

Prof. Ing. Giordano Franceschini
Ordinario di Bioingegneria Industriale presso il
Dipartimento Ingegneria dell'Università di Perugia
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri - Provincia di Perugia n. A 1576
Via Manzoni, 84 06135 Perugia – c.f. FRN GDN 66M10 G224J – p.i. 02675890541
Tel/Fax 075/5853700 – 335/7027751 – E Mail: franceschinigiordano@gmail.com

RELAZIONE TECNICA
CIRCA L'ABBATTIMENTO DELLE QUANTITA' DI
INQUINANTI PRESENTI NEL FUMO DI SIGARETTA
PRODOTTO DAL DISPOSITIVO "SMOKAT"

(PCT IB2018/052448 – 102018000000775 – 102017000039687)

Il sottoscritto Prof. Ing. Giordano Franceschini, Professore Ordinario di Bioingegneria Industriale (ING/IND 34) presso il Dipartimento Ingegneria dell'Università degli Studi di Perugia (in regime di tempo definito), nonché libero professionista ed iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Perugia al numero A1576, su richiesta della Società di start – up SMOKAT s.r.l. di San Giustino (Perugia), espone con la presente relazione le risultanze di alcune rilevazioni, dallo stesso condotte in proprio mediante uso di gas cromatografo, circa l'abbattimento delle quantità di inquinanti presenti nel fumo di sigaretta ottenuto dal dispositivo "SMOKAT" (di seguito Smokat) dalla stessa prodotto.

PREMESSA

La Società Smokat di San Giustino (PG) è una start up fondata nel 2014 per lo sviluppo dell'omonimo dispositivo, del cui brevetto dispone (PCT IB2018/052448 – 102018000000775 – 102017000039687). Nell'ambito delle attività di sviluppo del dispositivo, la società proprietaria ha svolto numerosissime rilevazioni in proprio, poi proseguite mediante analisi eseguite presso l'istituto estero di analisi "ASL" di Amburgo – Germania (**Allegato n.1**). Gli

esiti delle predette rilevazioni, che hanno sempre dimostrato la validità del prodotto in sviluppo, hanno incoraggiato i titolari la società a condurre, insieme allo scrivente, il qui esposto protocollo di prove con gas cromatografo, le cui risultanze indicano con appropriato rigore scientifico l'effettiva validità del funzionamento del dispositivo nei confronti degli inquinanti gassosi, e costituiscono inoltre fattiva premessa per una campagna di prove da svolgersi presso specifiche istituzioni dedicate allo studio della dannosità del fumo per la salute umana.

CIRCA IL DISPOSITIVO SMOKAT.

Il dispositivo Smokat appare come quello che in origine veniva chiamato dai fumatori "bocchino", ovvero una prolunga da applicare posteriormente alla sigaretta, attraverso la quale transita tutto il fumo aspirato. Lo Smokat presenta però alcune particolarità tali da differenziarlo rispetto ad un bocchino tradizionale, e volte ad esercitare azioni sul fumo aspirato, che qui si riassumono riferendosi, per l'illustrazione, alla brochure del prodotto ed alla illustrazione della metodica di prova (**Allegato n.2**):

- La presenza di un filtro interno, cilindrico, asportabile, sostituibile e rinnovabile per pulitura, attraverso il quale passa tutto il fumo aspirato; tale filtro assomiglia nella sua forma cilindrica al filtro già comunemente presente nelle sigarette;
- Il passaggio della totalità del fumo aspirato all'interno di tale filtro è realizzata per il tramite di uno spillo cavo, la cui estremità posteriore è inserita nel predetto filtro, mentre

l'estremità anteriore sbuca nell'alloggiamento della sigaretta, in maniera tale da penetrarvi quando la stessa viene applicata. Lo spillo, pertanto, cattura tutto il fumo in aspirazione dalla sigaretta, convogliandolo nel filtro interno al dispositivo. Il passaggio obbligato del fumo attraverso il filtro rimovibile realizza l'intrappolamento, internamente allo stesso, delle particelle solide, di catrame e non, poste in sospensione nel fumo stesso.

- Lo spillo di aspirazione svolge inoltre **la funzione di catalizzatore**, ovvero di dispositivo all'interno del quale avvengono determinate reazioni chimiche, prevalentemente del tipo ossidazione / riduzione, che alterano la composizione del fumo aspirato ed in transito lungo lo stesso.
- La presenza di una ghiera registrabile, a valle dello spillo e del filtro rimovibile prima descritti, che, avvitandosi, restringe il passaggio di aria in aspirazione dopo il filtraggio, operando una regolazione del flusso di fumo aspirato utile per diminuire la concentrazione degli inquinanti e modificare la percezione del gusto da parte del fumatore.
- La presenza, nella parte anteriore destinata all'alloggiamento della sigaretta, di aperture radiali ad asola atte a mantenere scoperti i micro fori, che le sigarette presentano diffusamente sul loro filtro, i quali, realizzando l'immissione di aria fresca lungo il filtro della sigaretta durante la cosiddetta "boccata", arricchiscono di ossigeno il fumo caldo in passaggio, inne-

scandone una sorta di post – combustione estremamente utile ad abbattere l'inquinante costituito dal ossido di carbonio (CO). Non si esclude che l'originale finalità di tali fori sia stata, nelle intenzioni dei fabbricanti di sigarette, quella di operare una controllata alterazione del gusto percepito dal fumatore, in quanto l'inserimento differenziato di aria fresca produce tale effetto, ma è un dato di fatto, confermato dalle presenti prove, che tali fori, differenti per quantità e distribuzione nei vari modelli di sigaretta, operano un importante abbattimento degli inquinanti presenti nel fumo.

