Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale dell'ambiente UFAM

Aiuto all'esecuzione UV-2556

Manutenzione del sistema antinquinamento di macchine e apparecchi

Requisiti di manutenzione per motori a combustione di macchine e apparecchi senza omologazione stradale a partire dalla classe di emissione fase V

Stato:	08/2025, valido dal 01.01.2026
Versioni precedenti:	nessuna
Basi legali:	OIAt articolo 20*b*, articolo 20*c* e allegato 4, numero 4
Allegato 1:	Modello documento di manutenzione dei gas di scarico
Allegato 2:	Derivazione del valore nominale del numero di particelle
Allegato 3:	Misurazione del numero di particelle su macchine e apparecchi nuovi di fabbrica

Settori specialistici interessati

Acque	Aria •	Biodiversità	Biotecnologia	Bosco e legno	Clima	Diritto	EIA	Elettrosmog e luce	Incidenti rilevanti	Paesaggio	Pericoli naturali	Prodotti chimici	Rifiuti	Rumore	Siti contaminati	Suolo

Nota editoriale

Valenza giuridica
La presente pubblicazione è un aiuto all'esecuzione elaborato dall'UFAM in veste di autorità di vigilanza. Destinata in primo luogo alle autorità esecutive, essa concretizza le prescrizioni del diritto federale in materia ambientale (in merito a concetti giuridici indeterminati e alla portata e all'esercizio della discrezionalità) nell'intento di promuovere un'applicazione uniforme della legislazione. Le autorità esecutive che vi si attengono possono legittimamente ritenere che le loro decisioni sono conformi al diritto federale. Sono ammesse soluzioni alternative, purché conformi al diritto vigente.

Editore
Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
L'UFAM è un ufficio del Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni (DATEC).

Link per scaricare il PDF
https://www.bafu.admin.ch/aiuti-esecuzione-aria
La versione cartacea non può essere ordinata.

La presente pubblicazione è disponibile anche in tedesco e francese.
La lingua originale è il tedesco.

© UFAM 2025

Indice

Abstracts **4**
1 Introduzione **5**
2 Campo di applicazione **6**
3 Basi legali **7**
4 Manutenzione del sistema antinquinamento **8**
4.1 Esigenze generali 8
4.2 Requisiti per la manutenzione del sistema antinquinamento dei motori ad accensione per compressione da ≥ 19 a ≤ 560 kW 9
4.3 Requisiti per la manutenzione del sistema antinquinamento di motori ad accensione comandata ≥ 19 kW 9
4.4 Altri requisiti per la manutenzione del sistema antinquinamento di motori ad accensione comandata < 19 kW 10
4.5 Manutenzione del sistema antinquinamento di motori bivalenti 10
4.6 Tabella dei requisiti 10
5 Procedura di misurazione per la determinazione del numero di particelle **12**
5.1 Condizioni di test 12
5.1.1 Motore 12
5.1.2 Punti di misurazione e sonda di campionamento di gas 12
5.2 Procedura di misurazione 12
5.3 Valore di riferimento 13
6 Documento di manutenzione del sistema antinquinamento **14**
7 Autoadesivo **15**
Allegato 1 Modello documento di manutenzione dei gas di scarico **16**
Allegato 2 Calcolo del valore di riferimento per il numero di particelle **19**
Allegato 3 Misurazione del numero di particelle in macchine e apparecchi nuovi di zecca ... **20**

Abstracts

The enforcement aid on exhaust gas maintenance for machines and appliances from emission stage V higher specifies the provision in Annex 4 Number 42 of the Ordinance on Air Pollution Control of 16 December 1985 (OAPC, SR 814.318.142.1). It shows the enforcement authorities how owners or operators of non-road mobile machinery and equipment with combustion engines from emission stage V and without a licence plate should maintain their engines. The enforcement authorities can thus organise their inspections accordingly. Measuring the number of particles makes it possible to detect and rectify defects in particulate filters.

Keywords:
Air pollution control, non-road mobile machinery and equipment without licence plates, from emission stage V, exhaust gas maintenance, exhaust gas maintenance document, measurement of the number of particles.

Die Vollzugshilfe über die Abgaswartung von Maschinen und Geräten ab der Abgasstufe V höher konkretisiert die Vorschrift in Anhang 4 Ziffer 42 der Luftreinhalte-Verordnung vom 16. Dezember 1985 (LRV, SR 814.318.142.1). Sie zeigt den Vollzugsbehörden auf, wie Halter oder Betreiber von nicht für den Strassenverkehr bestimmten mobilen Maschinen und Geräten mit Verbrennungsmotor ab der Abgasstufe V und ohne Kontrollschild ihre Motoren warten sollen. Die Vollzugsbehörden können so ihre Kontrollen entsprechend ausrichten. Die Messung der Partikelanzahl ermöglicht es, Defekte bei den Partikelfiltern zu entdecken und zu beheben.

Stichwörter:
Luftreinhaltung, nicht für den Strassenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte ohne Kontrollschilder, ab der Abgasstufe V, Abgaswartung, Abgas-Wartungsdokument, Messung der Partikelanzahl.

L’aide à l’exécution sur le service antipollution des machines et appareils soumis à partir de la phase V de la norme sur les gaz d’échappement concrétise la prescription de l’annexe 4, chiffre 42, de l’ordonnance du 16 décembre 1985 sur la protection de l’air (OPair, RS 814.318.142.1). Elle indique aux autorités d’exécution comment les détenteurs ou exploitants de machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion interne à partir de la phase V et n’étant pas munis d’une plaque d’immatriculation doivent entretenir leur moteur. Les autorités en charge de l’exécution peuvent ainsi organiser leurs contrôles en fonction des indications données. La mesure du nombre de particules permet de détecter et de corriger des défauts dans les filtres à particules.

