T	290100	4898553	1019,7	29,2	<LR	0,7605
5	33 T	290117	4898572	1019,7	29,7	4,442E-15	0,2173
6	33 T	290139	4898587	1024	30,2	<LR	0,231
7	33 T	290156	4898601	1024	30,7	0,4156	0,2526
8	33 T	290177	4898621	1024	31	0,5543	0,5818
9	33 T	290192	4898636	1024	31,4	<LR	0,8619
10	33 T	290211	4898651	1037,7	31,7	3,166	1,943
11	33 T	290231	4898669	1028,2	32,2	<LR	0,8877
12	33 T	290060	4898490	1029	33,3	0,3496	1,969
13	33 T	290092	4898494	1030,5	33,7	<LR	3,385
14	33 T	290120	4898503	1031,3	34	<LR	2,787
15	33 T	290149	4898516	1031,3	34,3	0,251	1,623
16	33 T	290180	4898528	1031,3	34,7	1,332	1,434
17	33 T	290205	4898541	1031,3	35	0,2887	1,083
18	33 T	290232	4898559	1031,3	35,2	0,02699	0,5567
19	33 T	290253	4898573	1034,2	35,6	1,214	1,032
20	33 T	290235	4898595	1034,2	36,1	1,251	2,163
21	33 T	290210	4898620	1035,8	36,3	1,197	1,672
22	33 T	290228	4898624	1035,8	36,6	1,138	0,836
23	33 T	290245	4898611	1035,8	36,9	1,006	1,788
24	33 T	290273	4898590	1037,5	37,1	1,029	1,49
25	33 T	290293	4898611	1038,1	37,4	<LR	0,7582
26	33 T	290268	4898633	1038,4	37,6	14,78	10,61
27	33 T	290246	4898656	1038,9	37,9	<LR	6,044
28	33 T	290187	4898581	1041,9	39,6	3,75	11,5
29	33 T	290168	4898568	1042,3	39,8	<LR	1,505
30	33 T	290153	4898556	1042,3	40	<LR	1,8
31	33 T	290131	4898544	1042,3	40,2	1,816	0,9369
32	33 T	290107	4898530	1043,4	40,4	<LR	1,582

33	33 T	290084	4898514	1043,9	40,6	<LR	0,8571
34	33 T	290079	4898471	1044,2	40,8	7,276E-13	0,5401
35	33 T	290102	4898467	1044,2	40,9	1,052	1,456
36	33 T	290132	4898471	1054,7	41,1	3,638E-12	2,019
37	33 T	290158	4898487	1045,2	41,3	<LR	0,883
38	33 T	290180	4898503	1045,2	41,4	<LR	0,9208
39	33 T	290202	4898518	1045,2	41,5	1,455E-12	0,4122
40	33 T	290225	4898536	1045,8	41,6	3,638E-12	2,261
41	33 T	290190	4898560	1045,9	41,8	<LR	0,08011
A	33 T	290227	4898580	1040,8	39	4,588	5,822
B	33 T	290204	4898602	1040,8	39,3	12,8	9,438
C	33 T	290264	4898657	1038,9	38,1	<LR	1,494
D	33 T	290291	4898634	1040	38,6	<LR	1,566

