

Ozone, Coronavirus, Sonoff

Informativa

Questo sito può contenere materiale protetto da copyright il cui utilizzo non è sempre stato specificamente autorizzato dal proprietario del copyright, al solo scopo di ricerca ed esempio.

Mentre ho fatto ogni tentativo per garantire che le informazioni provengano da fonti affidabili, l'autore (M.Sillano) non è responsabile per eventuali errori o omissioni, o per i risultati ottenuti dall'uso di queste informazioni. Tutte le informazioni sono fornite "così come sono", senza alcuna garanzia di completezza, di accuratezza, di aggiornamento o di adeguatezza dei risultati ottenuti dall'uso di tali informazioni. In nessun caso l'autore è responsabile per qualsiasi decisione presa o azione intrapresa sulla base delle informazioni presentate.

In questi tempi si parla molto dell'Ozono sui vari media: la fazione degli entusiasti viene assalita da violentissimi critici.

Ritengo sia soprattutto un problema commerciale e culturale: da una parte abbiamo dei stakeholders (produttori e fornitori di servizi 'ecologici') che hanno interesse alla diffusione dell'ozono, ma essenzialmente come tecnologia per "professionisti" ed "addetti ai lavori", dall'altra parte troviamo dei players che reagiscono alla gestione 'esoterica' dell'argomento, e spesso con argomenti altrettanto capziosi. Una contraddizione dialettica in fase di ineluttabile implosione sotto la pressione tecnologico-commerciale e l'emergenza COVID-19

Mi ricorda un po' l'evoluzione vissuta dal mondo dell'IT, iniziata a partire dal 1981: il passaggio da un'informatica basata su servizi centralizzati ('centri di calcolo', IBM, UNIX, COBOL) ad un'informatica 'diffusa' (PC, Microsoft, Linux, Java), sottoposti alla pressione tecnologica (micro 8088) e commerciale ('cloni IBM cinesi').

Pernangono evidenti gli echi di queste dialettiche anche nel linguaggio: così come i termini usati all'interno di una SW house sono differenti da quelli usati da un hacker, anche i siti WEB degli stakeholders dell'Ozono hanno spesso caratteristiche simili e peculiari: povertà di informazioni tecniche verificabili, autoreferenzialità con eccesso di entusiasmo pubblicitario, etc... tipiche delle fake news.

E se invece cercassimo di fare un punto oggettivo? Ampliare la consapevolezza dei pregi e dei rischi della sanificazione domestica con l'Ozono? Trovare spazi DIY (Do It Yourself) sull'argomento, per svincolarlo da questa impasse dialettica? Ritengo sia un contributo quasi doveroso nell'attuale situazione. Potrebbe essere importante, direi quasi vitale, per qualcuno poter fare scelte razionali.

Ecco il piano:

A) informazioni oggettive e documentate sull'ozono:

- [Ozono PRO: fatti](#)
- [Ozono CON: fatti](#)

B) Usi dell'ozono, con un piccolo campionario di prodotti rappresentativi sul mercato, per informarsi dello stato dell'arte e per fare scelte consapevoli:

- [Strategie nell'uso dell'ozono](#)
- **Air purification ozone generators**
 - [Alcuni esempi](#)
 - [Analisi](#)
 - [Good practices](#)
- **Shock ozone generators**
 - [Alcuni esempi](#)
 - [Analisi](#)
 - [Good practices](#)

- C) Strategie e dispositivi: Finalmente, come usare in casa l'ozono? 5 progetti DIY:
- [simulOzone](#) simulatore dei processi di diffusione su PC o smartphone.
 - [ozoneMeter](#) (work in progress) semplice allarme per l'ozono
 - [ozoneTimerPDM](#) (work in progress) timer con funzione PDM
 - [ozoneMaster](#) (work in progress) un timer, con in più controllo in tempo reale,.
 - [O'safe](#) (progetto) un dispositivo di sanificazione ad ozono per tutti.

D) Riferimenti

Per rintracciare le fonti delle informazioni e per documentarsi, ecco l'indispensabile bibliografia. Prima di prendere ogni decisione sviluppate le vostre competenze e agite solo su base di scelte personali razionali e ponderate.

Nota: Per guadagnare tempo, contrariamente alla mia abitudine, ho deciso di pubblicare questa ricerca come *work in progress*. Non tutti i progetti sono conclusi e quindi ci saranno aggiornamenti. Spero che questa decisione comporti anche qualche feedback che mi aiuti a migliorarla.

Ultima versione: <https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff>

Grazie.

Nota: I link non funzionano nel viewer di github. Per poter cliccare i link, scaricare questo file ed utilizzare un pdf-viewer sul vostro PC.

Ozone PROS, facts

Ovviamente, le maggiori fonti di informazioni sui benefici dell'Ozono sono gli stakeholders (produttori di apparecchiature e fornitori di servizi sanitari), ma sull'argomento esistono anche autorevoli studi sia internazionali che italiani.

- FP1: Il Ministero della Sanità italiano con protocollo 24482 del 31 luglio 1996 ha riconosciuto l'utilizzo dell'ozono nel trattamento dell'aria e dell'acqua, come presidio naturale per la sterilizzazione di ambienti contaminati da batteri, virus, spore, muffe ed acari. [1]
- FP2: Il forte potere ossidante dell'ozono consente al gas di ossidare ed inattivare numerosi composti organici (fenoli, benzene, triometani, pesticidi) ed inorganici (cianuri, solfiti, nitriti). [2]. Le sostanze nocive sono usualmente decomposte in sostanze meno nocive, o persino completamente mineralizzate in mezzi come acqua, anidride carbonica ed azoto. [28]
- FP3: Le unità di misura della concentrazione dell'ozono nell'aria (e nell'acqua) sono[35][32]:
 $1 \text{ mg/m}^3 = 1000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (in aria)
 $1 \text{ mg/l} = 1000 \text{ } \mu\text{g/l}$ (in acqua)
 $1 \text{ ppm} = 1000 \text{ ppb} = 1 \text{ mg/l (in acqua)} = 2,14 (48/22,71109) \text{ mg/m}^3$ (in aria)
- FP4: *L'Ozono può essere generato in vari modi, i più diffusi sono*
 - *Effetto corona, economico e con elevato rendimento, richiede aria secca e manutenzione.*
 - *Lampade UV, con rendimento più basso ma minore manutenzione.*
- FP5: L'ozono è instabile e si decompone spontaneamente a O_2 minimizzando i rischi per la salute umana, legati al residuo chimico negli "alimenti e negli effluenti" in quanto, dopo aver reagito, si decompone, non producendo composti indesiderabili e non lasciando odori spiacevoli. [14]
- FP6: La sua emivita in aria varia a seconda delle condizioni atmosferiche come temperatura, umidità e il movimento dell'aria. Alcune indicazioni non verificate affermano che l'ozono può avere un'emivita breve, circa trenta minuti in condizioni atmosferiche.[23]. Emivita in aria: 20 minuti +/- 10 minuti [10]
- FP7: Essendo un gas penetra negli interstizi e nei materiali porosi, cosa che non avviene per esempio con gli UV, che non agiscono nelle zone 'in ombra'. [24][10]
- FP8: Sanifica e purifica l'aria. Elimina qualunque odore. Elimina inquinanti organici e chimici. È possibile usarlo per sanificare (*non solo ambienti ma anche*) materassi, divani, poltrone, tappeti, moquette, autoveicoli, eccetera. [3][24][39]
- FP9: Usi domestici: Nei frigoriferi per aumentare la durata dei cibi e togliere i cattivi odori. Per togliere l'aria viziata dove si fuma o dove ci sono infermi. Per abbattere Acari, spore etc. Per la deodorizzazione della cucina e togliere i cattivi odori. Nelle piscine. Per togliere i pesticidi dalla frutta e dalla verdura. Per togliere il sapore di Cloro dall'acqua e così risparmiare sul costo dell'acqua minerale. Per combattere le allergie respiratorie in genere, etc... [5][7][39]
- FP10: L'ozono può essere eliminato, in acqua ed aria, con filtri al carbone attivo [5] o ricombinatori catalitici [40].
- FP11: Recenti articoli stampa: La Repubblica.it "Sanificare con l'ozono ai tempi del coronavirus" [34], Il Gazzettino: "Trasporto pubblico: ogni notte interventi di sanificazione su bus, vaporetti e fermate"[4].
- FP12: Molti studi confermano l'efficacia dell'Ozono contro i virus [10][24].
- FP13: L'effetto sui virus aumenta con l'umidità (70%, 90%)[10].

