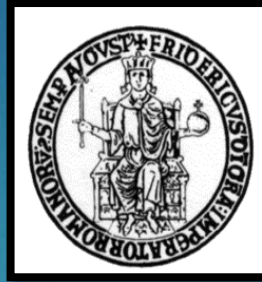


Università degli Studi di Napoli “Federico II”



Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Corso di Processi Chimici per il Trattamento di
Acque Contaminate

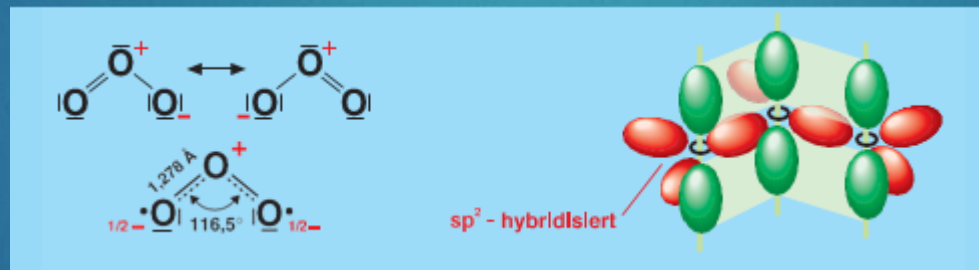
La produzione dell'Ozono ed il suo utilizzo

Prof.
Raffaele Marotta

Mario Andreozzi
M55/493

Anno Accademico 2015/2016

L'esistenza dell'ozono è nota sin dall'antichità. Già Omero, in alcuni passi dell'Iliade, descriveva l'odore aspro e pungente che l'aria acquistava al passaggio di un temporale.



Un po' di storia

- ▶ La scoperta di tale gas è attribuita a Christian Friedrich Schönbein. Ne descrisse le proprietà nel suo trattato (1840) attribuendogli il nome di Ozono (dal greco ozein=profumo).
- ▶ Nel corso degli anni c'è stata una vera e propria competizione tra l'Ozono e il Cloro come agenti disinfettanti (a causa delle caratteristiche dell'uno e dell'altro composto).
- ▶ A partire dal 1906, da Nizza, sono nati e si sono diffusi in tutta Europa impianti che forniscono acqua potabile prelevata dai fiumi e trattata con Ozono.

Ozono: l'agente disinfettante

La disinfezione dell'acqua potabile ed il controllo dei virus è di vitale importanza. In generale, questo trattamento ha lo scopo di abbattere tutta la carica batterica ancora presente nell'effluente per ridurre quanto più possibile le probabilità d'infezione.

Ozono → lisi delle membrane cellulari

Cloro → attacco degli enzimi, morte cellulare

$$I=C*T$$

Microrganismo	Cloro libero pH 6 to 7	Clorammina pH 8 to 9	Biossido di cloro pH 6 to 7	Ozono pH 6 to 7	UV / Fluente mJ/cm ²
E.coli	0,034 - 0,05	95 - 180	0,4 - 0,75	0,02	8
Polio 1	1,1 - 2,5	770 - 3740	0,2 - 6,7	0,1 - 0,2	28
Rotavirus	0,01 - 0,05	3810 - 6480	0,2 - 2,1	0,006 - 0,06	35
Gardia lamblia cyst	47 to 150	-	-	0,5- 0,6	-
Gardi Muirs cust	30 to 630	1400	7,2 - 18,5	1,8 - 2,0	10

Come viene prodotto l'Ozono?