Tabella 2: Misure di Flusso effettuate in data Novembre 2017

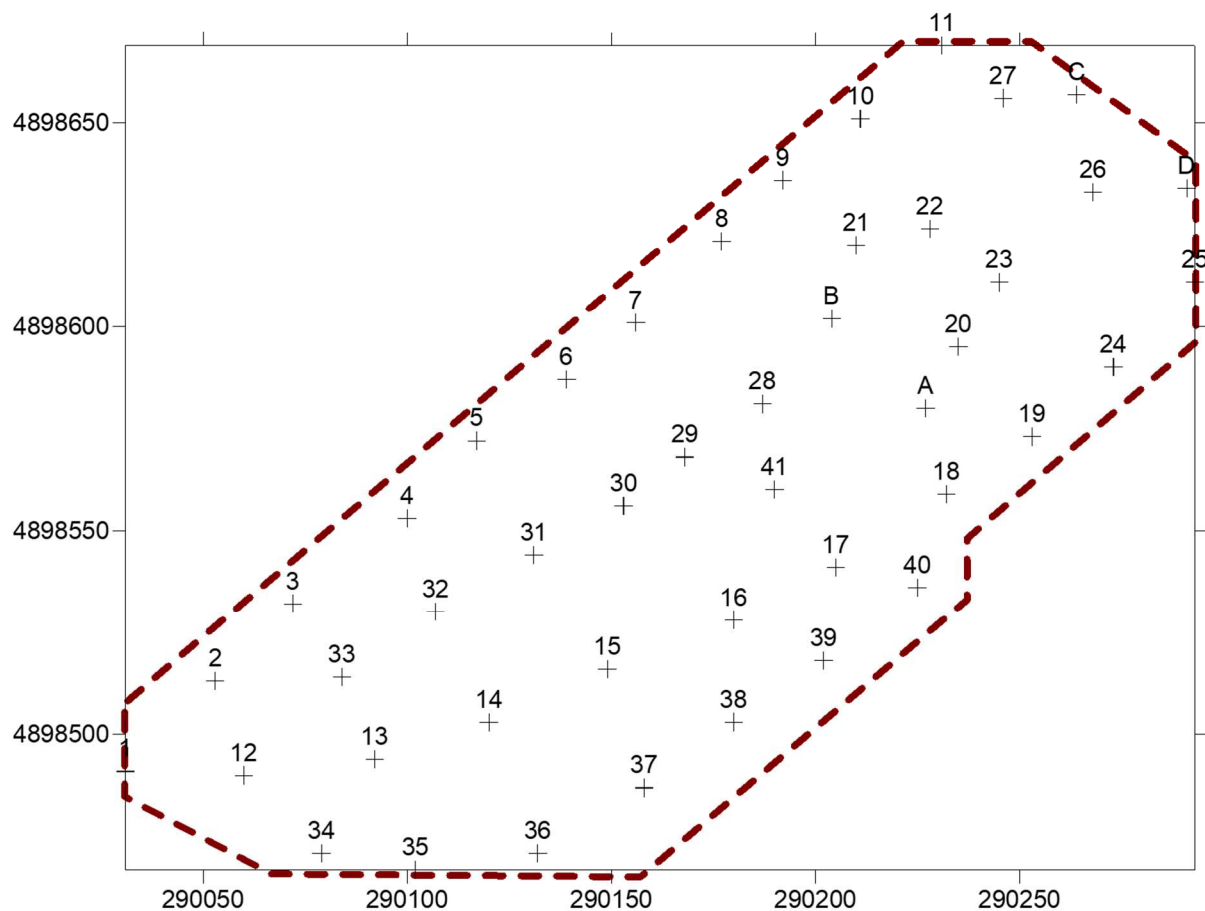


Figura 1: Punti Monitorati a Giugno e Novembre 2017

Come si evince dalle tabelle 1 e 2 nei mesi di Giugno e Novembre i campi di valori di flusso del Metano e dell'Anidride Carbonica sono i seguenti:

Giugno 2017

⑩ Metano

- n° 21 misure su 45 con flusso trascurabile o molto basso (< 0.3 ppm/sec);
- n° 16 misure su 45 con flusso molto basso o basso ($0.3 - 1.0$ ppm/sec);
- n° 7 misure su 45 con flusso basso o medio ($1.0 - 10.0$ ppm/sec);
- n° 1 misura su 45 con flusso medio o elevato (> 10 ppm/sec);

⑩ Anidride Carbonica

- n° 0 misure su 45 con flusso molto basso o trascurabile (< 0.1 ppm/sec);
- n° 44 misure su 45 con flusso basso o medio ($0.1 - 10.0$ ppm/sec);
- n° 0 misure su 45 con flusso da medio a elevato ($10 - 100.0$ ppm/sec);
- n° 1 misure su 45 con flusso molto elevato (> 100.0 ppm/sec);

Novembre 2017

⑩ Metano

- n° 32 misure su 45 con flusso trascurabile o molto basso (< 0.3 ppm/sec);
- n° 9 misure su 45 con flusso molto basso o basso ($0.3 - 1.0$ ppm/sec);
- n° 5 misure su 45 con flusso basso o medio ($1.0 - 10.0$ ppm/sec);
- n° 0 misura su 45 con flusso medio o elevato (> 10 ppm/sec);

⑩ Anidride Carbonica

- n° 1 misure su 45 con flusso molto basso o trascurabile (< 0.1 ppm/sec);
- n° 42 misure su 45 con flusso basso o medio ($0.1 - 10.0$ ppm/sec);
- n° 2 misure su 45 con flusso da medio a elevato ($10 - 100.0$ ppm/sec);
- n° 0 misure su 45 con flusso molto elevato (> 100.0 ppm/sec);

Nelle tabelle seguenti (tab. 3, tab. 4) sono riportati i valori statistici determinati mediante l'utilizzo dei Box-Plot relativi:

- ⑩ ai Flussi di Metano e di Anidride Carbonica misurati (ppm/s) con la camera d'accumulo;
- ⑩ i rispettivi valori di flusso espressi in grammi emessi giornalmente per m² ;
- ⑩ i rapporti volumetrici CH₄/CO₂.

I valori inferiori al limite di rivelabilità sono stati considerati pari alla metà del limite.

In tabella 2 abbiamo lo storico del vecchio lotto di discarica (31000 m²), mentre in tabella 3 quello nuovo (26000 m²).

TABELLA 3 (Vecchio Lotto)

Novembre 2017					
GAS	CH₄	CO₂	CH₄	CO₂	CH₄/CO₂
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,08	0,002	0,05	0,04
max	3,75	11,5	0,83	7,0	0,11
media	0,16	1,09	0,01	0,66	0,01
mediana	0,15	1,0565	0,002	0,63	0,003
25° percentile	0,15	0,54425	0,002	0,34	0,005
75° percentile	0,2792	1,75575	0,063	0,98	0,064
Giugno 2017					
GAS	CH₄	CO₂	CH₄	CO₂	CH₄/CO₂
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,161	0,002	0,098	0,003
max	1,874	3,896	0,414	2,34	2,251
media	0,3	1,15	0,04	0,69	0,21
mediana	0,15	1,208	0,002	0,78	0,041
25° percentile	0,15	0,69	0,002	0,42	0,008
75° percentile	0,71	1,98	0,15	1,22	0,526
Novembre 2016					
GAS	CH₄	CO₂	CH₄	CO₂	CH₄/CO₂
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,05	0,002	0,002	0,02
max	0,50	0,68	0,07	0,27	1,44
media	0,18	0,38	0,007	0,14	0,16
mediana	0,15	0,36	0,002	0,14	0,04
25° percentile	0,15	0,22	0,002	0,08	0,03
75° percentile	0,15	0,53	0,002	0,20	0,08
Giugno 2016					
GAS	CH₄	CO₂	CH₄	CO₂	CH₄/CO₂
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,17	0,002	0,06	0,01
max	0,77	2,04	0,09	0,54	2,24
media	0,31	0,95	0,030	0,26	0,43
mediana	0,29	0,78	0,032	0,26	0,34
25° percentile	0,15	0,61	0,002	0,18	0,05
75° percentile	0,37	1,16	0,043	0,34	0,44