FP14: Inattivazione di batteri, virus, funghi, muffe ed insetti in seguito ad ozonizzazione in aria [2]
[24]

ORGANISMO	CONCENTRAZIONE	TEMPO DI ESPOSIZIONE
BATTERI (<i>E. Coli</i> , <i>Legionella</i> , <i>Mycobacterium</i> , <i>Fecal Streptococcus</i>)	0,23 ppm - 2,2 ppm	< 20 minuti
VIRUS (<i>Poliovirus type-1</i> , <i>Human Rotavirus</i> , <i>Enteric virus</i>)	0,2 ppm - 4,1 ppm	< 20 minuti
MUFFE (<i>Aspergillus Niger</i> , vari ceppi di <i>Penicillium</i> , <i>Cladosporium</i>)	2ppm	60 minuti
FUNGI (<i>Candida Parapsilosis</i> , <i>Candida Tropicalis</i>)	0,02 ppm - 0,26 ppm	< 1,67 minuti
INSETTI (<i>Acarus Siro</i> , <i>Tyrophagus Casei</i> , <i>Tyrophagus Putrescentiae</i>)	1,5 - 2 ppm	30 minuti?

FP15: Nei confronti di insetti e roditori (ca. 70 specie possono infestare gli alimenti e gli ambienti alimentari) agisce attraverso l'irritazione delle mucose, l'inibizione della sintesi dei lipoproteo-polisaccaridi cellulari e lo squilibrio dei neuro-recettori e trasmettitori.[18][24]

In questo contesto non interessano le controverse opinioni riguardanti i benefici di varie forme di ozonoterapia [20]. Esulano dall'ambito scelto della sanificazione domestica.

FP16: L'efficacia dell'Ozono contro il COVID-19 non è ancora stata dimostrata, ma basandosi sull'esperienza con la SARS, (killing rate 99.22%) "it is reasonable to predict that ozone is equally effective in preventing and controlling the new coronavirus." [8]

FP17: "Wet and dry films of viruses were found to be equally susceptible to the treatment regimen", "The ozone gas is also capable of efficiently killing aerosol-borne viruses." [10].

Ozono sciolto in acqua

FP18:
Solubilità Ozono in acqua: 1050 mg/l (a 0°C) [23]
Solubilità dell'Ozono in acqua [22]

Temperatura dell'acqua °C	Concentrazione dell'ozono in fase gas (% peso)				
	0,1%	1,0%	1,5%	2,0%	3,0%
	Solubilità dell'Ozono (mg/lt)				
5	0.74	7.39	11.09	14.79	22.18
10			9.75	13.00	19.5
15			8.40	11.19	16.79
20			6.43	8.57	12.86
25	0.35	3.53	5.29	7.05	10.58
30	0.27	2.70	4.04	5.39	8.09

- FP19: L'ozono è un gas molto reattivo, che con le sostanze contenute nell'acqua reagisce in due modi:
- Ossidazione diretta: nell'acqua, l'ozono reagisce direttamente con tutta una serie di sostanze organiche e inorganiche. Si tratta di una reazione molto selettiva, cioè vengono preferibilmente attaccati determinati legami (per es. doppi legami C=C, composti fenolici, gruppi amminici). Per questo motivo, vi sono sostanze che vengono attaccate molto rapidamente mentre altre sono persistenti rispetto all'ozono.
 - Ossidazione indiretta: nell'acqua, in presenza di carbonio organico e ioni di idrossido (OH⁻), una parte dell'ozono si decompone in radicali idrossili (OH[•]). Questi reagiscono molto velocemente e in modo non specifico con una varietà di sostanze.[21]

FP20: Indicazioni la per saturazione in acqua con generatore da 500 mg/h

1l	5'
4l	15'
8l	30'

FP21: A seconda della qualità dell'acqua, il tempo di dimezzamento dell'ozono va da secondi ad ore. Tempo di dimezzamento in acqua a diverse temperature[26]:

15°C	30 minuti
20°C	20 minuti
25°C	15 minuti
30°C	12 minuti
35°C	8 minuti

Ozone CONS: facts

- FC1: **L'ozono è pericoloso, potenzialmente mortale.** E' vero !
*Noi utilizziamo o entriamo in contatto continuamente con sostanze naturali od artificiali **sicuramente mortali**: vernici e solventi, gas in bombole, varechina, benzine, anidride carbonica, monossido di carbonio, etc... Continuo a pensare che sia soprattutto un problema culturale, effetto della dialettica tra contrastanti interessi.[31]*
- Dalla data della sua scoperta e produzione l'Ozono non ha mai creato incidenti o eventi fatali.[5]

Rischi per l'uomo

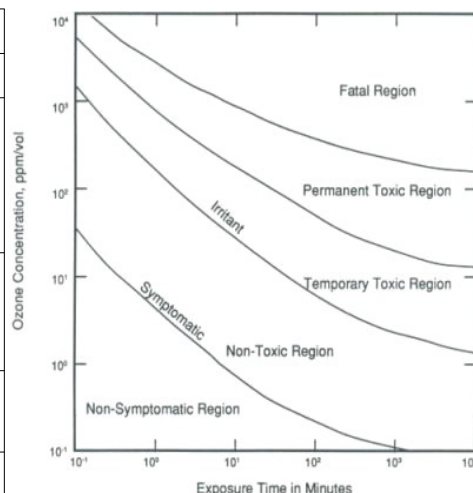
- In questo contesto non interessano gli studi epidemiologi degli effetti dell'Ozono come inquinante ambientale, vedere ad esempio un rapporto APAT sull'impatto sanitario dell'Ozono atmosferico [6] in 13 città italiane, oppure il rapporto dell'OMS[9]. Esulano dall'abito della sanificazione domestica.*
- FC2: Occorre comunque tenere presente che i livelli di Ozono nell'atmosfera estiva urbana (fondo atmosferico) possono raggiungere picchi anche elevati (0.180 ppm)[9], interferendo con i processi di sanificazione (misure errate, scatto di allarmi, etc.)[11] Dati giornalieri sono forniti dalle agenzie per l'ambiente locali [35].
Il livello di ozono in un appartamento è in genere più basso del fondo atmosferico se il locale è chiuso (per decomposizione spontanea) tranne nei casi in cui esistano sorgenti di ozono locali: apparati con tensioni elevate (come stampanti, fax, fotocopiatrici, etc.) o lampade UV, ma anche fumo di sigarette.
- FC3: La soglia di percezione olfattiva dell'ozono è di 0,04 mg/m³ (~ 20 ppb), circa cinque volte più bassa rispetto al valore di sicurezza (*vedere oltre*). Fortunatamente l'ozono può dunque essere percepito già a basse concentrazioni, che non hanno effetti sulla salute umana, al contrario, ad esempio, del monossido di carbonio, inodore.
A basse concentrazioni, l'ozono è percepito come pungente, penetrante. A concentrazioni

superiori ha un odore simile al cloro. Attenzione: si verifica un'assuefazione all'odore, pertanto dopo poco tempo non viene più percepito. [11][15]

FC4: L'ozono attacca principalmente le mucose degli occhi, naso, cavità orale e vie respiratorie ed è dannoso per la salute già a concentrazioni basse ($> 0,2 \text{ mg/m}^3 \sim 0,1 \text{ ppm}$). [11][25]

FC5: In concentrazioni più alte, l'ozono può causare effetti sulla salute a seguito di inalazione. Sintomi, come irritazioni della membrana mucosa seguite spesso da emicranie. Questi sintomi possono anche manifestarsi durante episodi di smog fotochimico.[23][9]