Riepilogando, il dispositivo Smokat può essere descritto come un bocchino con sezione di aspirazione regolabile, dotato di spillo catalizzatore, filtro rimovibile ed asola per aspirazioni laterali,

DESCRIZIONE DELLE PROVE CONDOTTE.

Allo scopo di quantificare correttamente tipologie e quantità dei gas componenti il fumo della sigaretta, lo scrivente ha condotto una analisi degli stessi mediante gas - cromatografo, analizzando in sequenza il fumo prodotto da una sigaretta convenzionale e poi il fumo prodotto dallo stesso tipo di sigaretta con applicato il dispositivo Smokat, regolandone il flusso del fumo, per mezzo dell'apposita ghiera, in due posizioni estremali, ovvero posizione "A", corrispondente al massimo flusso, e posizione "B", corrispondente al minimo flusso. Il gas cromatografo, unico strumento di garantita attendibilità per la tipologia di misura in questione, opera le proprie misure trattando il fumo in rilevazione con due gas:

- Un gas di trasporto che, mescolandosi al fumo stesso, costituisce un fluido di concentrazione e densità controllate, che viene confinato all'interno di uno specifico volume di rilevazione;
- Un gas di contrasto il quale, posto all'interno di un analogo volume di rilevazione, permette di osservare le differenze tra la propria conduttività elettrica e quella del gas in prova costituito dalla miscela tra il gas di trasporto ed il fumo in prova.

Le risultanze delle analisi mediante gas – cromatografo vengono esposte con una specifica rappresentazione, chiamata spettro, nella quale ciascuna tipologia delle componenti gassose del fumo analizzato, inquinante o meno, corrisponde ad un preciso “picco” del grafico, e l'intensità del picco stesso ne indica la concentrazione in percentuale sul volume complessivo. Si rimanda allo specifico **Allegato n.2** per la descrizione puntuale della strumentazione utilizzata e delle modalità di prova.

RISULTANZE DELLE PROVE CONDOTTE DALLO SCRIVENTE CON IL GAS CROMATOGRFO.

In data 01/02/2019 lo scrivente ha condotto le prove anzidette, avvalendosi di un gas – cromatografo marca VARIAN, modello CP-4900, del quale ha preventivamente eseguito tutte le prescritte procedure di calibrazione con gas campione. Si sono provate sigarette appartenenti a tre categorie diverse, ovvero “full flavour”, “mid Flavour” e “light”

Ciascuna sigaretta è stata sottoposta, in conformità alla norma ISO 3308:2009, ad una sequenza di sei aspirazioni da 25ml ciascuna, intervallate di 60 secondi, ed analizzando il contenuto della sesta ed ultima aspirazione, catturato in apposita ampolla. I risultati delle rilevazioni, per quale dettagliata esposizione si rimanda allo specifico allegato (**Allegato n.3**), sono riassumibili, in termini di concentrazione percentuale sul volume, come segue, precisando che viene indicata la concentrazione zero ogni qualvolta la misurazione è stata inferiore alla soglia di sensibilità dello strumento usato:

- Per le sigarette tipo “full flavour”:

	SENZA SMOKAT	CON SMOKAT A	CON SMOKAT B
Metano (CH ₄)	0,16	0	0
Monossido di carbonio (CO)	1,53	0	1,03
Etano (C ₂ H ₆)	0,74	0,45	0,54
Propano (C ₃ H ₈)	0,04	0,03	0,04
Altro	97,53	99,82	98,39

- Per le sigarette tipo “mid flavour”:

	SENZA SMOKAT	CON SMOKAT A	CON SMOKAT B
Metano (CH ₄)	0,07	0	0,04
Monossido di carbonio (CO)	1,20	0,23	0,77
Etano (C ₂ H ₆)	0,49	0,27	0,45
Propano (C ₃ H ₈)	0,05	0,05	0,05
Altro	98,19	99,45	98,65

- Per le sigarette tipo “light”:

	SENZA SMOKAT	CON SMOKAT A	CON SMOKAT B
Metano (CH ₄)	0	0	0
Monossido di carbonio (CO)	0,22	0,22	0,19
Etano (C ₂ H ₆)	1,69	0,01	0
Propano (C ₃ H ₈)	0,06	0,03	0,06
Altro	98,03	99,74	99,75

Si rileva pertanto una importante riduzione degli inquinanti gassosi in ogni condizione di utilizzo del dispositivo Smokat.

RILIEVO DELLE RISULTANZE DELLE PROVE SULI INQUINANTI SOLIDI SVOLTE DALLA SMOKAT PRESSO IL LABORATORIO “ASL” in AMBURGO (Germania).