	Novembre 2015				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,21	0,002	0,07	0,02
max	0,26	0,82	0,03	0,26	1,11
media	0,16	0,43	0,006	0,14	0,14
mediana	0,15	0,43	0,002	0,144	0,04
25° percentile	0,15	0,30	0,002	0,10	0,03
75° percentile	0,15	0,53	0,002	0,18	0,06
	Luglio 2015				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.05	0.002	0.002	0.02
max	0.37	1.93	0.042	0.399	2.78
media	0.19	0.57	0.007	0.118	0.87
mediana	0.15	0.26	0.002	0.076	0.25
25° percentile	0.15	0.14	0.002	0.015	0.04
75° percentile	0.15	0.81	0.002	0.198	1.43
	Ottobre 2014				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,04	0,002	0,023	0,05
max	0,71	0,29	0,15	0,17	8,71
media	0,34	0,12	0,067	0,07	3,27
mediana	0,32	0,11	0,069	0,064	2,71
25° percentile	0,23	0,05	0,050	0,03	1,34
75° percentile	0,38	0,15	0,081	0,09	5,06
	Giugno 2014				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.17	0.30	0.07	0.18	0.09
max	0.85	1.99	0.80	1.18	2.37
media	0.43	1.02	0.31	0.60	0.62
mediana	0.38	0.91	0.14	0.54	0.42
25° percentile	0.20	0.61	0.09	0.37	0.26
75° percentile	0.59	1.31	0.65	0.78	0.55
	2013				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.05	0.03	0.05	0.1
max	0.37	1.74	0.08	1.03	2.5
media	0.17	0.55	0.04	0.33	0.7
mediana	0.15	0.42	0.03	0.25	0.4
25° percentile	0.15	0.20	0.03	0.12	0.23
75° percentile	0.15	0.69	0.03	0.41	0.78

	2011				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.14	0.03	0.08	0.09
max	0.51	1.58	0.11	0.94	1.07
media	0.23	0.74	0.05	0.44	0.47
mediana	0.15	0.76	0.03	0.45	0.41
25° percentile	0.15	0.30	0.03	0.18	0.20
75° percentile	0.33	1.07	0.07	0.63	0.78
	2010				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.120	0.005	0.067	0.012
max	0.540	4.150	0.117	2.458	1.750
media	0.240	0.845	0.052	0.501	0.608
mediana	0.260	0.520	0.056	0.308	0.426
25° percentile	0.145	0.323	0.032	0.190	0.157
75° percentile	0.323	0.698	0.071	0.415	0.941
	2009				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.025	0.005	0.003	0.021
max	0.869	2.584	0.187	1.532	4.598
media	0.300	1.048	0.065	0.620	0.644
mediana	0.297	0.848	0.064	0.502	0.333
25° percentile	0.025	0.263	0.005	0.155	0.153
75° percentile	0.481	1.411	0.104	0.836	0.499
	2008				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.153	0.005	0.091	0.004
max	0.513	9.67	0.111	5.738	0.771
media	0.127	3.578	0.027	2.122	0.114
mediana	0.083	2.070	0.018	1.228	0.029
25° percentile	0.025	1.703	0.005	1.011	0.010
75° percentile	0.171	6.045	0.037	3.589	0.119
	2007				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.455	0.005	0.262	0.05
max	0.45	16.7	0.095	9.60	0.03
media	0.14	3.06	0.030	1.76	0.047
mediana	0.066	2.29	0.014	1.32	0.029
25° percentile	0.025	0.737	0.005	0.423	0.034
75° percentile	0.246	3.49	0.052	2.003	0.07

TABELLA 4 (Nuovo Lotto)

	Novembre 2017				
	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,5818	0,002	0,357	0,005
max	14,78	10,61	3,278	6,474	0,506
media	3,11	3,4	0,6	2,1	0,29
mediana	1,029	1,566	0,228	0,953	0,239
25° percentile	0,15	0,8748	0,002	0,53	0,0038
75° percentile	2,2085	3,9925	0,51	1,32	0,386
	Giugno 2017				
	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,40	0,002	0,24	0,003
max	179,3	147,3	39,32	88,84	3,09
media	0,71	1,9	0,14	1,16	0,57
mediana	0,80	2,12	0,178	1,79	0,31
25° percentile	0,15	1,31	0,002	0,78	0,0075
75° percentile	1,08	2,91	0,24	1,76	0,708
	Novembre 2016				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,05	0,002	0,002	0,02
max	3,62	1,56	0,30	0,35	2,99
media	0,40	0,40	0,030	0,15	0,57
mediana	0,15	0,27	0,002	0,13	0,05
25° percentile	0,15	0,15	0,002	0,08	0,03
75° percentile	0,31	0,50	0,043	0,20	0,73
	Giugno 2016				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,05	0,002	0,002	0,02
max	8,71	4,83	0,71	1,08	1,80
media	0,66	0,85	0,04	0,20	0,20
mediana	0,15	0,39	0,002	0,12	0,05
25° percentile	0,15	0,10	0,002	0,03	0,04
75° percentile	0,15	0,73	0,002	0,19	0,14
	Novembre 2015				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.06	0.002	0.02	0.02
max	42.59	17.42	1.97	2.22	2.44
media	2.74	1.44	0.13	0.26	0.37
mediana	0.15	0.32	0.002	0.112	0.06
25° percentile	0.15	0.25	0.002	0.08	0.04
75° percentile	0.15	0.49	0.002	0.16	0.28