Concentrazione di ozono	Possibili effetti sulla salute
$> 0,2 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 0,1 \text{ ppm}$)	<i>Tosse, bronchite cronica</i>
$> 1,0 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 0,5 \text{ ppm}$)	<i>Forte irritazione agli occhi e alle vie respiratorie con forte tosse, sangue dal naso e problemi respiratori</i>
$> 2,0 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 1,0 \text{ ppm}$)	<i>Senso di costrizione toracica, vertigini, cefalee, disturbi circolatori</i>
$> 20 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 10 \text{ ppm}$)	<i>Perdita di coscienza, emottisi, morte</i>
$10\,000 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 5\,000 \text{ ppm}$)	<i>Morte immediata</i>



FC6: I danni maggiori per l'uomo si hanno quando i radicali liberi producono una serie di lesioni al DNA, causando rotture, distorsioni della doppia elica e legami crociati fra le basi azotate. [2]

FC7: Per i lavoratori esposti all'ozono, i valori limiti di soglia (TRESHOLD LIMIT VALUES-TLV) [33] sono relazionati all'attività fisica svolta (in quanto cambiano i volumi di aria inspirata). I valori indicati dall'ACGIH, American Conference of Governmental Industrial Hygienists, sono:

- Per il lavoro pesante, moderato o leggero, ma svolto in un arco temporale minore di 2 ore il TLV-TWA è posto a **0,2 ppm**, pari a $0,4 \text{ mg/m}^3$
- Per il lavoro svolto oltre le due ore:
 - per il lavoro leggero il TLV-TWA è posto a $0,1 \text{ ppm}$, pari a $0,21 \text{ mg/m}^3$;
 - per il lavoro moderato il TLV-TWA è posto a $0,08 \text{ ppm}$, pari a $0,16 \text{ mg/m}^3$;
 - per il lavoro pesante il TLV-TWA è posto a $0,05 \text{ ppm}$, pari a $0,1 \text{ mg/m}^3$. [12][14]
- Per gli impianti industriali di Ozono:
 - "livello di avvertimento": da $0,2 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 0,1 \text{ ppm}$)
 - "livello di allarme": da $0,4 \text{ mg/m}^3$ (**$\sim 0,2 \text{ ppm}$**) [11]

"Listen to what your body is telling you... if you think you may be breathing in too much ozone, you may just be. Get to an area with fresh oxygen and the symptoms of ozone exposure should quickly go away." [19].

FC8: Limits California Ambient Air Quality Standards (CAAQS) of 90 parts per billion (ppb), 1-hour average, and **70 ppb**, 8-hour average, for ozone. [38]

FC9: I limiti per l'ozono atmosferico in Italia sono: $120 \mu\text{g/m}^3$ ($\sim 60 \text{ ppb}$ target) $180 \mu\text{g/m}^3$ (**$\sim 90 \text{ ppb}$** informazione) $240 \mu\text{g/m}^3$ ($\sim 120 \text{ ppb}$ allarme) [36]

FC10: Il valore limite di scarico dell'ozono in aria esterna, ai sensi dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico (Italia), è di $0,12 \text{ mg/m}^3$ ($\sim 0,06 \text{ ppm}$; valore medio orario). [11]

Rischi per animali, piante

FC11: Per gli animali domestici, considerare quanto detto per l'uomo.

FC12: Per le piante il limite è più basso: $0,05\text{-}0,12 \text{ ppm}$ ($0,1 - 0,2 \text{ mg/m}^3$). [13]

Altri rischi

FC13: L'Ozono può ossidare i metalli ed attaccare alcuni materiali sintetici e gomme. In particolare:[20][23]

- *Metalli a rischio*: lamine di acciaio non trattate, superfici di taglio.
- *Metalli a prova di Ozono*: Acciaio inossidabile, alluminio (trattamento Alumite) e tutti quelli con trattamenti superficiali di galvanizzazione o coating. [20]
- *Gomme a rischio*: gomma naturale, lattice, poliuretano espanso, cloroprene
- *Gomme a prova di ozono*: Teflon, Viton, Gomme siliconiche, gomme cloro viniliche, gomme fluorurate.

“We suggest computers and valuable electric devices be removed. Leave the clothes, furniture, and everyday items”[19].

FC14: Quando l'aria ambiente contiene elevata umidità, reagisce con l'ozono. Ciò porta ad una riduzione del rendimento dell'ozono prodotto per KWh. Un problema supplementare derivante dall'alta umidità è la presenza di reazioni indesiderate nell'unità a corona.[29]

Limiti dell'azione dell'Ozono nel trattamento delle acque reflue

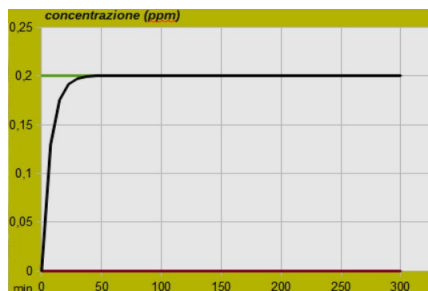
FC15: “Il est reconnu que l'ozonation d'eaux usées ayant une charge spéciale, par exemple à cause d'apports industriels, peut induire une augmentation de la toxicité. De même, des eaux usées ayant des concentrations élevées en bromure ne sont pas adaptées à un traitement à l'ozone (3 – 5 mg/l)”.[16]

FC16: Il tasso di eliminazione dipende dalla sostanza e dalla quantità di ozono. Ci sono sostanze che già a dosaggi molto bassi di ozono vengono completamente rimosse mentre altre si degradano in misura limitata anche con dosaggi molto elevati. Tra le sostanze facili da rimuovere ci sono, per esempio, le sostanze ormonali e gli antibiotici. Al contrario, sono difficili da rimuovere la maggior parte dei mezzi di contrasto a uso radiologico, alcuni biocidi o il principio attivo antidolorifico ibuprofene.

Con una dose di ozono di 0,7-0,9 gO₃/gDOC (ca. 3-5 mgO₃/l), i microinquinanti sono stati rimossi in maniera ottimale.[17]

Strategie nell'uso dell'ozono

L'Ozono è utilizzato secondo due strategie principali:

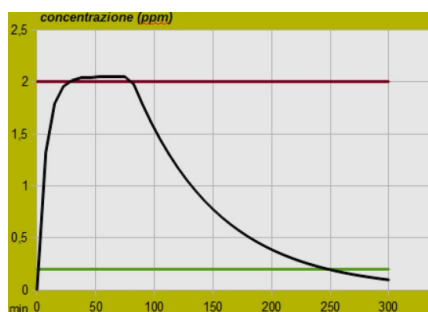


Air purification: L'ozono è diffuso di continuo in presenza di persone. L'obiettivo è la deodorizzazione e la riduzione degli inquinanti nell'aria.

In nessun caso l'uso dell'Ozono deve comportare rischi per la salute. Il limite **200 ppb** (CF7) riguarda i lavoratori adulti, in buona salute.

I limiti per l'intera popolazione, composta da individui più a rischio, bambini, anziani, malati di asma e di malattie polmonari, etc... definite in riferimento al fondo atmosferico,

sono più stringenti ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Circa **60 ppb**). In California: **90 ppb** (media 1 ora) e **70 ppb** (media su 8 ore)[38]



Shock treating: l'ozono è diffuso ad alta concentrazione in ambienti vuoti, senza persone, animali e piante, per un tempo limitato.

L'obiettivo è l'eliminazione di germi, virus, muffe. Escludendo le muffe, più resistenti, si può prendere come riferimento un livello minimo di Ozono di **2 ppm, per 20 min**: appare adeguato per una completa (FP13) sanificazione [37].

Conviene tenere la concentrazione la più bassa possibile, per evitare rischi inutili e ridurre i tempi.

Air purification ozone generators








I dispositivi in questo gruppo sono destinati all'uso continuo in presenza di persone.