Mots-clés:
Protection de l’air, machines ou appareils mobiles non routiers équipés d’un moteur à combustion et n’ayant pas de plaque d’immatriculation, à partir de la phase V phase V de la norme sur les gaz d’échappement, service antipollution, fiche d’entretien du système antipollution, mesure du nombre de particules.

L’aiuto all’esecuzione concernente la manutenzione del sistema antinquinamento di macchine e apparecchi a partire dalla classe di emissione fase V concretizza la disposizione di cui all’allegato 4 numero 42 dell’ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l’inquinamento atmosferico (OIAt, RS 814.318.142.1). Indica alle autorità esecutive in che modo i detentori o i gestori macchine e apparecchi mobili non stradali con motori a combustione interna a partire dalla classe di emissione fase V e senza targa devono eseguire la manutenzione dei loro motori. Le autorità possono così orientare i propri controlli di conseguenza. La misurazione del numero di particelle consente di individuare ed eliminare i difetti dei filtri antiparticolato.

Parole chiave:
protezione dell’aria, macchine e apparecchi mobili non stradali senza targa, a partire dalla classe di emissione fase V, manutenzione del sistema antinquinamento, documento di manutenzione del sistema antinquinamento, misurazione del numero di particelle.

1 Introduzione

Il presente aiuto all'esecuzione si rivolge all'autorità esecutiva come pure ai detentori o ai gestori di macchine e apparecchi mobili non stradali con motore a combustione interna e senza targa a partire dalla classe di emissione fase V. Il suo obiettivo è garantire l'esecuzione uniforme dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (OIAt) in merito alla manutenzione del sistema antinquinamento delle macchine e degli apparecchi così come è disciplinata nell'allegato 4 numero 42. Ciò garantisce la manutenzione periodica delle macchine e degli apparecchi e il mantenimento al livello più basso possibile durante tutto il loro ciclo di vita delle relative emissioni di inquinanti. Il controllo dei filtri antiparticolato con strumenti di misurazione idonei consente di individuare ed eliminare eventuali difetti.

L'aiuto all'esecuzione illustra le basi legali e spiega l'obbligo di manutenzione specifico per le macchine e gli apparecchi dotati di motore a combustione interna della a partire dalla classe di emissione fase V, orientandosi ai requisiti posti alla manutenzione del sistema antinquinamento dei veicoli muniti di licenza di circolazione su strada[1].

[1] Ordinanza del 13 novembre 1962 sulle norme della circolazione stradale (ONC; RS 741.11);
Ordinanza del 19 giugno 1995 concernente le esigenze tecniche per i veicoli stradali (OETV; RS 741.41);
Ordinanza del DATEC del 21 agosto 2002 sulla manutenzione e il controllo successivo degli autoveicoli per quanto concerne le emissioni dei gas di scarico e di fumo (RS 741.437).

2 Campo di applicazione

Il presente aiuto all'esecuzione disciplina l'obbligo di manutenzione del sistema antinquinamento dei motori a combustione interna di macchine e apparecchi mobili non stradali senza targa a partire dalla classe di emissione fase V secondo l'allegato 4 numero 42 OIAt, che di seguito possono essere denominati in breve «macchine e apparecchi».

La manutenzione del sistema antinquinamento di macchine e apparecchi utilizzati nei cantieri (le cosiddette macchine di cantiere) secondo la direttiva 97/68/CE[2], ossia le macchine di cantiere fino alla classe di emissione IV compresa, avviene in modo immutato secondo l'aiuto all'esecuzione «Protezione dell'aria sui cantieri edili» (Direttiva aria cantieri[3]).

Il presente aiuto all'esecuzione non si applica:

- alla manutenzione del sistema antinquinamento di macchine e apparecchi mobili, veicoli mobili muniti di targa[1], di navi[4], locomotive o aeroplani.
- ai motori a combustione stazionari in conformità all'allegato 2 numero 82 OIAt. Secondo il regolamento (UE) 2016/1628, le macchine fisse sono destinate a essere installate in modo permanente in un sito per il suo primo impiego e non essere spostate su strada o con altro modo di trasporto, tranne al momento della spedizione dal luogo di fabbricazione al luogo di prima installazione. Sono installati in modo permanente se sono imbullonati o altrimenti fissati in maniera efficace, in modo da non poter essere rimossi senza ricorrere a utensili o attrezzature, a una fondazione o un altro mezzo vincolante destinato a obbligare il motore a funzionare in un unico sito, in un edificio, una struttura, un impianto o un'installazione.

[2] Direttiva 97/68/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 1997 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai provvedimenti da adottare contro l'emissione di inquinanti gassosi e particolato inquinante prodotti dai motori a combustione interna destinati all'installazione su macchine mobili non stradali. GU L 59 vom del 27 febbraio 1998, pag. 1.

[3] UFAM 2016: Direttiva concernente misure funzionali e tecniche per la limitazione delle emissioni di inquinanti atmosferici dai cantieri (Direttiva aria cantieri). Edizione completata, febbraio 2016; prima edizione 2009. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Pratica ambientale n. 0901: 32 pagine.

[4] Disposizioni esecutive del DATEC dell'ordinanza sui requisiti per i motori di battelli nelle acque svizzere (DE-OMBat; RS 747.201.31)

3 Basi legali

Il regolamento (UE) 2016/1628, in vigore dal 1° gennaio 2017, disciplina le emissioni per i motori a combustione interna destinati alle macchine e agli apparecchi mobili non stradali. Questo regolamento sostituisce la precedente direttiva 97/68/CE. I requisiti del nuovo regolamento sono stati inseriti nell'OIAt il 1° giugno 2018 per tutte le macchine e gli apparecchi mobili non stradali senza targa. Questa norma sui gas di scarico conforme al regolamento europeo è denominata classe di emissione fase V.