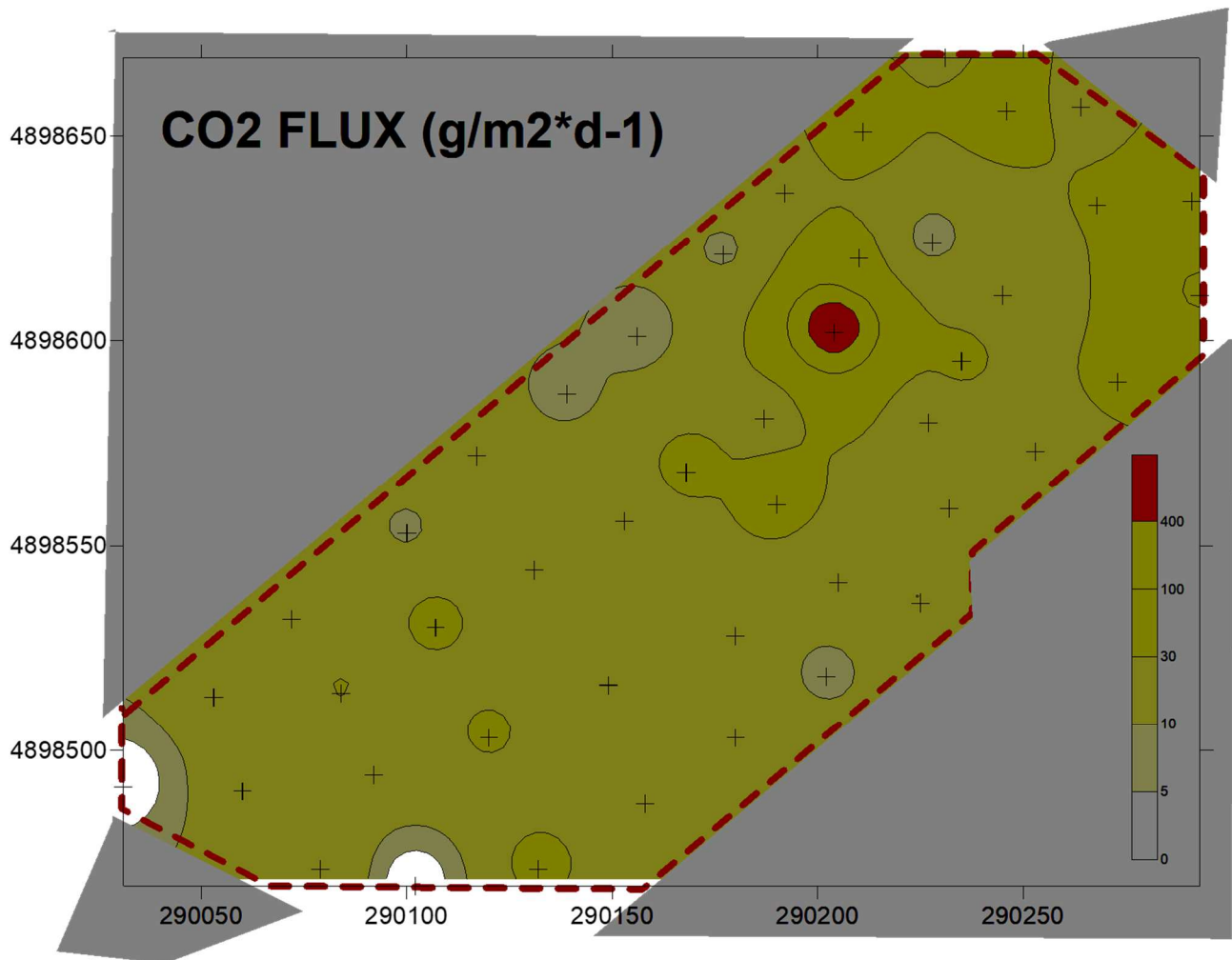
	Luglio 2015				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.05	0.002	0.002	0.01
max	99.74	47.26	1.134	1.477	3.00
media	8.53	5.09	0.123	0.330	0.62
mediana	0.15	1.11	0.002	0.212	0.05
25° percentile	0.15	0.41	0.002	0.111	0.02
75° percentile	0.34	1.96	0.010	0.326	0.26
	Ottobre 2014				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0,15	0,03	0,002	0,019	0,07
max	1,96	1,04	0,42	0,62	14,85
media	0,41	0,19	0,09	0,11	3,64
mediana	0,27	0,12	0,057	0,069	2,40
25° percentile	0,21	0,06	0,046	0,04	1,32
75° percentile	0,39	0,21	0,084	0,13	4,97
	Giugno 2014				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.17	0.20	0.07	0.12	0.14
max	22.30	14.30	4.80	8.50	1.68
media	1.68	1.91	0.45	1.13	0.53
mediana	0.40	1.10	0.10	0.65	0.36
25° percentile	0.35	0.97	0.08	0.58	0.32
75° percentile	0.46	1.28	0.11	0.76	0.46
	2013				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.05	0.03	0.05	0.1
max	5.92	9.44	1.28	5.60	2.5
media	0.50	1.12	0.11	0.67	1.0
mediana	0.15	0.26	0.03	0.15	0.6
25° percentile	0.15	0.13	0.03	0.08	0.39
75° percentile	0.15	0.74	0.03	0.44	1.18
	2011				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.15	0.21	0.03	0.12	0.03
max	0.37	14.1	0.08	8.38	1.25
media	0.17	2.02	0.04	1.19	0.28
mediana	0.15	0.99	0.03	0.58	0.15
25° percentile	0.15	0.52	0.03	0.31	0.07
75° percentile	0.15	2.25	0.03	1.34	0.29

	2010				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.120	0.005	0.071	0.013
max	0.57	7.660	0.13	4.54	0.917
media	0.17	1.370	0.038	0.81	0.251
mediana	0.140	0.630	0.029	0.371	0.226
25° percentile	0.100	0.480	0.021	0.283	0.065
75° percentile	0.240	1.710	0.054	1.013	0.314
	2009				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.168	0.127	0.036	0.075	0.068
max	128.8	90.4	27.8	54	1.425
media	11.16	11.57	2.405	6.86	0.466
mediana	0.373	2.441	0.080	1.447	0.296
25° percentile	0.258	0.855	0.056	0.506	0.123
75° percentile	0.490	3.112	0.106	1.844	0.659
	Giugno 2014				
	2008				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.707	0.005	0.420	0.002
max	372	310	80.0	183	0.164
media	23.4	24.6	5.029	14.58	0.053
mediana	0.025	3.06	0.005	1.815	0.025
25° percentile	0.025	1.62	0.005	0.963	0.009
75° percentile	0.268	7.48	0.058	4.437	0.099
	2007				
GAS	CH4	CO2	CH4	CO2	CH4/CO2
u.m.	ppm/sec		gr/mq ora		
min	0.025	0.025	0.005	0.014	1.00
max	32.09	30.18	6.725	17.35	1.06
media	2.10	4.16	0.441	2.394	0.505
mediana	0.039	2.005	0.008	1.153	0.019
25° percentile	0.025	1.330	0.005	0.765	0.019
75° percentile	0.137	2.826	0.029	1.625	0.05