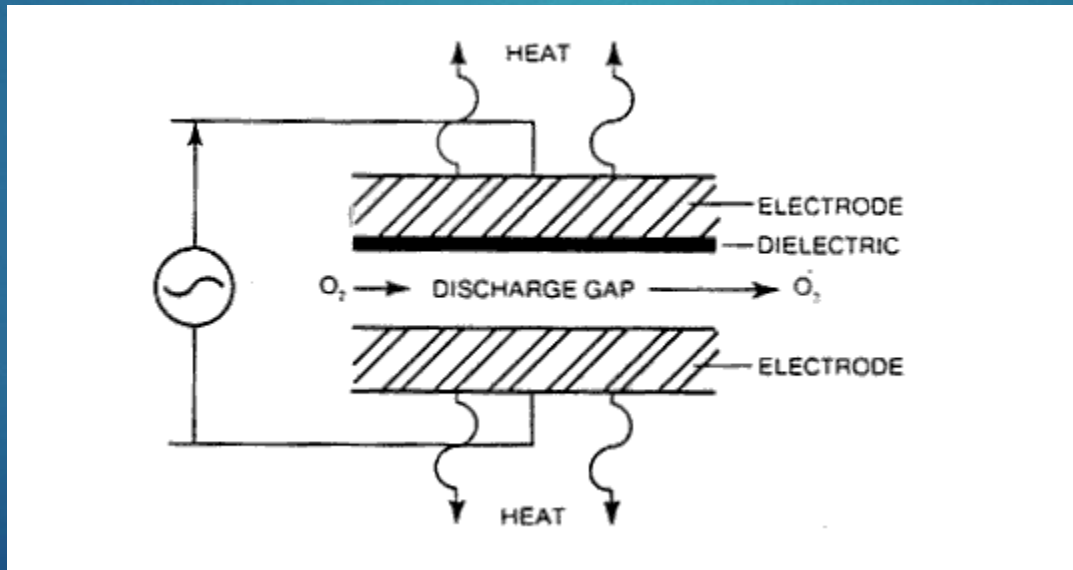
A causa del suo tempo di dimezzamento radioattivo molto breve, l'Ozono viene prodotto sempre in situ da un generatore.

Metodi Principali:

- ▶ Elettrico → Effetto Corona (o Scarica Corona)
- ▶ Elettrochimico → Elettrolisi
- ▶ Fotochimico → Radiazione UV

L'Effetto Corona

Consiste nella ionizzazione dell'aria presente in uno strato cilindrico (di qui il termine corona).
Tale ionizzazione si ha quando il valore del Campo Elettrico supera quello della Rigidità dielettrica del materiale in questione.



Principio di funzionamento

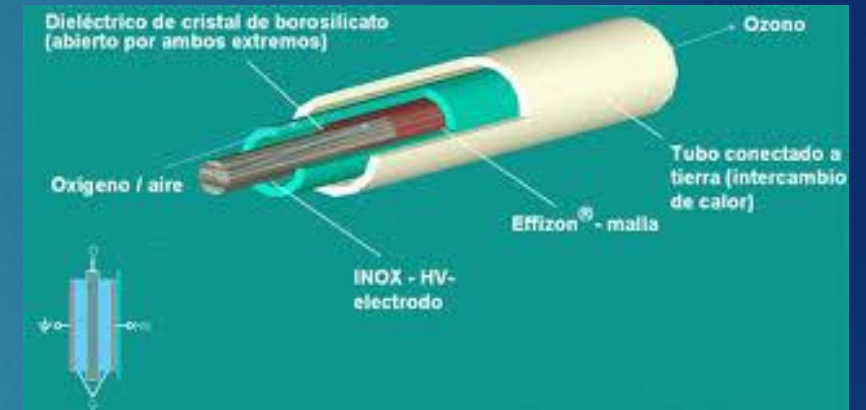
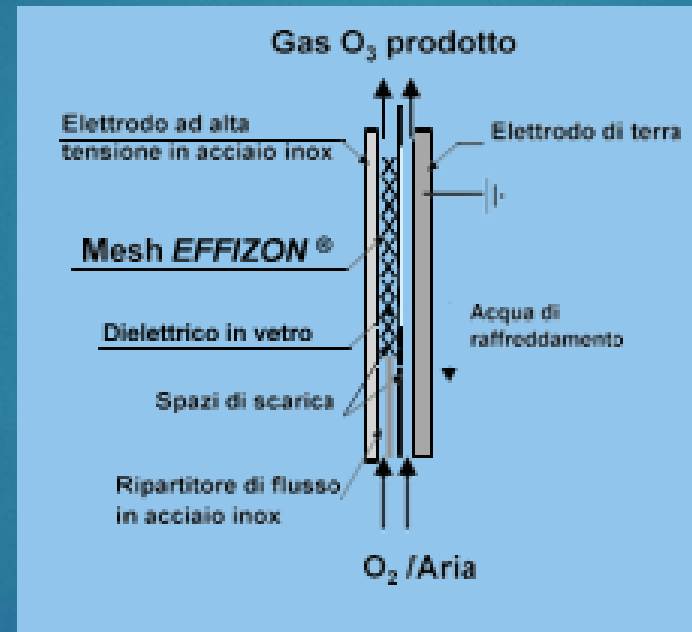
IN