Un'importante novità della classe di emissione fase V è l'introduzione di un valore limite per il numero di particelle (PN: *particle number*) per i motori diesel. In Svizzera l'OIAt prescrive già dal 2009 un valore limite PN di 1×10^{12} particelle/kWh per le macchine di cantiere (cfr. art. 19*a* cpv. 1 OIAt in combinato disposto con l'allegato 4 n. 31 cpv. 2 OIAt). Il regolamento (UE) 2016/1628 introduce con la «Fase V» il medesimo valore limite PN.

Secondo l'articolo 14 capoverso 2 OIAt, le misurazioni delle emissioni sono eseguite secondo le regole riconosciute della metrologia. L'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM) emana raccomandazioni per l'esecuzione delle misurazioni. Le esigenze tecniche in materia di sistemi di misurazione e stabilità di misurazione sono rette dall'ordinanza del 15 febbraio 2006[5] sugli strumenti di misurazione e dalle disposizioni esecutive del Dipartimento federale di giustizia e polizia sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico dei motori a combustione (OSGS)[6].

Secondo l'articolo 20*b* capoverso 1 OIAT, le macchine e gli apparecchi mobili non stradali con motore a combustione interna devono rispettare le esigenze di cui all'allegato 4 numero 4 OIAt. Sono generalmente considerati macchine e apparecchi non stradali con motore a combustione interna le macchine e gli apparecchi senza targa. Secondo l'allegato 4 numero 42 capoverso 1 OIAt, i detentori o i gestori di macchine o apparecchi con motore a combustione interna devono eseguire o far eseguire la manutenzione del sistema antinquinamento ogni 24 mesi. Inoltre, devono conservare i risultati della manutenzione per almeno due anni e, se richiesto, esibirli alle autorità.

Le macchine e gli apparecchi con motore a combustione interna non necessitano di un controllo periodico secondo l'articolo 13 capoverso 3 OIAt. L'autorità verifica a campione i risultati della manutenzione del sistema antinquinamento. In caso di sospetto di emissioni eccessive, può ordinare una nuova manutenzione del sistema antinquinamento (all. 4 n. 42 cpv. 2 OIAt).

Possono essere usati soltanto apparecchi di misurazione ammessi e sottoposti a verificazione conformemente all'ordinanza del DFGP del 19 marzo 2006 sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico dei motori a combustione (OSGS)[7].

[5] Ordinanza del 15 febbraio 2006 sugli strumenti di misurazione (OStrM; RS 941.210).

[6] Requisiti per gli strumenti di misurazione: ordinanza del DFGP del 19 marzo 2006 sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico dei motori a combustione (OSGS; RS 941.242);
Taratura: ordinanza del 15 febbraio 2006 sugli strumenti di misurazione (OStrM; RS 941.210).

[7] Requisiti per gli strumenti di misurazione: ordinanza del DFGP del 19 marzo 2006 sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico dei motori a combustione (OSGS; RS 941.242);
Taratura: ordinanza del 15 febbraio 2006 sugli strumenti di misurazione (OStrM; RS 941.210).

4 Manutenzione del sistema antinquinamento

4.1 Esigenze generali

In generale si applica il principio che la manutenzione deve essere effettuata secondo le disposizioni e le raccomandazioni del fabbricante, il quale prescrive anche gli intervalli di manutenzione.

Secondo l'ordinanza concernente la sicurezza delle macchine (OMacch)[8] o il regolamento (UE) 2023/1230[9], il manuale di istruzioni deve contenere la descrizione delle operazioni di regolazione e manutenzione che devono essere effettuate dall'utilizzatore nonché le misure di manutenzione preventiva da rispettare (Paragrafo 1.7.4.2, paragrafo 1, lettera r del regolamento (UE) 2023/1230).

Conformemente all'allegato 4 numero 42 capoverso 1 OIAt, per le macchine e gli apparecchi vige l'obbligo di manutenzione del sistema antinquinamento i motori a combustione interna di macchine e apparecchi della classe a partire dalla fase V devono essere sottoposti a una manutenzione del sistema antinquinamento ogni 24 mesi. Dell'esecuzione e dell'allestimento della documentazione della manutenzione del sistema antinquinamento sono responsabili i detentori o i gestori delle macchine.

La periodicità dell'obbligo di manutenzione dei motori ad accensione comandata < 19 kW e riportata, in deroga, nel capitolo 4.4.

La manutenzione del sistema antinquinamento comprende:

- il controllo delle parti del veicolo che influiscono sulle emissioni dei gas di scarico e di fumo, come pure della loro regolazione, conformemente alle indicazioni del costruttore, nonché il controllo dei piombi e dei sigilli indicati nel documento di manutenzione del sistema antinquinamento;
- in caso di necessità, la regolazione, la rimessa in stato oppure la sostituzione delle parti determinanti.
- una misurazione e il mantenimento di un documento di manutenzione dei gas di scarico, se richiesto (vedere capitolo 4.2 o 4.3).

Il costruttore, il titolare dell'approvazione svizzera del tipo o della scheda tecnica o il rappresentante della marca deve rilasciare al detentore o al gestore un documento di manutenzione del sistema antinquinamento prima della prima messa in circolazione. La prima misurazione dei gas di scarico è effettuata con la prima iscrizione nel documento di manutenzione del sistema antinquinamento all'atto della messa in esercizio della macchina o dell'apparecchio da parte dell'importatore o del commerciante (vedi appendice 3).

Possono essere usati soltanto apparecchi di misurazione ammessi e sottoposti a verificazione conformemente all'OSGS. Gli strumenti di misurazione riparati vanno annunciati conformemente all'ordinanza sugli strumenti di misurazione al servizio competente affinché proceda a una verificazione successiva sul luogo di impiego.