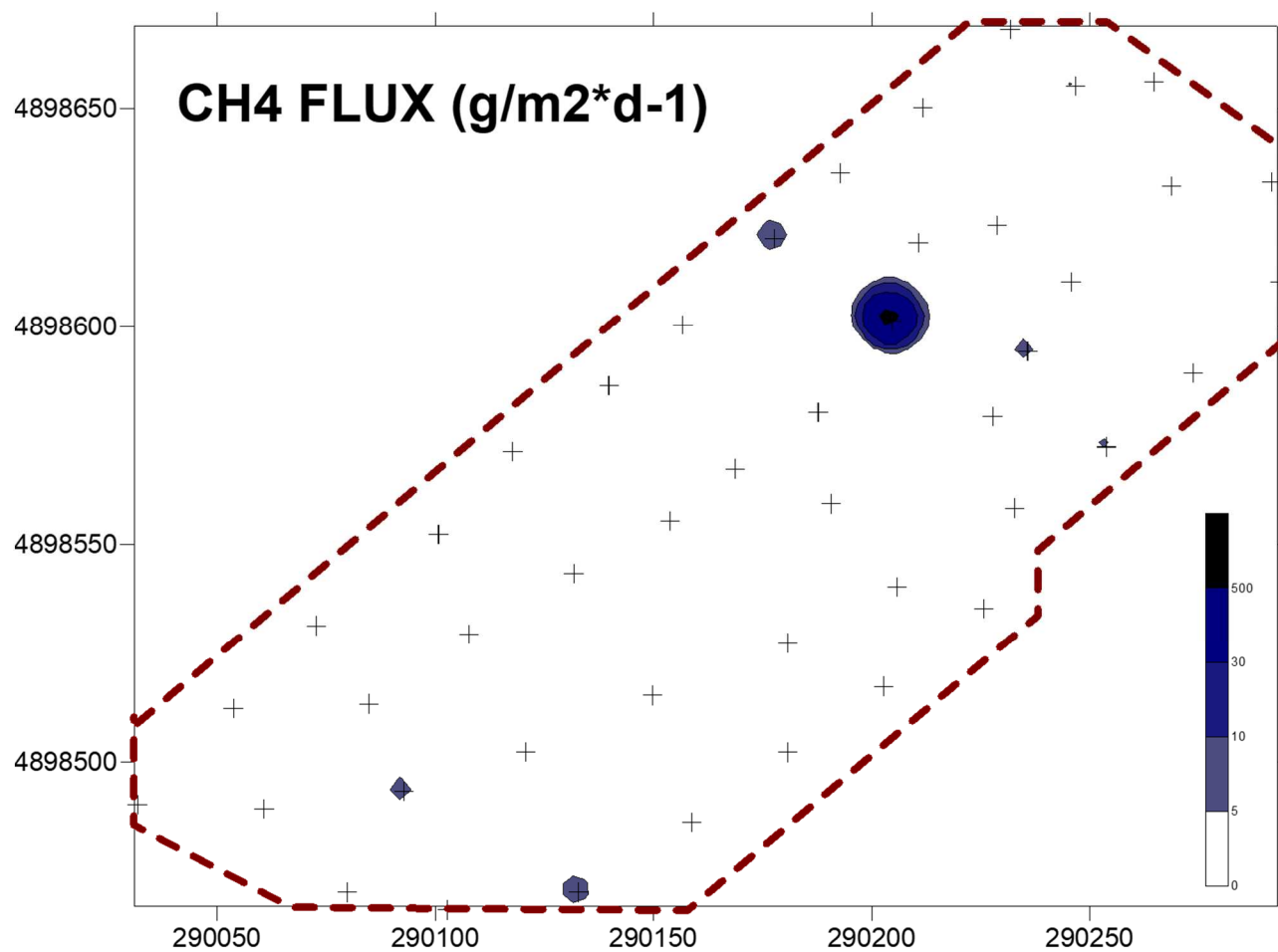
TABELLA 5: Flussi di CO₂ e CH₄ per ciascun Lotto di discarica, nel 2007 la stima era fatta per tutta la discarica

		Flusso totale in ton/g di CH ₄	Flusso totale in ton/g di CO ₂	Flusso totale di Biogas per lotto di discarica in ton/g
Novembre 2017	<i>Nuovo Lotto</i>	0,37	1,31	1,68
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,007	0,49	0,497
Giugno 2017	<i>Nuovo Lotto</i>	0,008	0,72	0,728
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,03	0,51	0,54
Novembre 2016	<i>Nuovo Lotto</i>	0,019	0,09	0,110
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,005	0,10	0,109
Giugno 2016	<i>Nuovo Lotto</i>	0,027	0,13	0,15
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,022	0,19	0,21
Novembre 2015	<i>Nuovo Lotto</i>	0,08	0,16	0,25
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,004	0,11	0,11
Luglio 2015	<i>Nuovo Lotto</i>	0,08	0,21	0,28
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,01	0,09	0,09
Ottobre 2014	<i>Nuovo Lotto</i>	0,05	0,07	0,12
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,05	0,05	0,10
Giugno 2014	<i>Nuovo Lotto</i>	0,2	0,5	0,7
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,13	0,26	0,39
2013	<i>Nuovo Lotto</i>	0,07	0,42	0,49
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,03	0,24	0,27
2011	<i>Nuovo Lotto</i>	0,023	0,75	0,77
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,037	0,32	0,36
2010	<i>Nuovo Lotto</i>	0,022	0,51	0,53
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,039	0,37	0,41
2009	<i>Nuovo Lotto</i>	1,94	5,45	7,39
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,051	0,48	0,53
2008	<i>Nuovo Lotto</i>	3,14	9,11	12,25
	<i>Vecchio Lotto</i>	0,015	1,54	1,55
2007	<i>Nuovo Lotto</i>	0,33	2,79	3,12
	<i>Vecchio Lotto</i>			