Generalmente non dispongono di controllo per regolare o limitare la produzione di Ozono (timer).

Sono di piccola potenza (max 500 mg/h), con l'ipotesi implicita che *in nessuna situazione possano produrre nell'aria dei livelli di Ozono dannosi alla salute.*

Alcuni hanno l'uscita dell'aria in pressione, con un tubo e una pietra porosa, per poter diffondere l'Ozono anche in acqua.

Alcuni esempi:

	<p>Aria, a batteria. Produzione ozono: 8 mg/h, fino a 10 m² prezzo ebay: 15.29 US\$ reference</p>
	<p>Aria, Acqua con tubo e pietra porosa. Senza timer Produzione ozono: 500 mg/h prezzo aliexpress: 18.20 € reference</p>
	<p>Aria Produzione Ozono: 500 mg/h (con persone) 8000 mg/h (shock) timer ciclico (PDM) per ridurre la produzione di ozono. Prezzo 1550.00 € reference</p>
	<p>Aria Produzione Ozono 500 mg/h 2 Cicli PDM al 10%, 50' o 80' Fino a 20 – 60 m² prezzo 118.60 € reference</p>
	<p>Aria, Ozono + ioni negativi. Produzione Ozono 120 mg/h Fino a 20m² Prezzo Banggood: 37.70 US\$ reference</p>
	<p>Aria, acqua con tubo e pietra porosa. Produzione Ozono 500 mg/h timer: 15, 30 minuti, ritardo avvio. Prezzo 150 € reference</p>
	<p>Kitchen Disinfection Washing Machine Produzione ozono ?? timer Prezzo Banggood 79,54 US\$ reference</p>

Per farsi un'idea più completa delle caratteristiche e degli usi di questa categoria di generatori, si possono leggere il seguente [manuale \(italiano\)](#) o [questo](#), oppure il [manuale \(inglese\)](#) o anche [questo](#).

Analisi

I generatori di questa categoria sono abbastanza sicuri, ma l'ipotesi base è almeno opinabile:

1. I livelli di Ozono raggiungibili con un generatore di questa categoria dipendono da molti fattori: dal volume dell'ambiente, dalla durata del trattamento e da molte altre variabili. E' impossibile garantire che i limiti di sicurezza (0,06 - 0.2 ppm) non siano mai superati.[38]
2. In presenza di Ozono atmosferico fotovoltaico la concentrazione totale di ozono è data da:
Ozono nel fondo naturale + Ozono dal generatore
e può superare i livelli di sicurezza(FC2).

Ad una concentrazione sicura (0.06 – 0,2 ppm) la sanificazione da virus non è garantita (FP13).

I generatori fino a 500 mg/h non sono pertanto usabili per la sanificazione degli ambienti in modo chock (non raggiungono la concentrazione minima di 2 ppm se non con volumi molto ridotti), ma possono essere utili in una miriade di occasioni domestiche, soprattutto se hanno la pietra porosa:

- Deodorizzazione di medi o piccoli ambienti: camere da letto, bagni, cabine armadio, garage, cantine etc...
- Deodorizzazione ed eventuale sanificazione di piccoli volumi: frigoriferi, lavatrici, armadi portascarpe etc...Inserendo il generatore all'interno (se piccolo, a batteria) oppure tramite il tubo.
- Trattamenti in acqua di verdure, frutta, etc...(FP7).
- Contro il COVID-19 possono essere utili inoltre per la sanificazione di piccoli oggetti, per esempio rientrando nell'abitazione: mascherine riusabili, occhiali, portafoglio, chiavi, telefonini (con qualche rischio, v. FC12), scarpe etc... possono essere posti in una scatola di plastica chiusa, dove entra il tubo che porta l'Ozono. Il trattamento può essere molto efficace purché si raggiungano le condizioni minime richieste (2 ppm, per 20 min).

good practices

Prima di usare un generatore di Ozono in un nuova applicazione, utilizzare sempre il [simulatore](#) per rendersi conto delle concentrazioni massime raggiungibili, dei tempi di ripristino etc...

1. Quando si utilizzano questi generatori con piccoli volumi:
 - Operare in stanze con le finestre aperte.
 - Utilizzare un [timer](#)
 - Dopo aver spento il generatore attendere un po' di tempo (e.g. 30 min) prima di aprire il contenitore, per permettere alla decomposizione dell'Ozono di ridurre la concentrazione.
 - Aprire i contenitori all'aria aperta, non in una stanza.
2. Quando si utilizzano questi generatori per lungo tempo in ambienti frequentati da persone o animali:
 - Se entrando nell'ambiente l'odore di Ozono è troppo pungente, spegnere il generatore di Ozono e arieggiare il locale per qualche minuto prima di accedervi per lungo tempo.
 - *Utilizzare uno o più [segnalatori di allarme](#) ozono, eventualmente leggibili anche all'esterno dell'ambiente trattato*
 - Nei giorni di allerta per eccesso di Ozono atmosferico non usare i generatori di Ozono.
3. Quando si utilizzano questi generatori con pietra porosa in acqua, e.g. lavaggio verdure:
 - Operare in cucine con porta chiusa e finestre aperte
 - *Utilizzare un segnalatore di [allarme ozono](#).*
 - Usare il timer
 - Usare i guanti

Shock ozone generators

I generatori di maggiore portata (> 500 mg/h) sono utilizzati per trattamenti 'professionali' shock: elevate concentrazioni per sanificare ambienti senza persone, animali o piante, per un tempo limitato.

Alcuni esempi:



Aria, Acqua con tubo e pietra porosa.
Produzione ozono: 2000 mg/h
Con timer elettromeccanico 0-60', hold
prezzo aliexpress: 23,82 €
(ho utilizzato questo modello)
[reference](#)



Aria, per impianti di condizionamento, serre indoor. Dia. 150 mm
Produzione Ozono 5 g/h
Senza ventilatore
prezzo 268,71 €
[reference](#)



Aria, con ventilatore
Produzione ozono: 24 g/h
(ho utilizzato questo modello)
Senza timer.
prezzo aliexpress: 33,62 €
[reference](#)



Aria, con ventilatore
Produzione Ozono 3 g/h
Timer 0-120', hold
prezzo Banggood 96,54 US\$
[reference](#)



u Aria, *"va utilizzato esclusivamente da professionisti abilitati."*
Produzione Ozono 18 gr/h
Timer,
Scheda I.O.T. *per rendicontare i valori registrati dei trattamenti realizzati.*
Prezzo 3'050.00 €
[reference](#)

Per farsi un'idea delle caratteristiche e degli usi di questa categoria di generatori, si può leggere il seguente [manuale \(italiano\)](#) oppure il [manuale \(inglese\)](#) o [questo](#), di alcuni generatori di Ozono commerciali.

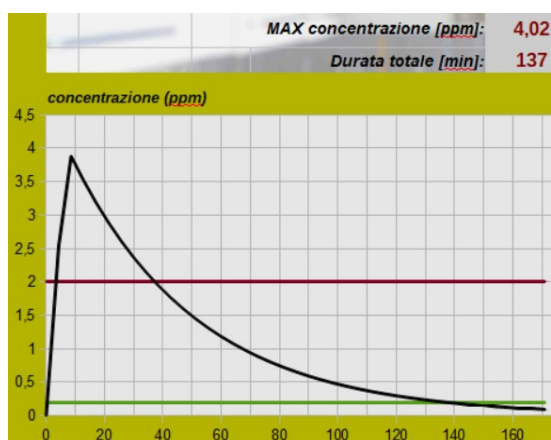
Analisi

Per questo tipo di trattamento i locali **devono essere vuoti, senza persone, animali, piante** per molte ore.

Mentre questa condizione è semplice da raggiungere in uffici, locali pubblici, negozi, dove di notte e nel weekend non rimane nessuno, è più difficile da realizzare in una normale abitazione.