Precedentemente alle prove descritte nella presente relazione, la Società Smokat ha commissionato, in data 9/4/2018, una campagna di prove presso il laboratorio **ASL Analytic Service Laboratory di Amburgo (Germania)** aventi lo scopo di quantificare la riduzione degli inquinanti “solidi”:

- Particolato totale (TPM);
- Nicotina contenuta nel particolato TPM;
- Particolato secco senza nicotina.

Le prove sono state condotte utilizzando la strumentazione “Smoking Machine RM 100 A” della Borgwaldt – KC ed una “trappola” per gli inquinanti solidi “Central filter 92 mm”, e sono state condotte sulla sola tipologia di sigaretta “full flavour”, ovvero quella con il maggiore contenuto di nicotina, e regolando lo Smokat in configura-

zione “B”, ovvero con il minimo flusso in aspirazione. Le risultanze di tali prove, che lo scrivente acquisisce rimandando, per la loro completa descrizione, allo specifico allegato (**Allegato n.1**), sono riassumibili come segue:

	SENZA SMOKAT	CON SMOKAT “B”
TPM (mg/sigaretta)	8	6
Nicotina (mg/sigaretta)	0,5	0,4
Particolato secco senza nicotina (mg/sigaretta)	6	5

CARATTERIZZAZIONE DEI FORI DI ASPIRAZIONE

Sempre in data 01/02/2019, lo scrivente ha voluto sottoporre a test mediante gas cromatografo un campione di sigarette tipo “Marlboro rosse” allo scopo di quantificare l’incidenza, sulle quantità di inquinanti del fumo aspirato, dei fori di aspirazione presenti sul filtro delle stesse, eseguendo la seguente la sequenza di prove:

- Aspirazione del fumo di sigaretta SENZA dispositivo Smokat Applicato e con CHIUSURA dei fori radiali di immissione aria presenti sulla sigaretta stessa.
- Aspirazione del fumo di sigaretta SENZA dispositivo Smokat Applicato con APERTURA di fori radiali di immissione aria presenti sulla sigaretta stessa (condizione normale);
- Aspirazione del fumo di sigaretta CON dispositivo Smokat Applicato, con APERTURA di fori radiali di immissione aria presenti sulla sigaretta.

Gli spettri elaborati dal gas – cromatografo hanno mostrato le seguenti risultanze:

	SENZA SMOKAT FORI CHIUSI	SENZA SMOKAT FORI APERTI	CON SMOKAT A FORI APERTI
Metano (CH ₄)	0,75	0,18	0
Monossido di carbonio (CO)	0,0072	0,0059	0,0037
Etano (C ₂ H ₆)	1,36	0,2	0
Propano (C ₃ H ₈)	0,044	0,036	0,030
Altro	98,03	99,74	99,75

Le quali dimostrano la validità della presunzione dell'abbattimento degli inquinanti operato dalla aspirazione di aria attraverso i micro fori presenti sui filtri delle sigarette. La varietà della distribuzione di tali fori, differente da modello a modello di sigaretta, ha suggerito ai costruttori dello Smokat di modificare i primi prototipi di tale dispositivo allo scopo di dotarli di asole che non ostruissero in alcun modo i micro fori, qualunque fosse la loro disposizione.

CONCLUSIONI

Sulla scorta di tutte le prove condotte ed acquisite, relativamente agli inquinanti gassosi del fumo, lo scrivente conclude che il dispositivo Smokat:

impiegato su sigarette “Full Flavour” in configurazione “A” (massimo flusso) produce:

- Riduzione totale dell'inquinante Metano;
- Riduzione totale del Monossido di carbonio;

- Riduzione di circa l'80% dell'Etano;
- Riduzione di circa il 25% del Propano.

**impiegato su sigarette “Full Flavour” in configurazione “B”
(minimo flusso) produce:**

- Riduzione totale dell'inquinante Metano;
- Riduzione di circa il 33% del Monossido di carbonio;
- Riduzione di circa l'80% dell'Etano;
- Riduzione di circa il 27% del Propano;
- Riduzione del 25% del particolato totale TPM;
- Riduzione del 20% della Nicotina;
- Riduzione del 17% del particolato secco senza Nicotina.

**impiegato su sigarette “Mid Flavour” in configurazione “A”
(massimo flusso) produce:**

- Riduzione del 43% dell'inquinante Metano;
- Riduzione del 36% Monossido di carbonio;
- Riduzione di circa l'80% dell'Etano;
- Riduzione di circa il 25% del Propano.

**impiegato su sigarette “Mid Flavour” in configurazione “B”
(minimo flusso) produce:**

- Riduzione totale dell'inquinante Metano;
- Riduzione di circa il 33% del Monossido di carbonio
- Riduzione di circa il 45% dell'Etano;

**impiegato su sigarette “Light” in configurazione “A” (massimo
flusso) produce:**

- Riduzione di circa il 99% dell'Etano;

- Riduzione di circa il 50% del Propano.

impiegato su sigarette “Light” in configurazione “B” (minimo flusso) produce:

- Riduzione di circa il 14% Monossido di carbonio;
- Riduzione totale dell’Etano;

Sulla scorta di tali risultati, lo scrivente rileva l’ottimo abbattimento degli inquinanti gassosi e solidi operato dal dispositivo Smokat.