Mappa di Flusso CO₂ – Giugno 2017
(Figura 2a)

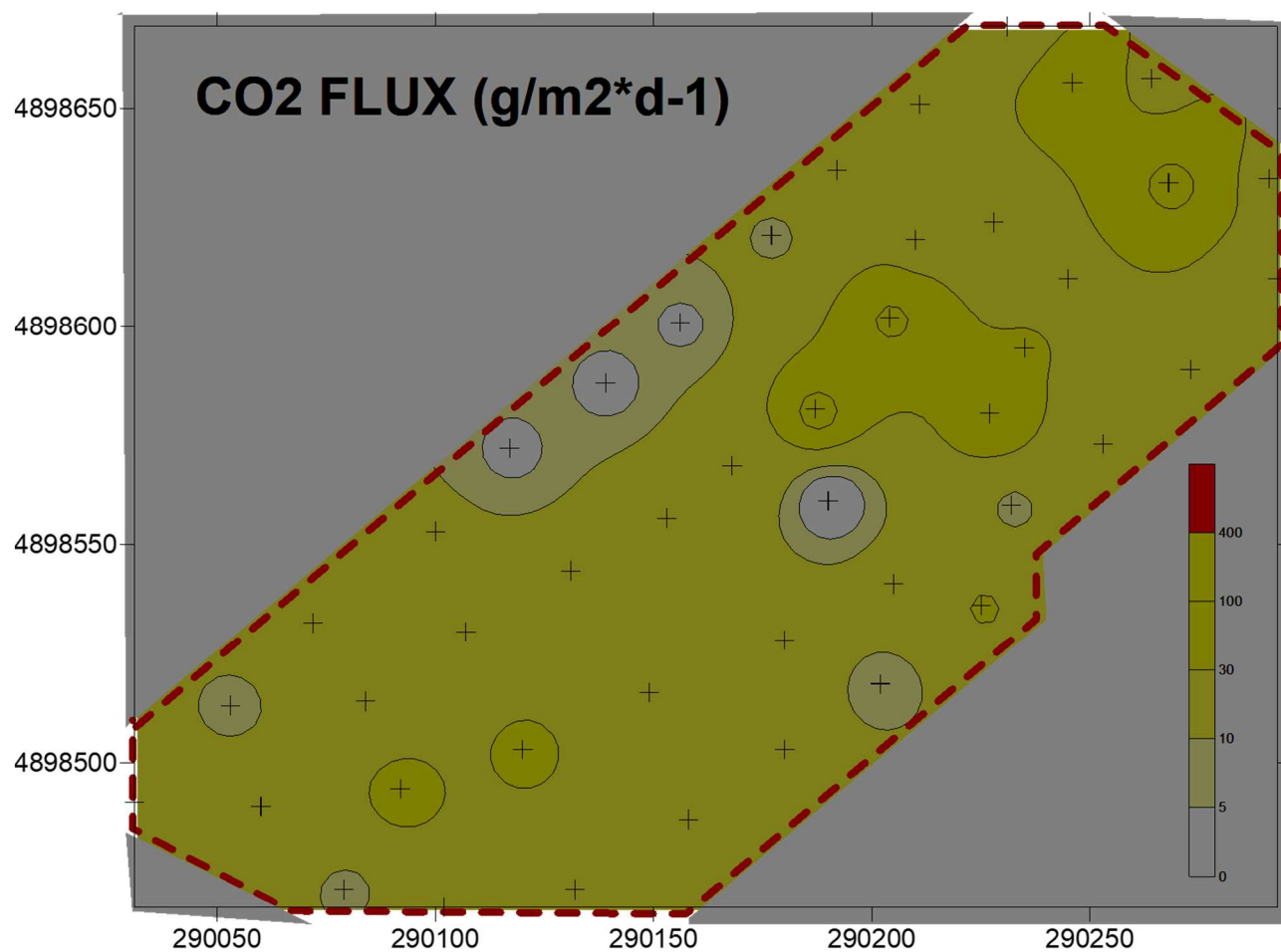


Mappa di Flusso CH₄ – Giugno 2017
(Figura 2b)