Per le macchine o i dispositivi dotati di un sistema OBD[10] riconosciuto, se il display di malfunzionamento del sistema OBD indica un guasto nel dispositivo relativo alle emissioni, il proprietario deve far controllare e riparare la macchina o il dispositivo entro un mese dal primo verificarsi del guasto.

Il documento di manutenzione del sistema antinquinamento deve essere presentato alle autorità su richiesta. L'originale o una copia del documento di manutenzione deve essere tenuto nella macchina o nell'apparecchio o, se conservato in officina (possibile anche in forma digitale).

I risultati della manutenzione del sistema antinquinamento devono essere conservati per almeno due anni e devono poter essere attribuiti, durante questo periodo, ad ogni veicolo in questione.

---

[8] Ordinanza del 2 aprile 2008 concernente la sicurezza delle macchine (Ordinanza sulle macchine, OMacch; RS 819.14).

[9] Regolamento (UE) 2023/1230 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 14 giugno 2023, relativo alle macchine e che abroga la direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio e la direttiva 73/361/CEE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE)

[10] OBD: On Board Diagnostics è un'interfaccia che consente di accedere a una serie di dati sullo stato di funzionamento di un veicolo. Il riconoscimento dei sistemi OBD avviene ai sensi dell'articolo 59a dell'ordinanza sulle norme della circolazione stradale del 13 novembre 1962 (RS 741.11).

L'autorità esecutiva verifica a campione i risultati della manutenzione del sistema antinquinamento. In caso di sospetto di emissioni eccessive, può ordinare una nuova manutenzione del sistema antinquinamento.

4.2 Requisiti per la manutenzione del sistema antinquinamento dei motori ad accensione per compressione da ≥ 19 a ≤ 560 kW

La manutenzione del sistema antinquinamento dei motori ad accensione mobili per compressione (ad es. motori alimentati a diesel) a partire dalla fase V comprende per i motori con potenza da ≥ 19 a ≤ 560 kW una misurazione del numero di particelle (misurazione PN) e la presenza a bordo del documento di manutenzione[11].

La misurazione del numero di particelle deve essere effettuata secondo la procedura di misurazione descritta nel capitolo 5 del presente aiuto all'esecuzione. La misurazione deve essere effettuata con uno strumento di misurazione tarato per le nanoparticelle conformemente all'OSGS. I requisiti dell'OIAt sono considerati adempiuti se il risultato della misurazione non supera il valore di riferimento di $2{,}5\times10^5$ particelle/cm^3 (250'000 particelle/cm^3) (vedi anche l'appendice 2).

Per le macchine e gli apparecchi (con motori ad accensione spontanea da ≥ 19 a ≤ 560 kW a partire dalla fase V dei gas di scarico) immessi sul mercato a partire dal 1° gennaio 2026, la misurazione del numero di particelle deve essere effettuata durante la manutenzione dei gas di scarico in conformità all'Allegato 4, numero 42, paragrafo 1 OIAt.

Per le macchine e le attrezzature immesse sul mercato prima del 1° gennaio 2026 (con motori ad accensione spontanea da ≥ 19 a ≤ 560 kW a partire della fase V dei gas di scarico), la misurazione del numero di particelle deve essere effettuata a partire dal 1° gennaio 2027 in occasione della successiva manutenzione dei gas di scarico in conformità all'Allegato 4, punto. 42 para. 1 OIAt. Entro il 31 dicembre 2026, dovrà essere effettuata almeno una misurazione dell'opacità in conformità alla Direttiva aria cantieri, allegato 2.

I documenti di manutenzione del sistema antinquinamento esistenti di motori che vengono per la prima volta sottoposti a misurazione del numero di particelle possono ancora essere utilizzati, anche se non contengono un'apposita rubrica per la conferma della misurazione del numero di particelle. Il numero di particelle può essere registrato nella rubrica del valore di opacità e l'unità può, di conseguenza, essere modificata. Il valore di riferimento può anche essere modificato a $2{,}5\times10^5$ particelle/cm^3 (250'000 particelle/cm^3).

4.3 Requisiti per la manutenzione del sistema antinquinamento di motori ad accensione comandata ≥ 19 kW

La manutenzione del sistema antinquinamento di motori ad accensione comandata (ad es. motori alimentati a benzina o a gas) di macchine e apparecchi mobili a partire dalla fase V comprende per i motori con potenza ≥ 19 kW una misurazione dei gas di scarico nonché la presenza a bordo di un documento di manutenzione del sistema antinquinamento.

La misurazione deve essere effettuata con uno strumento di misurazione tarato per le frazioni di gas di scarico conformemente all'OSGS.

Analogamente all'ordinanza del DATEC sulla manutenzione e il controllo successivo degli autoveicoli per quanto concerne le emissioni dei gas di scarico e di fumo, occorre rispettare i seguenti valori dei gas di scarico per i motori con accensione comandata e marmitta catalitica a tre vie regolata misurati a un regime del minimo:

CO: ≤ 1,0 % del vol.

HC: ≤ 200 ppm

CO_2: ≥ 12,0 % del vol.

[11] Nella maggior parte dei casi, i motori < 19kW und > 560 kW sono forniti di fabbrica senza filtro antiparticolato. Una misurazione dell'opacità con valore di rinvio 3,0 m^{-1} non è opportuna. Non è altresì opportuna una misurazione del numero di particelle senza valore di riferimento.