Sussistono comunque alcune possibilità:

- un locale separato (garage, cantina, etc...) può essere sanificato facilmente senza grossi problemi.
- possono essere sanificate di notte le singole stanze (ovviamente non le camere da letto) accuratamente sigillate.
- utilizzare trattamenti molto controllati di breve durata (2-4 ore) più compatibili con le dinamiche domestiche.



Esempio:

stanza media sanificata in circa 2 ore.

Stanza: 20 m²

Generatore: 24 g/h

Attivazione: 7', PDM 20%

Trattamento: 30'@2ppm

Durata totale: 137' = 2h17'

Per sigillare un singolo ambiente, si può usare nastro adesivo da carrozzieri, con teli di plastica per le aperture più ampie.

Anche le guarnizioni in gommapiuma vendute in rotoli, da incollare ai battenti, possono essere utili per finestre e porte.

Verso l'esterno è consigliata una piccola apertura (una finestra aperta per uno o due centimetri) per facilitare il rifornimento di ossigeno.

Per favorire la distribuzione omogenea dell'ozono nell'ambiente:

- Posizionare il generatore più in alto possibile
- Uno (o più) ventilatori oscillanti posti sul pavimento e diretti verso l'altro sono raccomandati.

Si velocizza la fase di ripristino favorendo lo scambio di aria con l'esterno. Raccomandabile è l'uso di ventilatori-estrattori fissi alle finestre, con azionamento temporizzato.

Un sistema portatile si può realizzare con tubi per condizionamento flessibili in tessuto, da 15 cm. ed oltre, provvisti di un ventilatore da un lato, mentre l'altro lato esce da una finestra socchiusa, sigillata con plastica e nastro adesivo. Non semplicissimo ma molto valido.

E' importante per la sicurezza prevedere l'imprevedibile:

- Piazzare dei cartelli nei punti di accesso ai locali trattati per scongiurare ogni rischio.
- Utilizzare sempre misuratori ed [allarmi per l'ozono](#), possibilmente con lettura esterna al locale trattato.

good practices

Prima di usare il generatore di Ozono in un nuova applicazione, utilizzare sempre il [simulatore](#) per verificare i parametri in gioco: volumi, tempi di attivazione, concentrazioni massime raggiunte, tempi di ripristino etc...

Più simulazioni ci permettono di orientarci verso la migliore strategia.

1. A causa degli elevati valori di Ozono, è assolutamente indispensabile l'uso di un [Timer](#) (meglio PDM per poter ridurre la produzione) per spegnere il generatore senza intervento umano, al termine delle operazioni previste.
2. Per avere la garanzia di raggiungere i livelli di concentrazione necessari alla sanificazione un timer non basta. Occorre un [controllo on-off](#) che misuri in tempo reale la concentrazione di ozono raggiunta e controlli di conseguenza il generatore. Purtroppo questi dispositivi non sono presenti nella quasi totalità dei generatori commerciali. Si trovano in impianti industriali, nei laboratori di ricerca o in apparecchiature di uso medico.
3. Per evitare la necessità di dover far affidamento su previsioni della durata del trattamento, sempre aleatorie, anche usando un simulatore, è sicuramente consigliabile usare [misuratori ed allarmi per Ozono](#).
4. Preparare l'ambiente:
 - Allontanare gli animali domestici e le piante.
 - Togliere o imbustare in un sacchetto di plastica ermetico i dispositivi elettronici
 - Sigillare tutte le aperture, eventualmente lasciare uno spiraglio verso l'esterno.
 - Generatore in alto, ventilatori sul pavimento
 - Nella vie di accesso piazzare dei cartelli di avviso
5. Se è presente un impianto centralizzato di aria condizionata, sigillare le bocchette
Se invece è presente un condizionatore d'aria, accenderlo in modalità 'ventilatore': non solo contribuirà al movimento dell'aria, ma così si disinfetteranno perfettamente i suoi filtri
6. Usare sempre un [Timer PDM](#), o meglio ancora un [controllo on-off](#).
Per ambienti molto grandi od interi appartamenti si possono utilizzare contemporaneamente più generatori e più ventilatori. In questi casi è indispensabile usare un [controllo on-off](#) per ogni generatore, per garantire un'uniforme distribuzione.
7. Collegare il generatore di Ozono ad una presa all'esterno dell'ambiente da sanificare, usando se necessario una prolunga. (**Alternativa in caso di emergenza: non entrare! Usare l'interruttore generale per togliere la tensione!**).
8. Attendere almeno il tempo previsto dal simulatore prima di rientrare nell'ambiente.
9. Come prima azione aprire le finestre e le porte che danno all'esterno.

Ozono, strategie e dispositivi

"We must secure the help of ozone at the time of the new coronavirus epidemic. We must work together to make good use of ozone to defeat the epidemic." [8]

Una cosa è la sanificazione di ambienti pubblici, con elevata affluenza di persone, che deve essere ripetuta a cadenza giornaliera, altra cosa è la sanificazione di appartamenti ed abitazioni, soprattutto in lockdown.

Per la sanificazione domestica, dopo un'eventuale sanificazione generale, ci si deve preoccupare soprattutto di non importare dall'esterno, per trasporto, materiali contagiati, anche quando si è tenuto un comportamento corretto e prudente fuori casa.

Scenario:

in un supermercato un paziente asintomatico starnutisce. Una sfera di droplets di raggio minimo di 1 o 2 metri si forma di conseguenza. Nessuno presente: tutto bene!

Sbagliato!

Una certa percentuale di droplets si deposita sulle superfici, interessando solo una zona circolare di raggio 1-2 m. Con però una capacità di infettare ancora per 12-36 ore.

In quest'area il carrello della spesa, gli espositori, le confezioni di cibo ed il cibo stesso esposto sono contaminati.

Un addetto, con guanti naturalmente, riordina un'ora dopo quel ripiano dell'espositore, poi passa a scaricare delle confezioni di caffè in un altro settore. Quel carrello è utilizzato da altri utenti, che poi guideranno la loro vettura...

Potete immaginare la diffusione che ne scaturisce, con un semplice paragone: si è mai rotta a voi o a vostro figlio una penna biro con fuoriuscita dell'inchiostro? In poco tempo trovate macchie d'inchiostro dappertutto: sulle mani, sui vestiti, su tutto ciò che avete toccato. Ecco, questa è l'idea del trasporto.

Ultimo atto: mani non lavate portano il virus ad occhi, naso, bocca (con un panino?): Il COVID-19 da virus a diffusione aerea ha agito come virus da contatto.

In questa ottica un ambiente (garage, anticamera etc.) può essere destinato a sanificare i vestiti e le scarpe usate all'esterno, e quant'altro dall'esterno deve entrare in casa.

Rientrando, sempre con i guanti, deponete scarpe, vestiti esterni, tutti gli oggetti provenienti da fuori. Non li dovete più toccare ed ora si possono togliere i guanti e si devono disinfettare le mani.

Indossate le scarpe e i vestiti 'da interno' che avete lasciato lì al momento della partenza.

Questo ambiente può essere sottoposto a sanificazione con Ozono dopo ogni rientro a casa: terminata la sanificazione, gli indumenti e ogni oggetto e cibo proviene dall'esterno possono essere utilizzati in sicurezza.

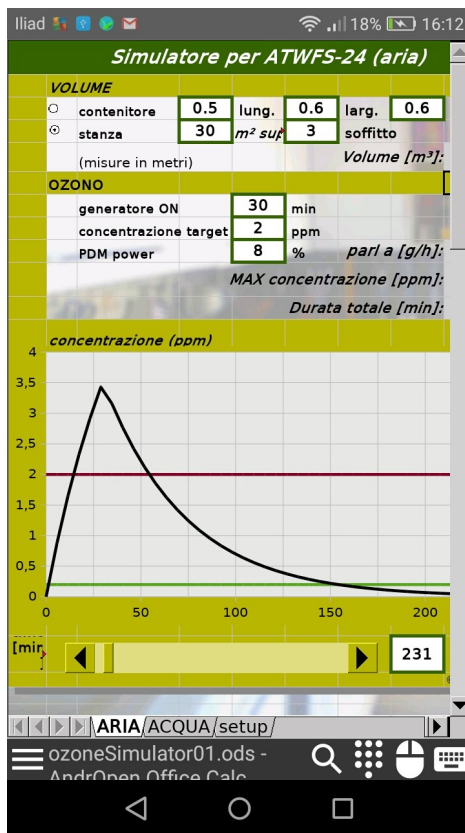
Vi ricorda un film di fantascienza con le camere di decontaminazione? Anche a me, ma questa è la situazione senza vaccini: stessi problemi, stesse soluzioni.