Aria/Ossigeno

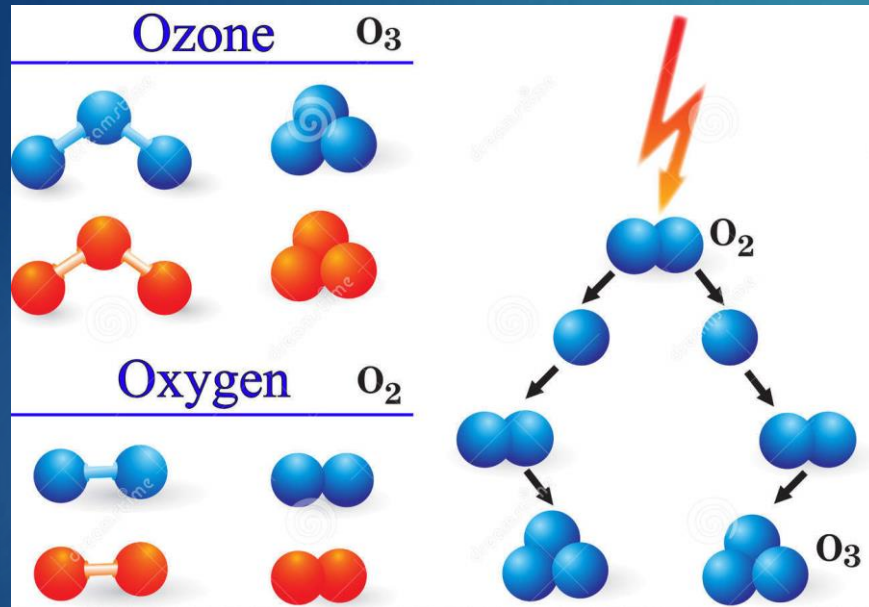


OUT

Ozono



Effetti della scarica



Fattori che influenzano la produzione di Ozono

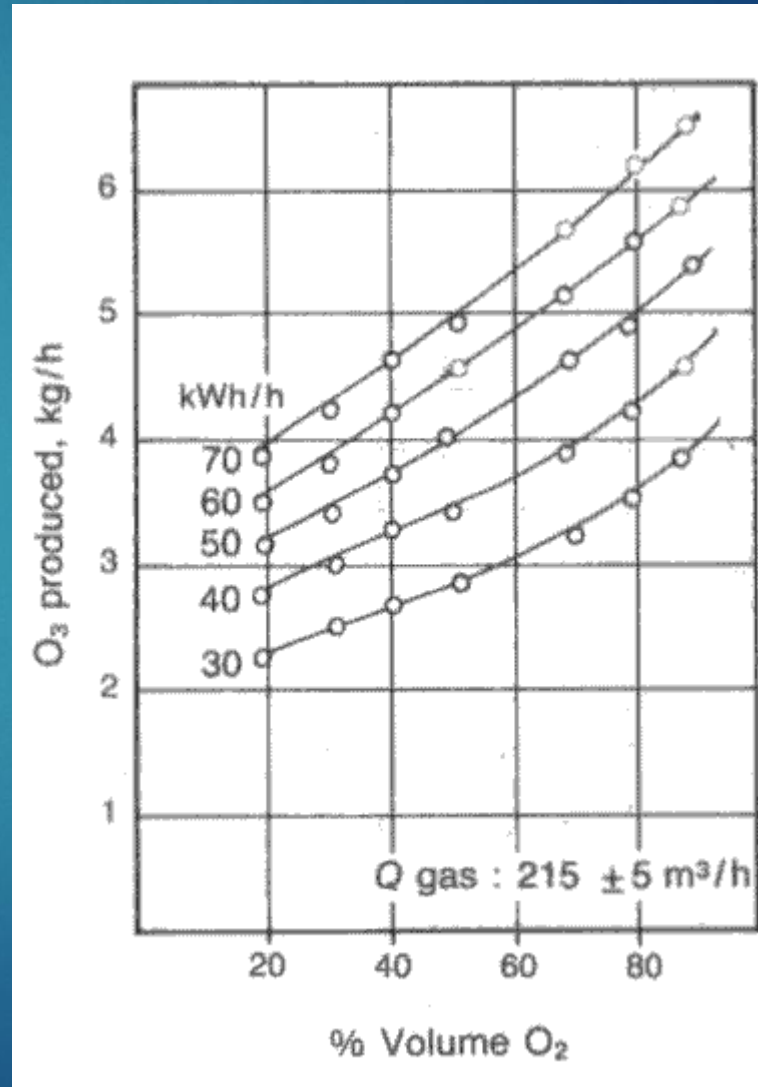
- ▶ Concentrazione dell'Ossigeno nel gas in ingresso
- ▶ Umidità
- ▶ Purezza del gas in ingresso
- ▶ Temperatura dell'acqua di raffreddamento



Ottimizzazione delle condizioni operative

Concentrazione dell'ossigeno nel gas d'ingresso

- ▶ Aria ambiente (21%)
- ▶ Ossigeno quasi puro (95%)