Perugia, 4 Marzo 2019

Prof. Ing. Giordano Franceschini



Si allegano alla presente relazione:

- Allegato n.1: Risultati prove sugli inquinanti solidi.
- Allegato n.2: Metodica prove con gas – cromatografo.
- Allegato n.3: Risultanze prove gas – cromatografo.

Allegato n.1

Risultati prove sugli inquinanti solidi svolte
presso “ASL” Amburgo – Germania.



ASL Analytic Service Laboratory GmbH

Origin: BTS Srl
Via M. Calari 11
40011 Anzola dell'Emilia (BO)

Analysis report Italy April 11. 2018

Name FULL FLAVOUR(*) with filter

Packing hardbox
Date of delivery April 04. 2018
Quantity 120 Cigarettes
Analysis-No. 180405/05-2
Date of analysis 09.04. - 10.04.2018

Order Determination of TPM and NFDPM (based on ISO 4387)
Determination of nicotine content in smoke condensates (ISO 10315)
Determination of carbon monoxide (CO) in vapour phase of smoke
(based on ISO 8454)
Based on ASL method QE-16/VA-01-PA-K01,K04

Results

Type of smoking machine Smoking machine RM200 A (Borgwaldt -KC) smoke trap
" Central Filter 92 mm "

Number of cigarettes smoked 2 smoking runs 20 cigarettes
total 40 cigarettes

Cigarette weight mean: 866 mg

Puff number 6,0

Total particulate matter (TPM) mean: 6 mg/cig.

Nicotine in TPM mean: 0,4 mg/cig.

Nicotine-free dry PM mean: 5 mg/cig.

Carbon monoxide mean: 6 mg/cig.

1/2



ASL Analytic Service Laboratory GmbH

Origin: BTS Srl
Via M. Calari 11
40011 Anzola dell'Emilia (BO)

Analysis report Italy April 11. 2018

Name **FULL FLAVOUR(*)**

Packing hardbox
Date of delivery April 04. 2018
Quantity 120 Cigarettes
Analysis-No. 180405/05-1
Date of analysis 09.04. - 10.04.2018

Order **Determination of TPM and NFDPM (based on ISO 4387)**
Determination of nicotine content in smoke condensates (ISO 10315)
Determination of carbon monoxide (CO) in vapour phase of smoke (based on ISO 8454)
Based on ASL method QE-16/VA-01-PA-K01,K04

Results

Type of smoking machine Smoking machine RM200 A (Borgwaldt -KC) smoke trap " Central Filter 92 mm "

Number of cigarettes smoked 2 smoking runs 20 cigarettes
total 40 cigarettes

Cigarette weight mean: 872 mg

Puff number 6,0

Total particulate matter (TPM) mean: 8 mg/cig.

Nicotine in TPM mean: 0,5 mg/cig.

Nicotine-free dry PM mean: 6 mg/cig.

Carbon monoxide mean: 7 mg/cig.

1/2

Allegato n.2

Metodica prove con gas – cromatografo.

Introduzione

Il dispositivo SMOKAT è oggetto di brevetto PCTIB2018/052448 - 102018000000775 - 102017000039687 e costituisce un sistema per trattare chimicamente e fisicamente il gas combusto (fumo) di sigaretta.

Scopo della presente attività, (rif Ns. Offerta prot. 64/17 del 10/11/2017), è misurare l'effetto del dispositivo SMOKAT sui principali composti gassosi dei prodotti di combustione di sigaretta (fumo): CH_4 , CO , C_2H_6 e C_3H_8 .

A tale fine sono state effettuate misure gascromatografiche in diverse condizioni operative e con diverse tipologie di sigaretta.

Inoltre, per la determinazione del particolato totale (TPM), della nicotina contenuta nel TPM e del particolato senza nicotina, è stata commissionata una campagna di misure al laboratorio ASL Analytic Service laboratory GmbH di Amburgo della quale si riportano i risultati.

Metodo sperimentale per l'analisi della composizione del fumo di sigaretta

La sperimentazione è stata effettuata per valutare il contenuto dei seguenti composti CH_4 , CO , C_2H_6 e C_3H_8 nel gas combusto di sigaretta con e senza SMOKAT applicato.

SMOKAT dispone di un sistema di regolazione del flusso aspirato; le misure di cui sopra sono state eseguite in due diverse configurazioni del regolatore:

- A. Flusso aspirazione massimo
- B. Flusso aspirazione minimo

La sperimentazione è stata ripetuta per tre tipi di sigarette commerciali: full flavour, mid flavour and light.



Figura 1: particolare del dispositivo SMOKAT.

Le modalità di misura adottate riproducono il consumo di una sigaretta: vengono effettuati 6 aspirazioni (puffs) da 25ml ciascuna ad intervalli di 60 secondi l'una dall'altra come indicato nella norma ISO 3308:2009; il contenuto del sesto puff viene utilizzato per la determinazione della composizione del gas combusto.