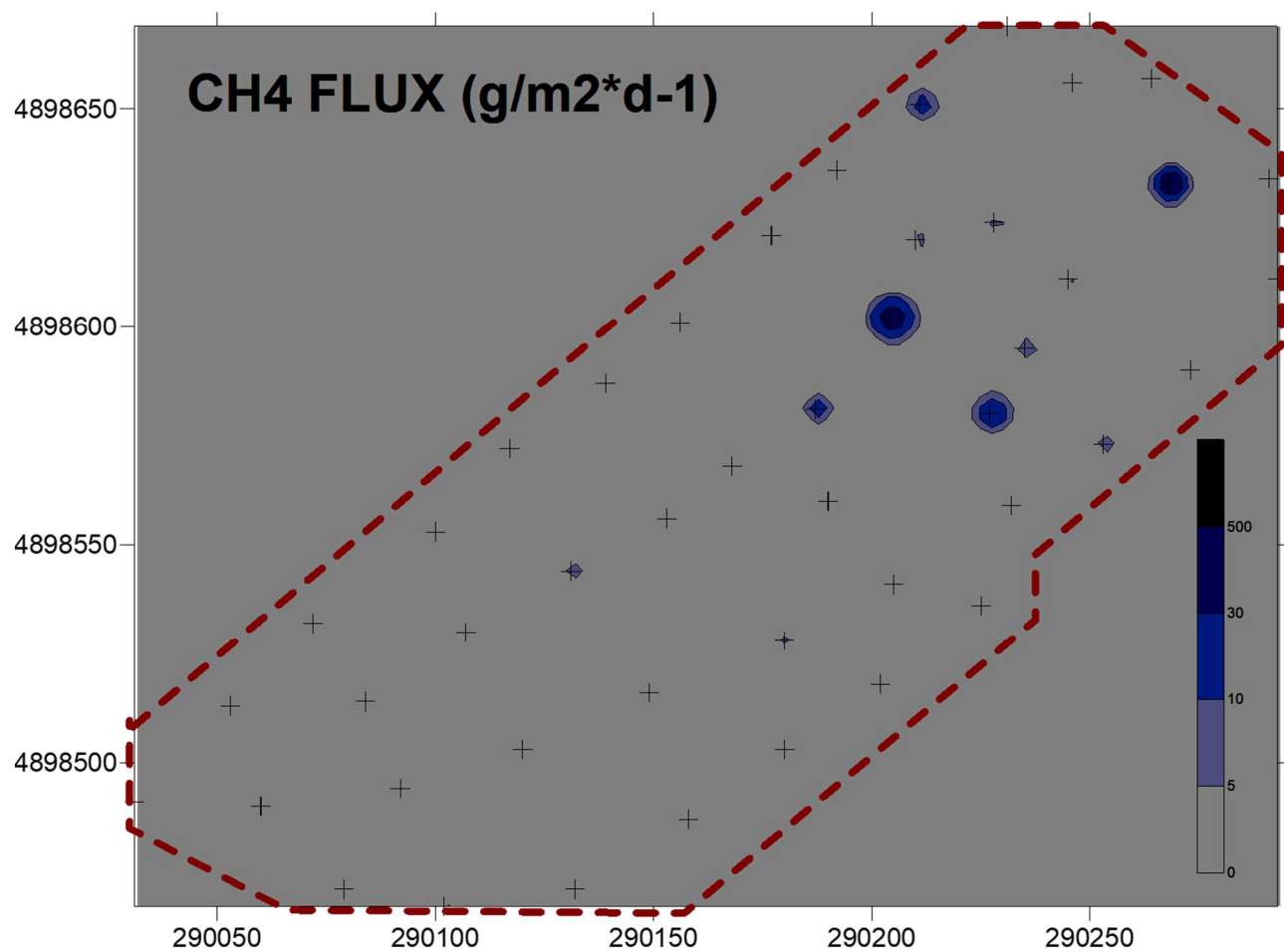


Mappa di Flusso CO2 – Novembre 2017

(Figura 3a)



Mappa di Flusso CH₄ – Novembre 2017
(Figura 3b)



CONCLUSIONI

Dall'elaborazione della carta degli outlier in figure 1a,b, relativa all'Anidride Carbonica ed al Metano, si può constatare come gli outlier di CO_2 e CH_4 coincidano con le zone a maggior emissione indicate nelle carte degli isoflussi (figure 2, 3)

Nella campagna di indagine effettuata nel mese di giugno sono stati riscontrati dei valori anomali di emissione (outlier) superiori a quelli rilevati nella campagna di novembre. Tali anomalie sono dovute alle zone di debolezza della copertura superficiale, con terreno di natura argilloso limosa, caratterizzato da fessurazione delle argille dovute al periodo estivo e autunnale particolarmente siccitoso.

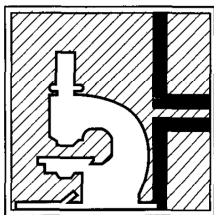
L'indagine effettuata ha rilevato i seguenti valori di flusso dei principali componenti del Biogas (CH_4 e CO_2) al netto dell'emissione anomala registrata a Giugno nel punto B:

- Nuovo Lotto: emissioni (CO_2+CH_4) pari a 0,72 ton/d a giugno e 1,68 ton/d a novembre;
- Vecchio Lotto: emissioni (CO_2+CH_4) a 0,54 ton/d a giugno e 0,5 ton/d a novembre.

Le campagne di misura, a differenza degli anni precedenti, sono state effettuate con l'impianto di aspirazione del biogas inattivo, in quanto le esigue quantità di biogas prodotto dai rifiuti non sono in grado di alimentare la torcia di combustione per più di 15 minuti.

In conclusione le emissioni totali (vecchio + nuovo lotto) di CO_2 si attestano a 1,2 ton/d nel mese di giugno e 1,8 nel mese di novembre, tali valori sono perfettamente in linea con le emissioni diffuse di un suolo maturo.