I nuovi scenari che l'attuale situazione sanitaria mondiale ha creato hanno trovato impreparati tutti, anche gli stakeholders dell'ozono.

Seguono alcuni progetti DIY per semplificare la sanificazione domestica con ozono, alcuni analoghi a soluzioni esistenti, altri totalmente innovativi.

1) simulOzone

La concentrazione di Ozono in un dato volume dipende da 2 fattori:



- **Quantità di Ozono** generata nell'unità di tempo (mg/h oppure g/h). Dipende dal generatore usato, e può variare a causa del calo d'efficienza nel tempo, della presenza di elevata umidità dell'aria, della scarsità di ossigeno, etc...
- **Ozono consumato** nell'unità di tempo, in misura proporzionale alla concentrazione. Si valuta con un parametro, *emivita* o *tempo di dimezzamento* (Ozono nell'aria: da 20 min ad alcune ore, FP6, FP21) pari al tempo necessario al dimezzamento della concentrazione. Il meccanismo principale è l'auto-ricombinazione dell'ozono in ossigeno (FP5), ma intervengono anche altri fattori: umidità e movimento dell'aria ozonizzata, fuoriuscita di ozono dall'ambiente trattato, presenza di sostanze con effetto catalitico, etc...
- In presenza contemporanea di un meccanismo di produzione ed di un altro di consumo la concentrazione tende ad un valore di equilibrio non superabile. In altre parole, per ogni combinazione di ge-

neratore/ambiente esiste un limite alla concentrazione massima che si può ottenere, anche in tempi molto lunghi.

Questo costituisce il problema: la concentrazione è definita da equazioni differenziali e segue un andamento esponenziale, pertanto è una grandezza non lineare e non calcolabile con operazioni matematiche semplici.

Per questi motivi ho sviluppato "simulOzone", un'app per PC e smartphone che permette di visualizzare l'andamento della concentrazione di ozono in aria ed in acqua.

E' un simulatore, quindi semplifica la realtà che rappresenta, e.g. considera una distribuzione istantanea ed omogenea dell'azoto nel volume da trattare, ma visualizza bene la riduzione che si ottiene usando il PDM, l'andamento della concentrazione nel tempo, i livelli limite.

E' vero che l'esperienza è una grande maestra, ma uno strumento di questo tipo ritengo che sia proficuo nei primi passi dell'uso di un generatore d'ozono o perlomeno aiuti a non fare grossi errori ed ad ottenere una migliore comprensione dei fattori in gioco.

Per maggiori informazioni e il download della applicazione vedi [simulOzone](#):

(<https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff/tree/master/PROJECTS-DIY/simulOzone>)

Fornire invece valori empirici come i seguenti non credo sia poi così utile e rassicurante :

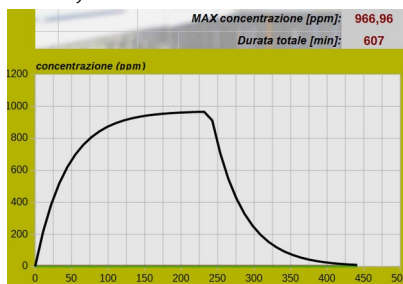
"But understand each project will rely on your own trial & error as much as anything else. That being said, here is a simple chart to get you started..."

(per un generatore da 8 g/h [19]):

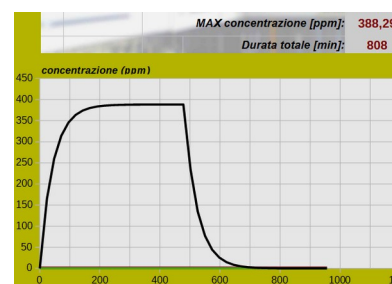
Size of Room	Degree of Odor		
	Light	Moderate	Heavy
100sq/ft	1 hour	2 hours	4 hours
250sq/ft	2 hours	4 hours	8 hours

Il simulatore fornisce:

100 ft², 4 ore



250 ft², 8 ore



Nel tempo totale del *trattamento shock* si deve considerare anche:

1. *Tempo di carica*, il tempo necessario per raggiungere la concentrazione prevista.
Si minimizza usando generatori con elevata produzione di Ozono.
2. *Tempo di diffusione*, richiesto perché l'Ozono si disperda omogeneamente in tutto l'ambiente.
3. *Tempo attivo*, richiesto dalla sanificazione (e.g. 20').
4. *Tempo di ripristino*, in cui si riporta la concentrazione ad un livello non critico (e.g. 200 ppb oppure 60 ppb).

In *simulOzone* sono previsti interventi dell'utente su due semplici parametri globali, per adattare meglio il simulatore a tutte le situazioni reali:

- **Efficienza** del generatore. Può includere tutti i fattori che influiscono sulla produzione oraria di ozono: umidità dell'aria, temperatura, carenza di ossigeno, progressivo invecchiamento delle celle nel generatore, etc.
- **Emivita** dell'ozono. Può includere tutti i fattori che intervengono nella riduzione della concentrazione dell'ozono nell'aria, come temperatura, umidità, presenza di ventilatori o di aperture all'esterno etc.

2) DIY ozoneMeter

Viste l'attuale dinamica dell'uso dell'ozono, non deve stupire la poca diffusione ed il costo elevato degli strumenti di misura dell'ozono. Sono per scienziati e 'professionisti'! Ad esempio, il più economico che ho trovato :



Range: 0-9.99mg/m³
Precisione: +/- 0,03 mg/m³
Prezzo AliExpress: 113 €
[reference](#)

Ma serve veramente una misura sofisticata in ambito domestico? Una misura oggettiva mi sembra assolutamente imprescindibile, ma secondo me è molto utile un allarme più semplice, analogo ai segnalatori di fughe di gas o agli allarmi antincendio.

Quello che è importante è sapere con sicurezza se un locale è agibile o no, senza basarsi solo sui tempi trascorsi o sull'odore. Un dispositivo di questo tipo non è disponibile sul mercato. Ovviamente.

OzoneMeter può essere realizzato in due versioni:

Invece un semplice misuratore di Ozono, che indichi la presenza di concentrazioni di Ozono sicure o pericolose, è in realtà abbastanza economico e semplice da realizzare. DIY.

Ho progettato e realizzato un semplice tester per ozono :

- La compensazione di umidità e temperatura è ottenuta con una calibrazione sul livello del fondo atmosferico.
- Sono utilizzati dei LED per indicare alcuni livelli di Ozono presente nell'ambiente: 60 ppb, 200 ppb, 1000 ppb.

Per maggiori informazioni, vedi il progetto completo [ozoneMeter](#):

(<https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff/tree/master/PROJECTS-DIY/ozoneMeter>)

- Una versione è portatile oppure da muro, per esempio utile in cucina se si lavano le verdure con l'ozono
- Un'altra versione è 'split' da muro, con il sensore collegato con un cavo al visualizzatore. Montato vicino alla porta di un ambiente sanificato abitualmente con ozono (esempio un garage, un negozio) ci informa se è sicuro entrare.

3) DIY ozoneTimerPDM

Il **timer** è un interruttore a tempo, che spegne il generatore di Ozono. E' presente in molti generatori ed in caso di mancanza si può supplire con un timer esterno, elettromeccanico od elettronico, inserito nella presa di corrente (attenzione: l'intervallo minimo dei timer elettromeccanici è spesso di 15', talora troppo elevato).