Strumentazione impiegata

In figura 2 viene riportata una foto dell'apparato sperimentale utilizzato per il campionamento del fumo di sigaretta.



Figura 2: sistema di campionamento del fumo di sigaretta

Il sistema di campionamento è costituito da una siringa Hamilton a tenuta di gas da 25ml raccordata ad una valvola a sfera a sua volta raccordata alla sigaretta con o senza filtro applicato.

Strumentazione utilizzata per le analisi

Per le analisi è stato utilizzato un gas cromatografo microGC modello CP-4900 della VARIAN (Figura 2) dotato di un rivelatore a conducibilità termica (TCD).



Figura 2: gascromatografo CP-4900 della VARIAN.

Lo strumento permette di analizzare le concentrazioni dei componenti di una miscela gassosa.

Il campione, che viene aspirato dallo strumento per mezzo una pompa, viene immesso attraverso un gas di trasporto (carrier) che costituisce la fase mobile, attraverso delle colonne cromatografiche in cui si trova la fase stazionaria che può essere un solido granulare poroso oppure un liquido. Ciascuna specie chimica depositata sulla fase stazionaria e immessa nella corrente di fase mobile si distribuisce dinamicamente tra le due fasi, in misura proporzionale alla diversa affinità che possiede per esse. Il rilevatore TCD risponde alle differenze di conducibilità termica tra il gas di trasporto e i componenti del campione. In un TCD il segnale generato dal passaggio del gas di trasporto è confrontato con quello di un gas (equivalente) di confronto. Il passaggio dei componenti del campione all'interno del detector provoca uno sbilanciamento del segnale proporzionale alla sua concentrazione. Ogni sostanza in uscita dalla colonna genera dunque un segnale. Quando si misura la concentrazione delle sostanze in uscita dalla colonna si ottiene un cromatogramma che riporta le concentrazioni della sostanza in uscita in funzione del tempo di ritenzione, cioè il tempo impiegato da ogni singolo componente per percorrere l'intera fase stazionaria. I cromatogrammi mostrano il procedere della separazione, con la distribuzione di ogni sostanza secondo picchi di concentrazione di forma gaussiana.

Nello strumento utilizzato sono stati installati 4 canali:

Canale A → colonna Molsieve MS5A carrier Ar

Canale B → colonna Poraplot PPU carrier He

Canale C → colonna CPSil 5CB carrier He

Canale D → colonna Molsieve MS5A carrier He

Lo strumento è fornito di un software dedicato (SW STAR versione 6.41) che permette l'acquisizione, la gestione e l'analisi dei dati. L'analisi quantitativa effettuata tramite software è basata sul confronto delle aree dei picchi dei cromatogrammi utilizzando, per la calibrazione dello strumento il metodo della standardizzazione esterna con cui è possibile determinare la concentrazione dei soli componenti che interessano. Tale metodo consente di costruire una curva di taratura utilizzando delle miscele standard a concentrazione nota del componente da determinare, di tali miscele si iniettano quantitativi rigorosamente uguali. Automaticamente il software riporta su un grafico le aree dei picchi ottenuti in funzione della concentrazione dello standard corrispondente. Si analizza poi un'aliquota del campione rigorosamente uguale a quelle precedenti, si misura l'area del componente che interessa e, attraverso un confronto automatico, si risale alla sua concentrazione.