ALLEGATO 1 – REFERTI BIOGAS IN INGRESSO IN TORCIA



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 34318

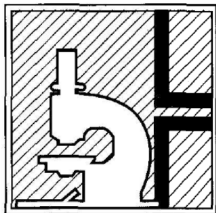


Rimini 07/08/2017

Committente: Cesenatico Servizi Srl
Via Magellano, 8 47042 Cesenatico (FC)

Numero campione: 34318 **Ricevimento:** 28/06/2017 **Inizio prove:** 28/06/17 **Termine prove:** 04/08/17
Descrizione Campione: Campionamento eseguito presso discarica rifiuti solidi urbani di Cesenatico - Localita' Valloni (FC)
Ns. prot. 17/00555
Denominazione Campione: Punto di emissione: biogas alla torcia
Descrizione Sigillo:
Quantità Campione: -- **Data di Campionamento:** 28/06/17
Imballaggio:
Procedura Campionamento: Prelevato da nostro personale tecnico

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	Limite
--	Durata del campionamento	60	min	-
Analizzatore IR	Metano	21,3	%	-
POA 14	Ossigeno (O2)	10,1	% Vol/Vol	-
Analizzatore IR	Anidride carbonica (come CO2)	14,8	%	-
POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	Solfuro di Idrogeno (H2S)	3	mg/Nmc	-
UNICHIM 632	Ammoniaca	< 0,69	mg/Nmc	-
Fiala colorimetrica	Idrogeno (H2)	< 0,50	% Vol/Vol	-
Calcolato	Potere calorifico inferiore (GAS)	7459	KJ/Nmc	-
UNI 10169:2001	Umidità	0,75	% Vol/Vol	-
UNI EN 13284-1:2003	Polveri totali	0,09	mg/Nmc	-
NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	Acido Fluoridrico e suoi sali (come HF)	< 0,07	mg/Nmc	-
NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	Acido Cloridrico e suoi sali (come HCl)	< 0,03	mg/Nmc	-
NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	Acide Solforico e suoi sali (come H2SO4)	< 0,03	mg/Nmc	-
POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	Ossidi di Zolfo (come SO2)	13	mg/Nmc	-
UNI EN 13649:2015	Sostanze organiche volatili alogenate	< 0,03	mg/Nmc	-
UNI EN 13649:2015	Mercaptani	< 0,03	mg/Nmc	-
UNI EN 13649:2015	Sostanze organiche volatili (non alogenate e solforate)	7,23	mg/Nmc	-
Calcolato	Fluoro totale	< 0,07	mg/Nmc	-
Calcolato	Cloro totale	0,04	mg/Nmc	-



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 34318



Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	Limite
Calcolato	Zolfo totale	10	mg/Nmc	-

--- Fine rapporto ---

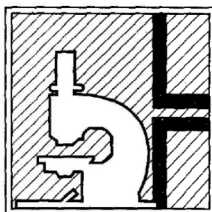
Il Responsabile Tecnico o suo sostituto

Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



Gli analiti contrassegnati con (+) si riferiscono a composti classificati cancerogeni ai sensi della normativa CLP - Regolamento CE 1272/2008 e ss.mm.ii.

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 50984



Rimini 05/12/2017

Committente: Cesenatico Servizi Srl
Via Magellano, 8 47042 Cesenatico (FC)

Numero campione: 50984 **Ricevimento:** 24/11/2017 **Inizio prove:** 24/11/17 **Termine prove:** 05/12/17
Descrizione Campione: Campionamento eseguito presso discarica rifiuti solidi urbani di Cesenatico - Località Valloni (FC)
Ns. prot. 17/00555

Denominazione Campione: Punto di emissione: biogas alla torcia

Descrizione Sigillo:

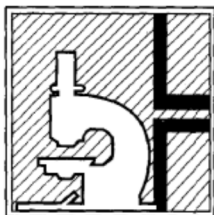
Quantità Campione: --

Data di Campionamento: 21/11/17

Imballaggio:

Procedura Campionamento: Prelevato da nostro personale tecnico

Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	Limite
--	Durata del campionamento	60	min	-
Analizzatore IR	Metano	19,3	%	-
POA 14	Ossigeno (O2)	9,0	% Vol/Vol	-
Analizzatore IR	Anidride carbonica (come CO2)	14,1	%	-
POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	Solfuro di Idrogeno (H2S)	14	mg/Nmc	-
UNICHIM 632	Ammoniaca	< 0,69	mg/Nmc	-
Fiala colorimetrica	Idrogeno (H2)	< 0,50	% Vol/Vol	-
Calcolato	Potere calorifico inferiore (GAS)	7600	KJ/Nmc	-
UNI 10169:2001	Umidità	0,70	% Vol/Vol	-
UNI EN 13284-1:2003	Polveri totali	0,05	mg/Nmc	-
NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	Acido Fluoridrico e suoi sali (come HF)	< 0,07	mg/Nmc	-
NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	Acido Cloridrico e suoi sali (come HCl)	< 0,03	mg/Nmc	-
NIOSH 7903 - APAT IRSA CNR 4020	Acido Solforico e suoi sali (come H2SO4)	< 0,03	mg/Nmc	-
POA 07 - Analizzatore a celle elettrochimiche rev0 2003	Ossidi di Zolfo (come SO2)	18	mg/Nmc	-
UNI EN 13649:2015	Sostanze organiche volatili alogenate	< 0,03	mg/Nmc	-
UNI EN 13649:2015	Mercaptani	< 0,03	mg/Nmc	-
UNI EN 13649:2015	Sostanze organiche volatili (non alogenate e solforate)	4,88	mg/Nmc	-
Calcolato	Fluoro totale	< 0,07	mg/Nmc	-
Calcolato	Cloro totale	0,02	mg/Nmc	-



L.A.V. s.r.l.

Laboratorio Analisi e Consulenza
Igiene degli Alimenti
Microbiologia
Igiene e sicurezza nei luoghi di lavoro
Indagini ambientali

AZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ
UNI EN ISO 9001:2008
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY

Rapporto di Prova N. 50984



Metodo Analitico	Nome Prova	Risultato	U.M.	Limite
Calcolato	Zolfo totale	20	mg/Nmc	-

--- Fine rapporto ---

Il Responsabile Tecnico o suo sostituto



Il Responsabile di Laboratorio o suo sostituto



Gli analiti contrassegnati con (+) si riferiscono a composti classificati cancerogeni ai sensi della normativa CLP - Regolamento CE 1272/2008 e ss.mm.ii.

Il presente rapporto riguarda esclusivamente il campione sottoposto a prova e non può essere riprodotto parzialmente, se non previa approvazione scritta da parte di questo Laboratorio.