4.4 Altri requisiti per la manutenzione del sistema antinquinamento di motori ad accensione comandata < 19 kW

La manutenzione del sistema antinquinamento di motori ad accensione comandata (ad es. motori alimentati a benzina o a gas) di macchine e apparecchi mobili a partire dalla fase V comporta per i motori con potenza < 19 kW delle agevolazioni alle esigenze generali del capitolo 4.1. Questi piccoli apparecchi o i loro motori sono generalmente poco o per niente regolabili. Si tratta principalmente di apparecchi per hobby il cui funzionamento è limitato a poche ore di funzionamento. La manutenzione deve essere effettuata secondo le disposizioni e le raccomandazioni del fabbricante, con gli intervalli di manutenzione prescritti da quest'ultimo. La responsabilità incombe al detentore o al gestore della macchina o dell'apparecchio.

Per l'alimentazione dei motori ad accensione comandata con potenza < 19 kW, l'UFAM raccomanda di utilizzare benzina alchilata priva di composti aromatici. A differenza della benzina tradizionale, quella alchilata è pressoché priva di benzene, una sostanza cancerogena. Inoltre la combustione libera meno inquinanti in generale. La qualità della benzina alchilata è disciplinata nella norma svizzera SN 181 163[12].

4.5 Manutenzione del sistema antinquinamento di motori bivalenti

Nei veicoli che possono essere utilizzati alternativamente con carburanti diversi (per es. con benzina o gas), la manutenzione del sistema antinquinamento va effettuata per ogni singolo modo di propulsione.

Sul documento di manutenzione del sistema antinquinamento di questi veicoli devono figurare le indicazioni prescritte per ogni singolo modo di propulsione. È altresì ammesso utilizzare un documento distinto per ogni modo di propulsione.

4.6 Tabella dei requisiti

I requisiti per la manutenzione dei gas di scarico in funzione del motore a combustione e della potenza sono riassunti nella tabella 1.

Tabella 1- Sintesi dei requisiti per la manutenzione dei gas di scarico

Tipo di motore e potenza:	Manutenzione: secondo le disposizioni e le raccomandazioni del fabbricante	Cadenza: al più tardi ogni 24 mesi	Misurazione:	Documento di manutenzione:
Motori ad accensione per compressione < 19 kW (ad es. diesel)	Sì	Sì	Nessuna	No
Motori ad accensione per compressione ≥ 19 kW e ≤ 560 kW	Sì	Sì	Misurazione PN	Sì
Motori ad accensione per compressione > 560 kW	Sì	Sì	Nessuna	No
Motori ad accensione comandata < 19 kW (ad es. benzina)	Sì	No*	Nessuna	No
Motori ad accensione comandata ≥ 19 kW	Sì	Sì	Misurazione dei gas di scarico	Sì

* Motivo: questi piccoli dispositivi o i loro motori sono generalmente poco o per niente regolabili. Si tratta principalmente di apparecchi per hobby il cui funzionamento è limitato a poche ore.

[12] Questa norma può essere consultata gratuitamente e ottenuta a pagamento presso l'Associazione svizzera di normalizzazione (SNV), Sulzerallee 70, 8404 Winterthur; www.snv.ch.

Per le macchine e gli apparecchi (con motori ad accensione spontanea da ≥ 19 a ≤ 560 kW a partire dalla fase V dei gas di scarico) immessi sul mercato a partire dal 1° gennaio 2026, la misurazione del numero di particelle deve essere effettuata durante la manutenzione dei gas di scarico in conformità all'Allegato 4, numero 42, paragrafo 1 OIAt.

Per le macchine e le attrezzature immesse sul mercato prima del 1° gennaio 2026 (con motori ad accensione spontanea da ≥ 19 a ≤ 560 kW a partire della fase V dei gas di scarico), la misurazione del numero di particelle deve essere effettuata a partire dal 1° gennaio 2027 in occasione della successiva manutenzione dei gas di scarico in conformità all'Allegato 4, punto. 42 para. 1 OIAt. Entro il 31 dicembre 2026, dovrà essere effettuata almeno una misurazione dell'opacità in conformità alla Direttiva aria cantieri, allegato 2.

5 Procedura di misurazione per la determinazione del numero di particelle

Questo capitolo descrive la procedura per misurare il numero di particelle emesse da macchine e apparecchi. Si basa sui requisiti corrispondenti per la misurazione della concentrazione del numero di particelle dei veicoli in circolazione.

Per escludere influssi sulla misurazione, durante la misurazione lo strumento di misura del numero di particelle non deve essere collocato su una superficie vibrante. Occorre utilizzare la sonda di campionamento originale con la quale lo strumento di misurazione del numero di particelle viene consegnato.

5.1 Condizioni di test

5.1.1 Motore

Il motore deve risultare manutenzionato e regolato secondo le indicazioni del costruttore. Il motore e il sistema di riduzione del particolato devono essere portati alla temperatura di esercizio (precondizionamento) secondo le raccomandazioni del fabbricante.

Il motore deve essere esaminato con i suoi sistemi di riduzione dei gas di scarico (compreso il sistema di riduzione del particolato).

La misurazione è effettuata su veicolo fermo, con le marce disinnestate. Deve essere impiegato un carburante ordinario senza additivi.

L'impianto di scarico non deve avere perdite né dispositivi che comportino una diluizione dei gas di scarico. Se un veicolo è munito di più tubi di scappamento, deve essere effettuata una serie di misurazioni a ognuno di essi. È determinante la serie di misurazioni con i risultati più elevati.

Al fine di precondizionare il motore e il sistema di riduzione del particolato, prima dell'inizio della misurazione occorre effettuare da 4 a 6 accelerazioni a vuoto. Se le accelerazioni a vuoto non possono essere effettuate, occorre garantire che il motore sia portato alla sua temperatura di esercizio

Il liquido di raffreddamento e il lubrificante del motore devono raggiungere la temperatura di esercizio specificata dal fabbricante. L'inizio della misurazione deve avvenire il più rapidamente possibile, ma al più tardi entro un minuto dalla fine dell'ultima accelerazione a vuoto.