Allegato n.3
Risultanze prove gas – cromatografo
Cromatogrammi

fullflavour

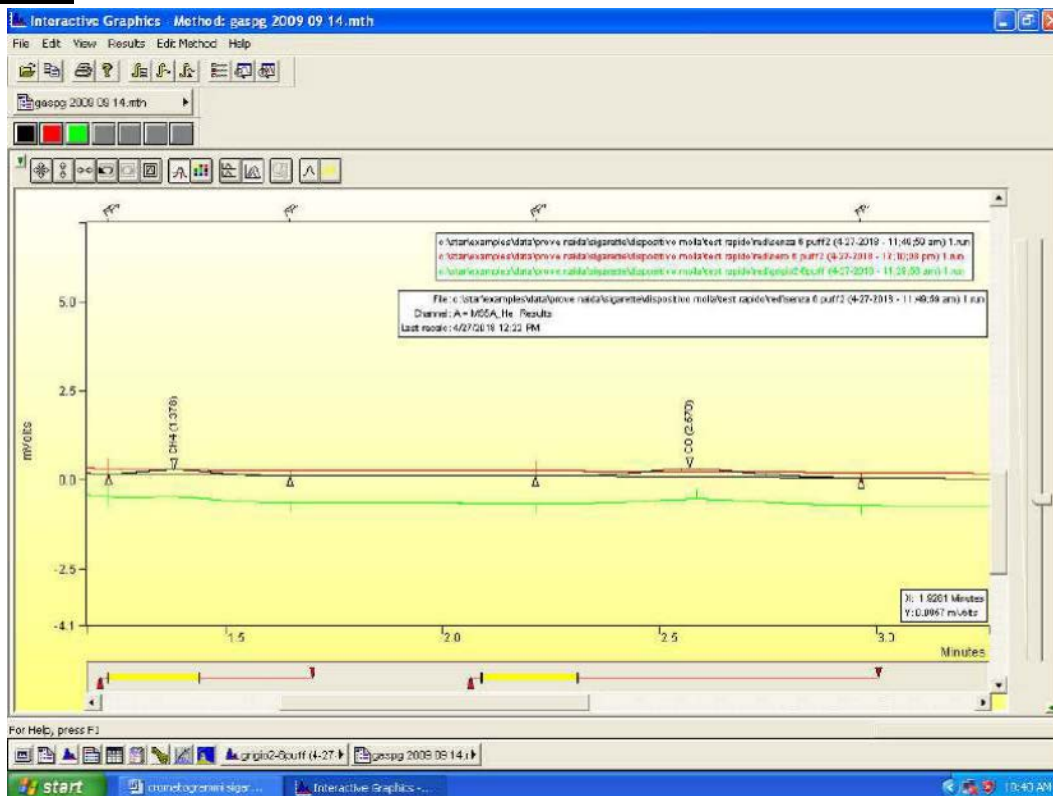


Figura I: full flavour - cromatogramma canale A (CH₄ e CO)

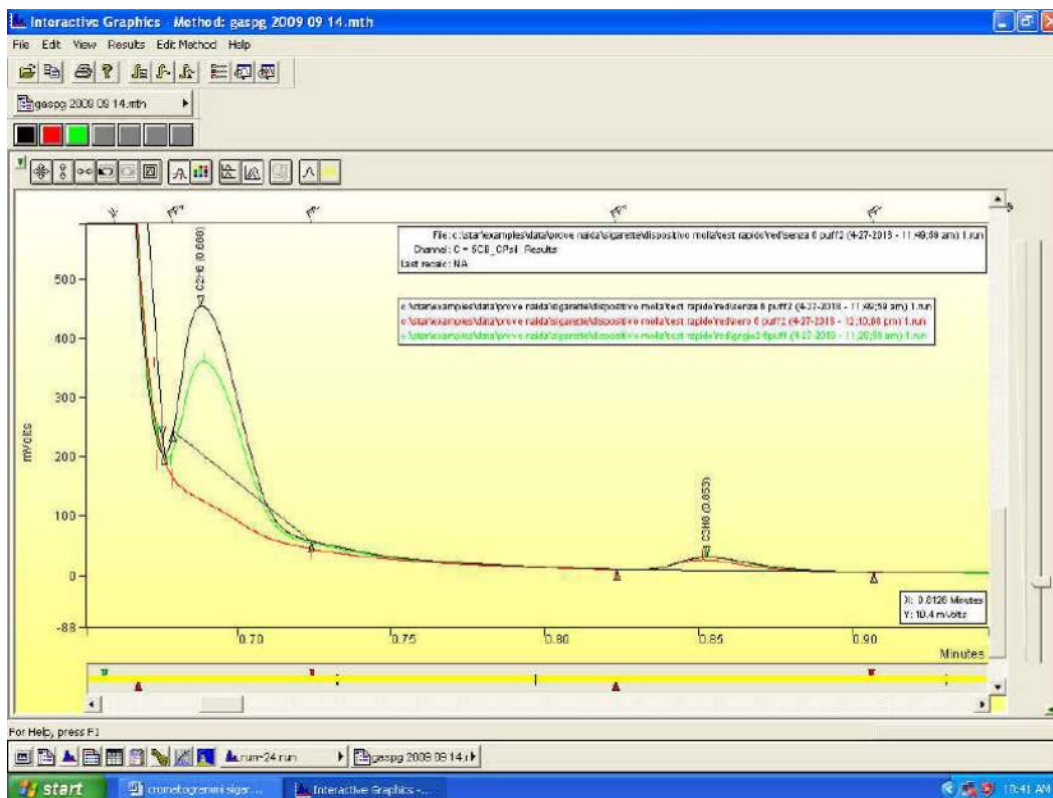


Figura II: full flavour - cromatogramma canale C (C₂H₆ e C₃H₈)