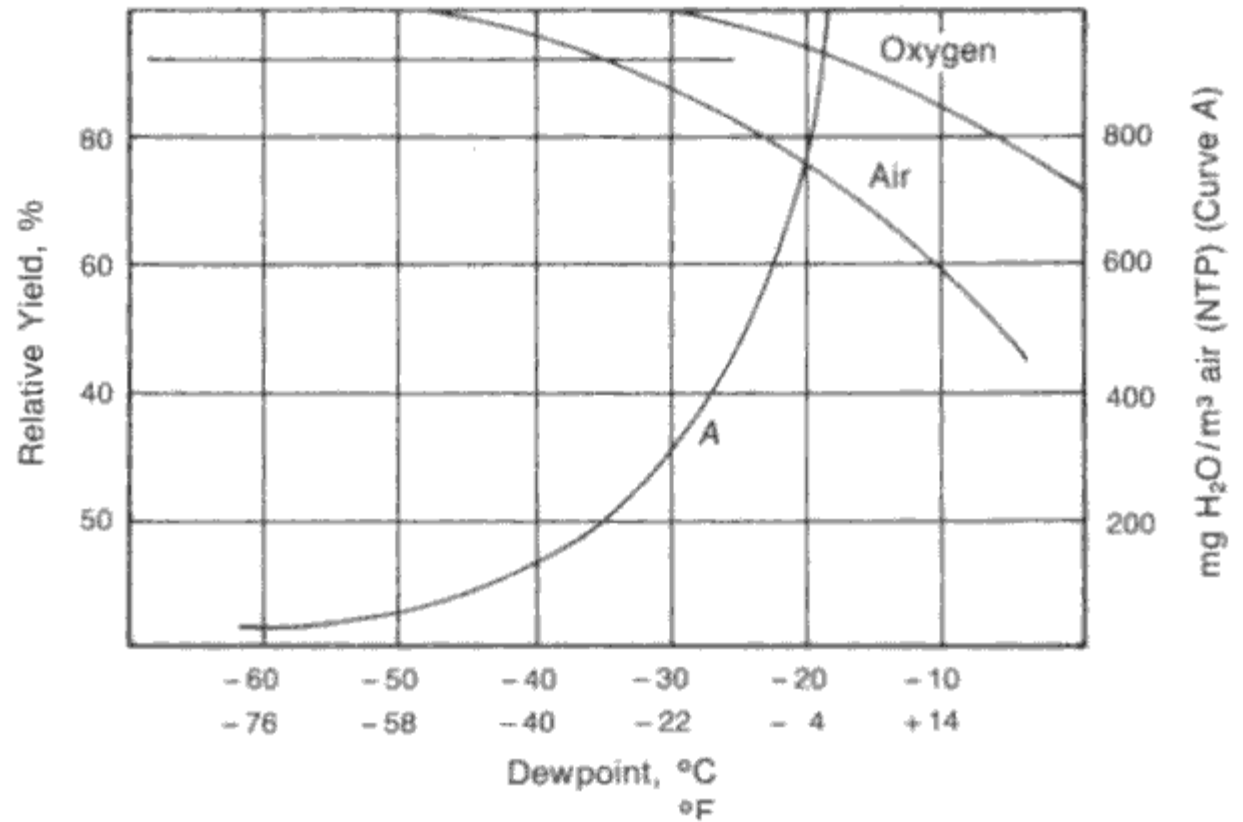
Umidità

10

- ▶ Calo del rendimento
- ▶ Reazioni indesiderate



Camere di essiccamento



..e i problemi che ne derivano