5.1.2 Punti di misurazione e sonda di campionamento di gas

La misurazione è effettuata di norma all'uscita del tubo di scappamento. Se ciò non è possibile, deve essere effettuata in un punto in cui sono soddisfatti i seguenti criteri:

- la composizione dei gas di scarico deve essere rappresentativa per le emissioni;
- la ripartizione degli inquinanti deve essere omogenea in tutta la sezione di misurazione;
- la sonda di prelievo è tenuta al centro del tubo di scarico, nel punto in cui giunge il flusso di corrente.

La sonda di prelievo va di norma inserita nel tubo di scarico per circa 50 mm. La collocazione della sonda nel tubo di scarico non deve comportare la diluizione dei gas di scarico.

5.2 Procedura di misurazione

Il numero di particelle nei gas di scarico viene misurato al regime di massima potenza a vuoto (regime massimo consentito dal regolatore) del motore (punto di funzionamento determinante). Se il regime massimo consentito dal regolatore non può essere raggiunto da fermo, occorre effettuare la misurazione a un regime a vuoto ripetibile, compreso tra il regime del minimo e il regime massimo consentito dal regolatore. Se non si può raggiungere il regime massimo consentito dal regolatore né un regime a vuoto ripetibile, è consentita una misurazione con motore sotto carico, ad esempio applicando una potenza idraulica, purché il punto di funzionamento stabilito sia ripetibile e riproducibile. Occorre annotare il regime scelto e l'eventuale carico applicato.

La misurazione del numero di particelle deve essere effettuata non appena il punto di funzionamento stabilito è costante.

Quale risultato di misurazione vale la media aritmetica della misurazione ufficiale ai sensi del numero 7.2 dell'allegato 4 dell'ordinanza del DFGP sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico dei motori a combustione. Non è consentito effettuare detrazioni dal valore indicato.

5.3 Valore di riferimento

I requisiti di cui all'allegato 4 numero 41 capoverso 1 OIAt si considerano soddisfatti quando il valore misurato non supera il valore di riferimento pari a $2{,}5\times10^5$ particelle/cm^3 (250'000 particelle/cm^3).

Se il valore misurato supera il valore di riferimento, occorre garantire che il valore di riferimento sia rispettato, prima di utilizzare la macchina o l'apparecchio.

6 Documento di manutenzione del sistema antinquinamento

Il documento di manutenzione del sistema antinquinamento deve contenere, nelle tre lingue ufficiali, almeno le rubriche e le indicazioni previste nell'allegato. Per quanto concerne la forma e l'aspetto, gli editori sono liberi; il documento di manutenzione del sistema antinquinamento può essere integrato nel libretto di manutenzione.

Il documento di manutenzione del sistema antinquinamento può essere richiesto, per esempio, alle organizzazioni riportate nella tabella 2.

Tabella 2 - Organizzazioni presso cui si possono richiedere i documenti di manutenzione del sistema antinquinamento

Tipo di veicolo	Indirizzo
Autoveicoli di trasporto:	auto-suisse Associazione degli importatori svizzeri d'automobili Casella postale 47 3000 Berna 22
Macchine edili e autoveicoli di lavoro non adibiti all'agricoltura e alla silvicoltura:	Associazione svizzera dell'industria delle macchine edili (VSBM) Casella postale 656 4010 Basilea
Veicoli a motore agricoli e forestali:	Association suisse des fabricants et commerçants de machines agricoles (ASMA) Casella postale 106 3000 Berna 6

Il documento di manutenzione del sistema antinquinamento va compilato con i dati tecnici disponibili.

Dopo ogni servizio di manutenzione del sistema antinquinamento, il documento di manutenzione del sistema antinquinamento deve essere compilato e firmato dalla persona che ha proceduto ai lavori o da una persona responsabile dell'azienda interessata. Con la propria firma la persona conferma che al motore e ai sistemi di post trattamento dei gas di scarico è stato eseguito un servizio di manutenzione antinquinamento completo e a regola d'arte.

Se il documento di manutenzione del sistema antinquinamento non è più disponibile oppure è interamente compilato, il detentore o il gestore deve crearene uno nuovo, munito delle necessarie iscrizioni. I documenti di manutenzione del sistema antinquinamento interamente compilati possono essere ancora usati se vi sono graffati o incollati fogli complementari contenenti le medesime rubriche del documento di manutenzione del sistema antinquinamento.

7 Autoadesivo

L’autoadesivo indica il termine (mese e anno) entro cui deve essere eseguito il prossimo servizio di manutenzione del sistema antinquinamento. L’autoadesivo di manutenzione del sistema antinquinamento per le macchine o gli apparecchi mobili a combustione interna e senza targa a partire dalla classe di emissione fase V non è prescritto, ma è considerato utile, poiché rende facilmente visibile la scadenza del successivo servizio di manutenzione del sistema antinquinamento.

Allegato 1 Modello documento di manutenzione dei gas di scarico

Il documento di manutenzione del sistema antinquinamento deve contenere le rubriche e le indicazioni presentate nelle tre lingue ufficiali.

Nelle tre lingue ufficiali il titolo sarà il seguente:

- Abgas-Wartungsdokument
- Fiche d'entretien du système antipollution
- Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico

Devono essere riportate almeno le seguenti indicazioni:

1. Dati del veicolo o della macchina:
   - marca
   - tipo di veicolo o di macchina
   - numero di telaio o di serie
   - identificazione del motore
2. Condizioni di misurazione:
   - portare il motore alla temperatura di esercizio
   - spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità
   - seguire le ulteriori indicazioni del costruttore

Per motori ad accensione per compressione:

3. Indicazioni di regolazione:
   - regime del minimo (min^{-1})
   - regime massimo a vuoto (min^{-1}) (limitatore del regime massimo)
4. Valori d'emissione:
   - misurazione del numero di particelle con limitatore del regime massimo

Per motori ad accensione comandata:

3. Indicazione di regolazione:
   - regime del minimo (min^{-1})
4. Valori dei gas di scarico con marcia al minimo:
   - CO in % del vol. (da ... a)
   - HC in ppm (inferiore a)
   - CO_2 in % del vol. (superiore a)
4. Attestazione;

Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.