Midflavour

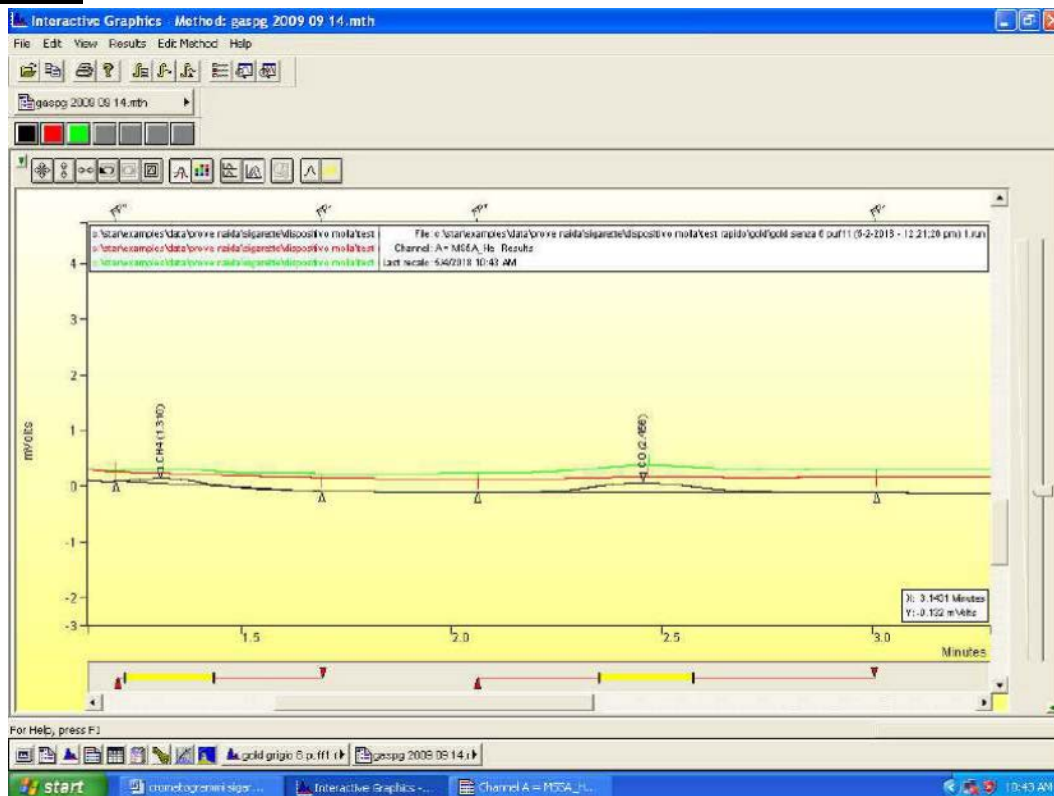


Figura III: Mid flavour- cromatogramma canale A (CH₄ e CO)

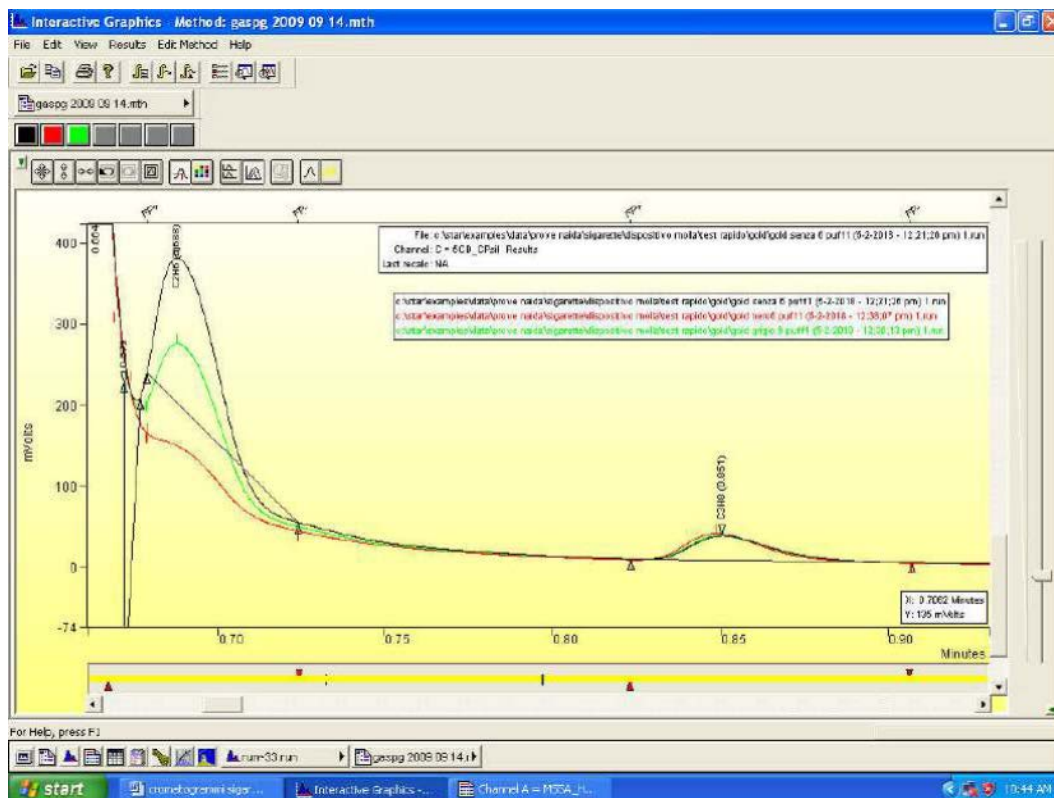


Figura IV: Mid flavour- cromatogramma canale C (C₂H₆ e C₃H₈)