Un timer diventa essenziale nel trattamento shock, quando non si può entrare nell'ambiente per l'elevato tenore di Ozono, ma si può trovare anche in generatori per la purificazione dell'aria. Altrimenti "one way to do this is to hold your breath when entering the room, turn off your MaxBlaster, open a window or two if possible, and exit the room quickly. This can be accomplished in 20 seconds if you are prepared"[19]

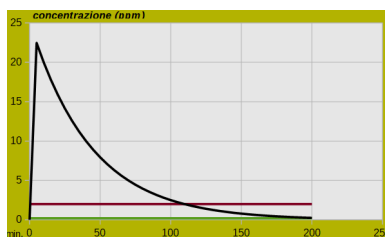
Una soluzione migliore è usare sempre una prolunga ed una presa di corrente esterna all'ambiente trattato. In questo modo è sempre possibile spegnere il generatore senza entrare.

- Alcuni timer hanno un ritardo all'avvio, per permettere l'uscita dall'ambiente.
- Alcuni timer hanno un telecomando, per permetterne l'azionamento dall'esterno dell'ambiente trattato
- Alcuni timer sono ciclici, tipicamente con un ciclo di 24h.

Regolazione PDM

Questa tecnica permette di ridurre la produzione di Ozono di un generatore, controllando il tempo di acceso e spento durante piccoli intervalli di tempo ripetuti (Pulse Duration Modulation): si va dallo 0% (sempre spento) al 50% (e.g. 1 min spento, 1 min acceso) al 100% (sempre acceso).

Esempio



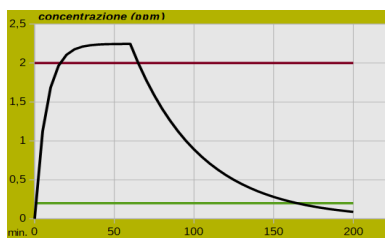
Generatore 24 g/h; stanza 10 m², emivita 30 min, PDM 100%, tempo ON 5 min.

In soli 5 minuti il livello dell'ozono raggiunge 22,5 ppm.

La concentrazione rimane sopra il valore target di 2 ppm per 1h:50'.

L'intero ciclo richiede quasi 3 ore.

Generatore 24 g/h; stanza 10 m², emivita 30 min, PDM 5%, tempo ON 60 min.



In una stanza di 10 m² riducendo la produzione di Ozono al 5% (equivalente a 1,2 g/h) il valore massimo della concentrazione è 2,25 ppm, la durata totale 2h:40'.

In queste condizioni 2,25 ppm rappresenta il valore limite della concentrazione dell'Ozono, per cui il tempo del generatore (in figura 60') può essere variato senza conseguenze sulla concentrazione.

Il consumo è minore rispetto al caso precedente, infatti il 5% di 60' corrisponde a 3 minuti di funzionamento continuo.

Questa tecnica è usata, per esempio, per proporre commercialmente l'utilizzazione di un unico [generatore](#) sia in modalità shock (a 8000 mg/h, 100%) che in modalità purificazione (a 500 mg/h = 6.2 %).

*Un semplice timer, con funzione PDM, progettato appositamente per il comando dei generatori di Ozono privi di timer o di funzione PDM, è sviluppato nel progetto **ozoneTimerPDM**. Molto economico e performante, può essere comandato da un PC o da un smartphone, in tutta sicurezza.*

Per maggiori informazioni, vedi il progetto completo [ozoneTimerPDM](#) :

(<https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff/tree/master/PROJECTS-DIY/timerPDM>)

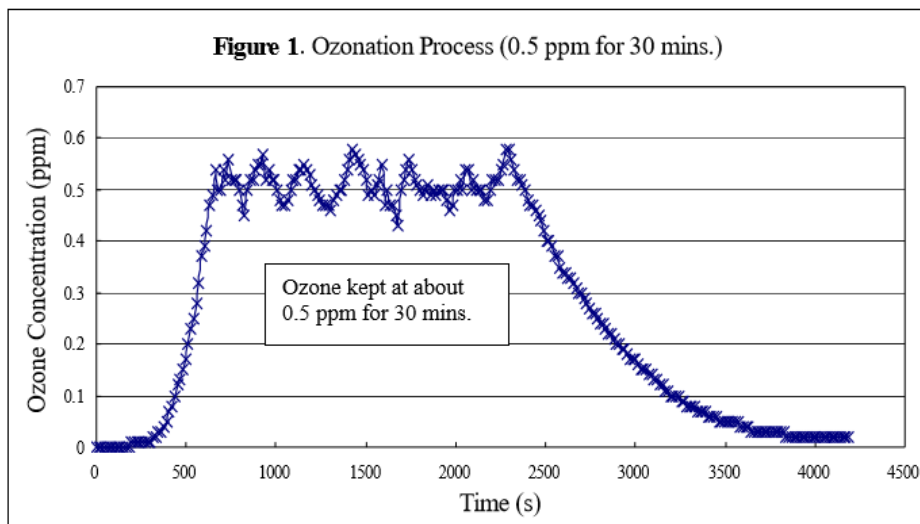
4) DIY ozoneMaster

I **regolatori on-off** sono dispositivi di controllo che spengono il generatore di Ozono raggiunta una prestabilita concentrazione di ozono nell'aria e lo riaccendono quando la concentrazione diminuisce.

Mantengono la concentrazione desiderata come il termostato di un forno mantiene la temperatura.

- I **timer** permettono di accendere e spegnere a tempo il generatore di ozono, come avviene per l'illuminazione stradale notturna
- I **timer PDM** aggiungono la possibilità di controllare la quantità di ozono prodotto, come la manopola che regola l'intensità della fiamma di un fornello.
- I **regolatori on-off** permettono di raggiungere e mantenere la voluta concentrazione, come una doccia con regolazione termostatica che fornisce l'acqua sempre alla temperatura giusta.

Cuocereste una torta accendendo un forno al massimo e regolandovi poi solo sull'orologio e il tempo di cottura dato nella ricetta? Ho molti dubbi. Allora, perché farlo con l'ozono?



Il vantaggio principale è che, misurando l'effettiva concentrazione dell'Ozono, questo sistema garantisce il raggiungimento dell'obiettivo, indipendentemente dai vari fattori (potenza del generatore, perdite etc.).

Un altro vantaggio è che è possibile usare generatori più potenti, senza comunque raggiungere valori eccessivi di Ozono, velocizzando quindi la fase iniziale di carica dell'ambiente.

“The Ozone is easy to produce, but difficult to be controlled at a certain level, because of the cost of ozone sensors. Without the real-time test of sensors, it is out of the question to control its concentration”[8].

Utilizzando componenti allo stato dell'arte è possibile realizzare un semplice ed economico regolatore on-off per Ozono, da usare per il controllo di generatori di ozono.

Per maggiori informazioni, vedi il progetto completo **ozoneMaster**:

(<https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff/tree/master/PROJECTS-DIY/ozoneMaster>)

5) O'safe

In ultimo il progetto più ambizioso, ma veramente innovativo: un sistema di sanificazione autonomo e portatile, con la forma di un carrello della spesa.



Durante il ritorno a casa dal mercato (in auto o a piedi) il contenuto è sanificato con un ciclo automatico e sicuro, perché il contenitore è ermeticamente chiuso. Gli acquisti che entrano in casa possono così essere maneggiati in tutta sicurezza ed affidabilità.

A casa, il contenitore può essere separato dalle rotelle, e può essere usato ovunque per sanificare qualsiasi cosa: ad esempio gli indumenti e gli accessori usati all'esterno: scarpe, soprabito, cappello, guanti. Ma anche mascherine riusabili, portafoglio, occhiali etc...

L'esterno del contenitore si sanifica con un panno imbevuto in alcool. Si ricarica come un telefonino durante la notte.

Molte sono le applicazioni di un *cestino sanificatore ad ozono* anche in ambiti specializzati: cliniche, ospedali, negozi, bar, ristoranti etc... Ma è stato ideato pensando soprattutto alle esigenze di tutti.