È possibile fornire ulteriori informazioni (ad es. al punto 1. Dati del veicolo o della macchina: classe di emissioni del motore).

Abgas-Wartungsdokument / Fiche d'entretien du système antipollution / Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico (esempio)

für Maschinen und Geräte mit Selbstzündungsmotor und einer PN-Messung
pour les machines et appareils équipés d'un moteur à allumage par compression et soumis à une mesure du nombre de particules
per macchine e apparecchi con motore ad accensione per compressione e una misurazione PN

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten ***Données du véhicule ou de la machine*** **Dati del veicolo o della macchina**	**3. Kontrollwerte** ***Indications de réglage*** **Indicazioni di regolazione**		**Gemessene Werte** ***Valeurs mesurées*** **Valori misurati** **0 – 100 h** **resp. *ou* risp.** **0 – 3000 km**	**Gemessene Werte** **nach der Wartung** ***Valeurs mesurées*** ***après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati** **dopo la manutenzione**	**Gemessene Werte** **nach der Wartung** ***Valeurs mesurées*** ***après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati** **dopo la manutenzione**
- Marke / *Marque* / Marca ..... - Maschinen- oder Geräte-Typ *Type de machine ou d'appareil* Tipo di macchina o di apparecchio ..... - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr. *N° du chassis ou n° de série* N. del telaio o di serie ..... - Motor-Kennzeichen *Identification du moteur* Identificazione del motore ..... - Abgasstufe *Norme sur les gaz d'échappement* Classe di emissione	- Leerlaufdrehzahl (min-1) *Régime au ralenti (min-1)* Regime del minimo (min-1)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	.....min^{-1}	..... min^{-1}
	- obere Leerlaufdrehzahl ohne Last (min-1) (Abregeldrehzahl) *Régime maximal à vide (min-1) (régime de coupure)* Regime massimo a vuoto (min-1) (limitatore del regime massimo)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	.....min^{-1}	..... min^{-1}
	- Plomben und Versiegelungen *Plombs et cachetages* Piombi e sigilli	.....	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)
	4. Emissionswerte ***Valeurs d'émission*** Valori d'emissione				
	- Partikelanzahl-Wert bei Abregeldrehzahl *Nombre de particules au régime de coupure* Numero di particelle con limitatore del regime massimo	250'000 PN/cm^3	..... PN/cm^3	.....PN/cm^3	..... PN/cm^3
2. Messbedingungen ***Conditions de mesure*** **Condizioni di misurazione**	**5. Bestätigung** ***Attestation*** Attestazione				
- Motor auf Betriebstemperatur bringen - alle elektrischen Verbraucher ausschalten - weitere Angaben des Herstellers beachten - *Monter le moteur à sa température de service* - *Éteindre tous les équipements qui consomment de l'électricité* - *Suivre les autres indications du constructeur* - Portare il motore alla temperatura di esercizio - Spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità - Seguire le ulteriori indicazioni del costruttore	Datum / *Date* / Data	.....	.....	.....	.....
	Sign. / *Signature* / Firma	.....	.....	.....	.....
	Stempel / *Timbre* / Timbro Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben. *Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d'entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.* Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.				

Abgas-Wartungsdokument / Fiche d'entretien du système antipollution / Documento sulla manutenzione relativa ai gas di scarico (esempio)

für Maschinen und Geräte mit Fremdzündungsmotor
pour les machines et appareils équipés d'un moteur à allumage commandé
per macchine e apparecchi con motore ad accensione comandata

1. Fahrzeug- bzw. Maschinendaten ***Données du véhicule ou de la machine*** **Dati del veicolo o della macchina**	**3. Kontrollwerte** ***Indications de réglage*** **Indicazioni di regolazione**		**Gemessene Werte** ***Valeurs mesurées*** **Valori misurati** **0 – 100 h** **resp. *ou* risp.** **0 – 3000 km**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**	**Gemessene Werte nach der Wartung** ***Valeurs mesurées après le service d'entretien du système antipollution*** **Valori misurati dopo la manutenzione**
- Marke / *Marque* / Marca ..... - Maschinen- oder Geräte-Typ *Type de machine ou d'appareil* Tipo di macchina o di apparecchio ..... - Fahrgestell- bzw. Serien-Nr. *N° du chassis ou n° de série* N. del telaio o di serie ..... - Motor-Kennzeichen *Identification du moteur* Identificazione del motore	- Leerlaufdrehzahl (min-1) *Régime au ralenti (min-1)* Regime del minimo (min-1)	..... min^{-1}	..... min^{-1}	..... min^{-1}	..... min^{-1}
	4. Emissionswerte ***Valeurs d'émission*** **Valori d'emissione**				
	- CO % vol. vol. / del vol.	..... % vol.	..... % vol.	.....% vol.	.....% vol.
	- HC ppm	..... ppm	..... ppm	..... ppm	..... ppm
	- CO_2 % vol. / in % del vol.	.....% vol.	..... % vol.	.....% vol.	.....% vol.
	- Betriebsstunden resp. km-Stand *Heures de service ou kilométrage* Ore d'esercizio o chilometraggio	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)	..... h (km)
2. Messbedingungen ***Conditions de mesure*** **Condizioni di misurazione**	**5. Bestätigung** ***Attestation*** **Attestazione**				
- Motor auf Betriebstemperatur bringen - alle elektrischen Verbraucher ausschalten - weitere Angaben des Herstellers beachten - *Monter le moteur à sa température de service* - *Éteindre tous les équipements qui consomment de l'électricité* - *Suivre les autres indications du constructeur* - Portare il motore alla temperatura di esercizio - Spegnere tutti i dispositivi che consumano elettricità - Seguire le ulteriori indicazioni del costruttore	Datum / *Date* / Data	.....	.....	.....	.....
	Sign. / *Signature* / Firma	.....	.....	.....	.....
	Stempel / *Timbre* / Timbro Die/der Unterzeichnende bestätigt, die Abgaswartung nach Herstellervorschrift und unter Verwendung der vorgeschriebenen Prüfgeräte ausgeführt zu haben. *Le soussigné/La soussignée atteste avoir effectué le service d'entretien du système antipollution conformément aux indications du constructeur et en utilisant les appareils de contrôle prescrits.* Il firmatario attesta di aver effettuato il servizio di manutenzione del sistema antinquinamento secondo le indicazioni del costruttore e utilizzando gli apparecchi di controllo prescritti.				