Light

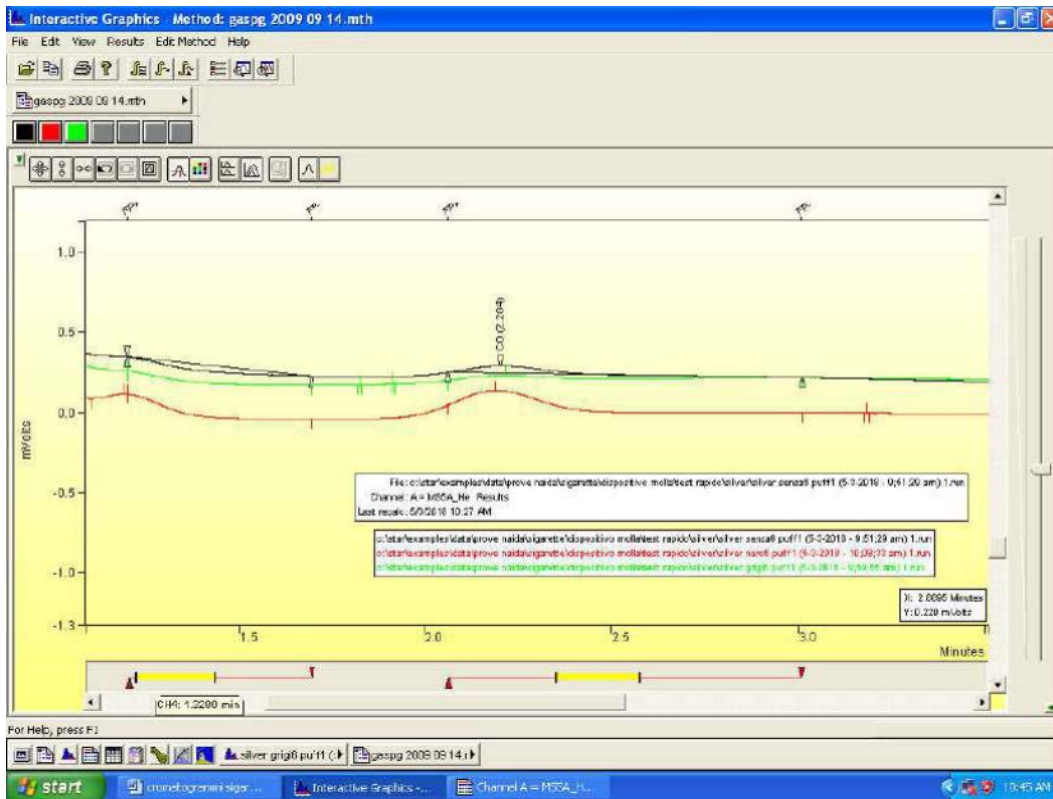


Figura V: light- cromatogramma canale A (CH₄ e CO)

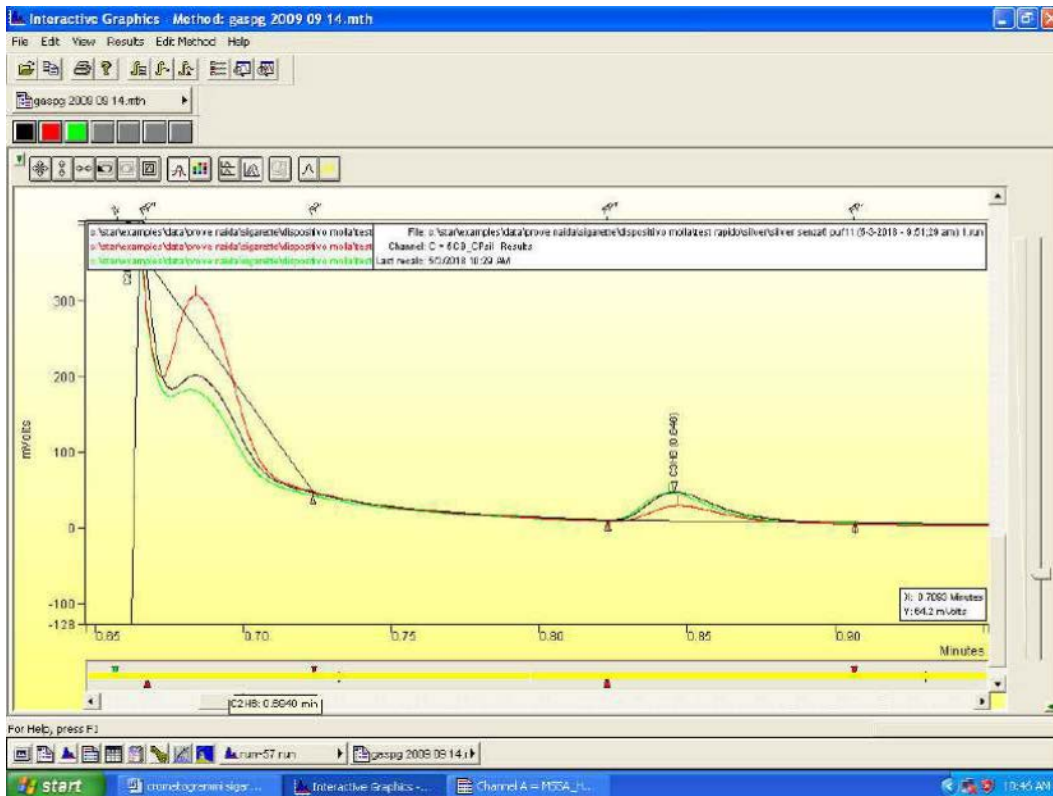


Figura VI: light- cromatogramma canale C (C₂H₆ e C₃H₈)