Per maggiori informazioni vedi il progetto [O'safe](https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff/tree/master/PROJECTS-DIY/O'safe)
(<https://github.com/msillano/Ozone-coronavirus-sonoff/tree/master/PROJECTS-DIY/O'safe>)

Riferimenti

- [1] Ministero della salute, Validazioni scientifiche dell'Ozono, <https://irp-cdn.multiscreensite.com/aa6411db/files/uploaded/Validazioni%20scientifiche%20ozono.pdf>
- [2] Ministero della salute, Parere del CNSA sul trattamento con Ozono dell'aria negli ambienti di stagionatura dei formaggi 27 ottobre 2010
http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pubblicazioni_1514_allegato.pdf
- [3] Tissor, Ozono, le validazioni scientifiche <https://www.tissor.it/it/ozono-le-validazioni-scientifiche>
- [4] Il Gazzettino, Trasporto pubblico: ogni notte interventi di igienizzazione su bus, vaporetti e fermate
https://www.ilmazzettino.it/nordest/venezias/trasporto_pubblico_sanificazione_autobus_vaporetti-5092451.html
- [5] M. Arnaboldi, Informazioni sull'Ozono
<http://studioarnaboldi.it/informazioni-sull-ozono/#toggle-id-2>
- [6] APAT, Impatto sanitario di PM10 e Ozono in 13 città italiane
<http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/quaderni/ambiente-e-societa/impatto-sanitario-di-pm10-e-ozono-in-13-citta>
- [7] Artico, Manuale informativo sull'Ozono
<http://www.articoitaly.com/wp-content/uploads/schedetecniche/ArticoOzono.pdf>
- [8] Zhou Muzhi, Ozone: A powerful weapon to combat COVID-19 outbreak
http://www.china.org.cn/opinion/2020-02/26/content_75747237.htm
- [9] OMS, Air quality guidelines for Europe
http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf
- [10] James B. Hudson et al., Development of a Practical Method for Using Ozone Gas as a Virus Decontaminating Agent <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01919510902747969>
- [11] micropoll, Aspetti di sicurezza relativi all'impiego di ozono negli impianti di depurazione
https://www.micropoll.ch/fileadmin/user_upload/Redaktion/Dokumente/02_Faktenblaetter/Faktenblatt_Ozon_IT_Final_04012016.pdf
- [12] nonsoloaria, Normativa sull'Ozono <http://www.nonsoloaria.com/iqpotll.htm>
- [13] Enea, Livelli critici di ozono ed effetti sulle piante in Italia
https://www.enea.it/it/seguici/pubblicazioni/pdf-volumi/2002/op2002_ozono-piante.pdf
- [14] SSICA, Linee guida per l'utilizzo dell'ozono gassoso nella sanificazione degli ambienti di lavorazione di prodotti a base di carne <https://docplayer.it/34729388-Ssica-stazione-sperimentale-per-l-industria-delle-conserve-alimentari-v-le-tanara-31-a-parma-italia.html>
- [15] Lenntech, Tolleranza degli esseri umani all'ozono
<file:///D:/User/Documents/progetti2020/OZONO/documentazione/Tolleranza%20all'ozono%20degli%20esseri%20umani%20-%20Lenntech.html>
- [16] micropoll Vérifications relatives à l'adéquation du processus d'ozonation
<https://www.micropoll.ch/fr/techniques-de-traitement/ozone/abklaerungen-verfahrenseignung-ozonung/>
- [17] micropoll, efficacia di depurazione <https://www.micropoll.ch/it/tecnologie/ozono/efficacia-di-depurazione/>
- [18] Giubilesiassociati, L'ozono: un disinfettante efficace, potente, economico
<https://giubilesiassociati.com/lozono-un-disinfettante-efficace-potente-economico-2/>
- [19] MaxBlaster, The MaxBlaster Ozone Generator Owner's Manual
<http://maxblasterusa.com/files/40875811.pdf>
- [20] Japan Society for the Medical & Hygienic Use of Ozone, Linee guida per l'utilizzo dell'acqua ozonizzata in ambito clinico veterinario. <https://docplayer.it/17379413-Linee-guida-per-l-utilizzo-dell-acqua-ozonizzata-in-ambito-clinico-veterinario.html>
- [21] Piattaforma VSA "Tecnologie per la rimozione dei microinquinanti" <https://www.micropoll.ch/it/tecnologie/ozono/>

- [22] Lenntech, Meccanismo di trasferimento dell'Ozono
<https://www.lenntech.it/biblioteca/ozono/trasferimento/ozono-meccanismo-trasferimento.htm>
- [23] QueWiki, Ozono https://it.qwe.wiki/wiki/Ozone#Physical_properties
- [24] ArticoItaly, Manuale informativo sull'ozono
<http://www.articoitaly.com/wp-content/uploads/schedetecniche/ArticOzono.pdf>
- [25] QueWiki, Potenziali pericoli dell'ozono
https://it.qwe.wiki/wiki/Air_purifier#Potential_ozone_hazards
- [26] Lenntech, Decomposizione dell'Ozono
<https://www.lenntech.it/biblioteca/ozono/decomposizione/ozono-decomposizione.htm>
- [27] Clauster, L'ozono nei processi di depurazione delle acque in cartiera
<http://www.sanzeno.org/modules/DownloadManager/download.php?alias=clausen-ozono>
- [28] Lenntech, Meccanismo di reazione dell'ozono
<https://www.lenntech.it/biblioteca/ozono/reazione/ozono-meccanismo-reazione.htm>
- [29] Lenntech, Produzione dell'ozono <https://www.lenntech.it/biblioteca/ozono/generazione/ozono-produzione.htm>
- [30] Ozotek, L'ozono per la sicurezza e qualità degli ambienti ospedalieri
https://issuu.com/pasqualebondanese/docs/l_ozono_per_la_sicurezza_e_qualit
- [31] Allergy&Air, 4 Reasons You Should NEVER Use An Ozone Generator to Clean Your Indoor Air <https://learn.allergyandair.com/ozone-generators/>
- [32] Oxidation, Online ozone calculators
<https://www.oxidationtech.com/ozone/ozone-calculations/online-ozone-calculators.html>
- [33] OSHA Chemical database <https://www.osha.gov/chemicaldata/>
- [34] SanitySystem, La Repubblica.it, Sanificare con l'ozono ai tempi del coronavirus [Sanificare con l'ozono ai tempi del coronavirus: Sanity System si racconta su "la Repubblica.it"](https://www.repubblica.it/sanita/2020/03/25/sanificare-con-l-ozono-ai-tempi-del-coronavirus-sanity-system-si-racconta-su-la-repubblica-it/)
- [35] puro3, Cos'è l'Ozono <https://www.depuratoriariozono.it/proprietà-ozono.html>
- [36] ARPA, Ozono, lazio <http://www.arpalazio.net/main/aria/doc/inquinanti/O3.php>
- [37] kennet, Ozone Disinfection of SARS-Contaminated Areas https://www.ozonetech.com/sites/default/files2/pdf/Ozone_disinfection_of_SARS_Contaminated_Areas.pdf
- [38] California air resources board, Evaluation of Ozone Emissions From Portable Indoor "Air Cleaners" That Intentionally Generate Ozone <https://ww3.arb.ca.gov/research/indoor/o3g-rpt.pdf>
- [39] Pratmar, Metozono Prowind T, generatore di ozono per l'impiego nella disinfezione e deodorazione degli ambienti <http://www.pratmarmilano.it/prodotti/12-attrezzatura-per-cucina/83-professionali/1796-metozono-pro-wind-gm100-generatore-di-ozono-ad-aria-per-togliere-gli-odori-dagli-ambienti.htm>
- [40] mks OVS Ozone Gas Destruct Catalytic Converter
<https://www.mksinst.com/f/ozone-gas-destruct-catalytic-converter>
- [41] Tommesani, Generatore 3,5 g/h <https://www.tommesani.it/generatori-di-ozono-per-usi-professionali/799-zy-h135-generatore-di-ozono-3500-mgh-con-timer-analogico.html>