Allegato 2 Calcolo del valore di riferimento per il numero di particelle

Il regolamento (UE) 2016/1628, entrato in vigore il 1° gennaio 2017, disciplina le emissioni delle macchine mobili non stradali. Il regolamento comprende un valore limite per il numero di particelle pari a 1×10^{12} particelle/kWh aventi diametro superiore a 23 nm nei gas di scarico, da applicare nell'ambito dell'approvazione del tipo. In Svizzera l'OIAt prescrive già dal 2009 per le macchine di cantiere un valore limite del numero di particelle di 1×10^{12} particelle/kWh (all. 4 n. 31 cpv. 2 OIAt). Il nuovo regolamento (UE) 2016/1628 adotta l'attuale valore limite dell'OIAt per la classe di emissione fase V.

Questo valore limite del numero di particelle rappresenta un valore di certificazione. Di norma, la determinazione diretta di tale valore non è possibile al di fuori di un banco di prova, poiché non è nota la potenza istantanea del motore a combustione (dato in kW).

Una conversione teorica del valore limite dell'OIAt nel valore di riferimento, che viene misurato direttamente nei gas di scarico durante la fase di utilizzo della macchina, può essere eseguita applicando la seguente formula:

$$Conc_{Abgas_{LRV}}[unit/m^3] = Conc_{Abgas_{EG}}[unit/kWh] \cdot \frac{\rho_{Abgas}\ [kg/m^3]}{b_e[kg/kWh] \cdot (\lambda \cdot L_{th} + 1)}$$

Tabella 3 - Definizione delle variabili

Variabile	Descrizione
Conc $_{gasOIAT}$	Concentrazione delle sostanze emesse allo scarico secondo l'OIAt riferita al volume del gas di scarico alle condizioni standard (0 °C, 1013 mbar) in unit/m^3, qui numero di particelle/m^3.
Conc $_{gasCE}$	Concentrazione delle sostanze emesse allo scarico riferite al lavoro meccanico utile del motore in unit/kWh, qui numero di particelle/kWh.
unit	Unità quantitativa dei gas di scarico emessi (in grammi «g» oppure in numero di particelle «1» (senza dimensione).
ρ_{gas}	Densità presupposta dei gas di scarico del motore in condizioni standard (secondo tab. 6 del regolamento ECE-R49): per il diesel = 1,2934 [kg/m^3]).
b_e	Consumo specifico medio di carburante in kg/kWh Valore medio di orientamento presupposto: motori ad accensione per compressione (diesel) 0,215 kg/kWh (215 g/kWh)
λ	Rapporto relativo aria/combustibile del motore; valore medio di orientamento presupposto: accensione per compressione λ = 1,8
L_{th}	Valore teorico stechiometrico aria/combustibile, in kg aria/kg combustibile, per il diesel 14,5

Il valore limite del numero di particelle di 1×10^{12} particelle/kWh corrisponde secondo il regolamento (UE) 2016/1628 e secondo l'OIAt a un valore di concentrazione nei gas di scarico pari a 221'986 particelle/cm^3. Di conseguenza, è stato fissato un valore di riferimento di 250'000 particelle/cm^3.

Il valore di confronto pari a $2{,}5\text{x}10^5$ particelle/cm^3 rappresenta un valore simile al limite del numero di particelle secondo l'OIAt, che deve essere verificato nell'ambito della manutenzione del sistema antinquinamento durante la fase di utilizzo della macchina e può essere determinato direttamente nei gas di scarico con strumenti di misurazione adeguati.

Allegato 3 Misurazione del numero di particelle in macchine e apparecchi nuovi di zecca

Per le macchine e gli apparecchi nuovi di zecca, prima della consegna al cliente deve essere effettuata una manutenzione iniziale dei gas di scarico, compresa la misurazione del numero di particelle. È noto in letteratura che i filtri antiparticolato nuovi di zecca devono essere caricati per la prima volta per raggiungere l'effettiva efficienza di separazione. Questo cosiddetto «degreening» del filtro antiparticolato nuovo di zecca avviene normalmente in modo automatico nelle prime ore di funzionamento. Dopo il «degreening», si raggiungono efficienze di separazione stabili e rappresentative.

Nella maggior parte dei casi, la misurazione del conteggio delle particelle può essere facilmente effettuata e superata prima della vendita di una macchina nuova di zecca, anche con ore di funzionamento molto basse.

In alcuni singoli casi, è necessario forzare lo «degreening» del filtro antiparticolato. Ciò è possibile se il motore viene fatto funzionare sotto (maggiore) carico e/o avviando il motore più volte. Anche in questi casi è possibile effettuare e superare una misurazione del numero di particelle.