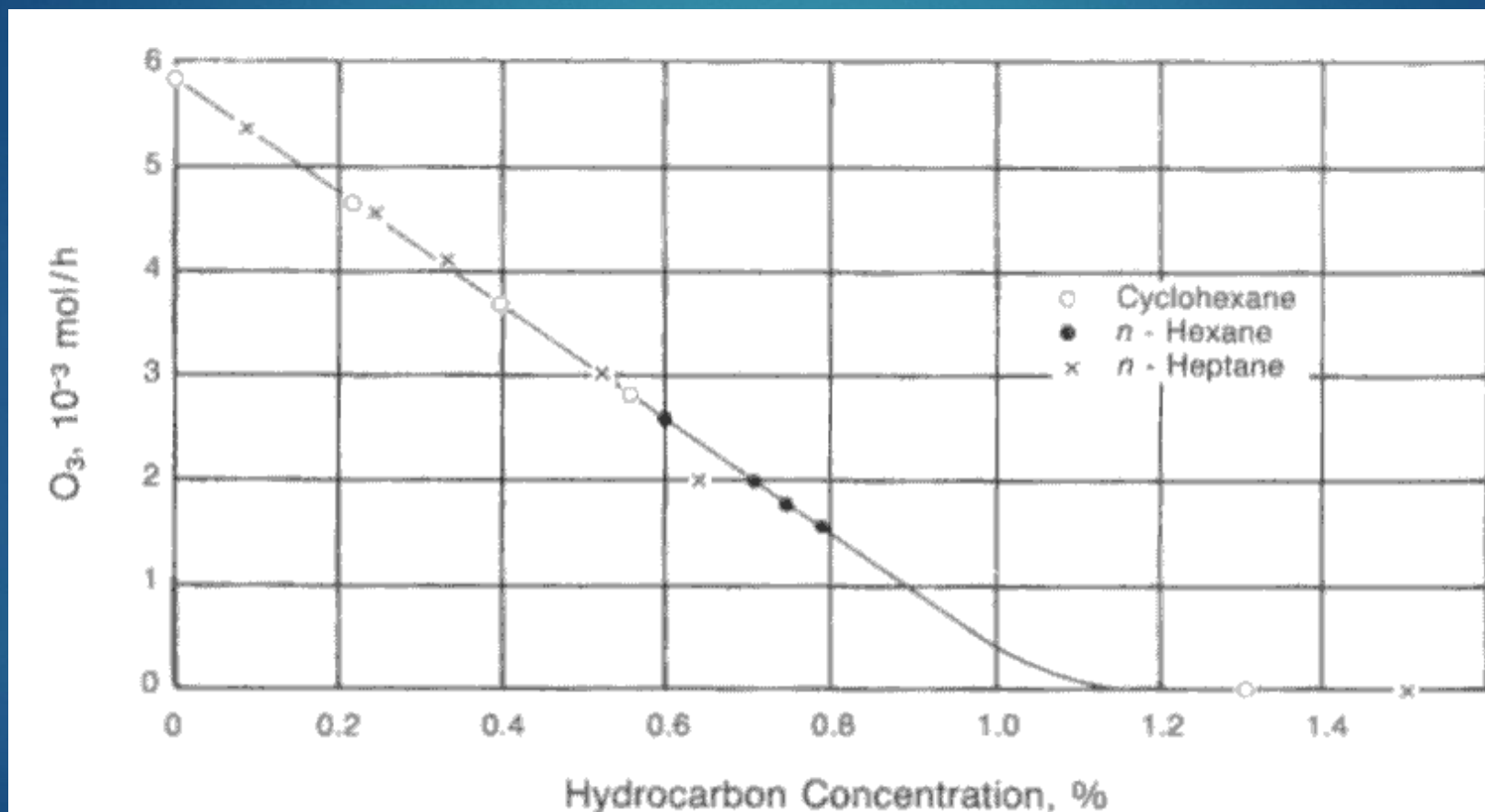


Inoltre formandosi monossido di azoto a causa delle scintille, si ha:



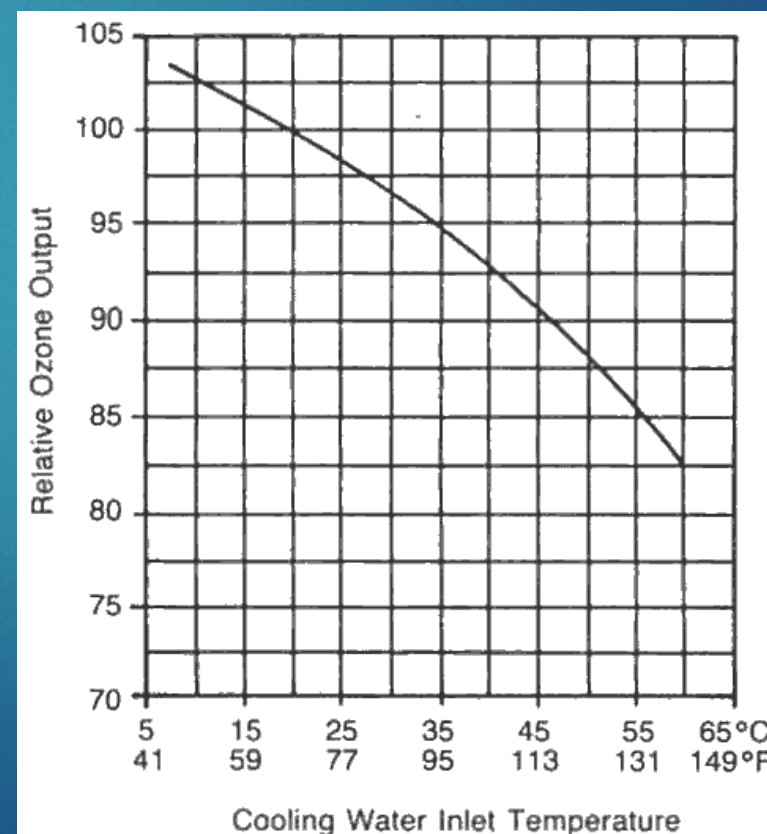
fenomeni di corrosione

Purezza del gas in ingresso



Temperatura dell'acqua di raffreddamento

La produzione di Ozono è accompagnata dal riscaldamento degli elettrodi, per cui è importante raffreddare il generatore.

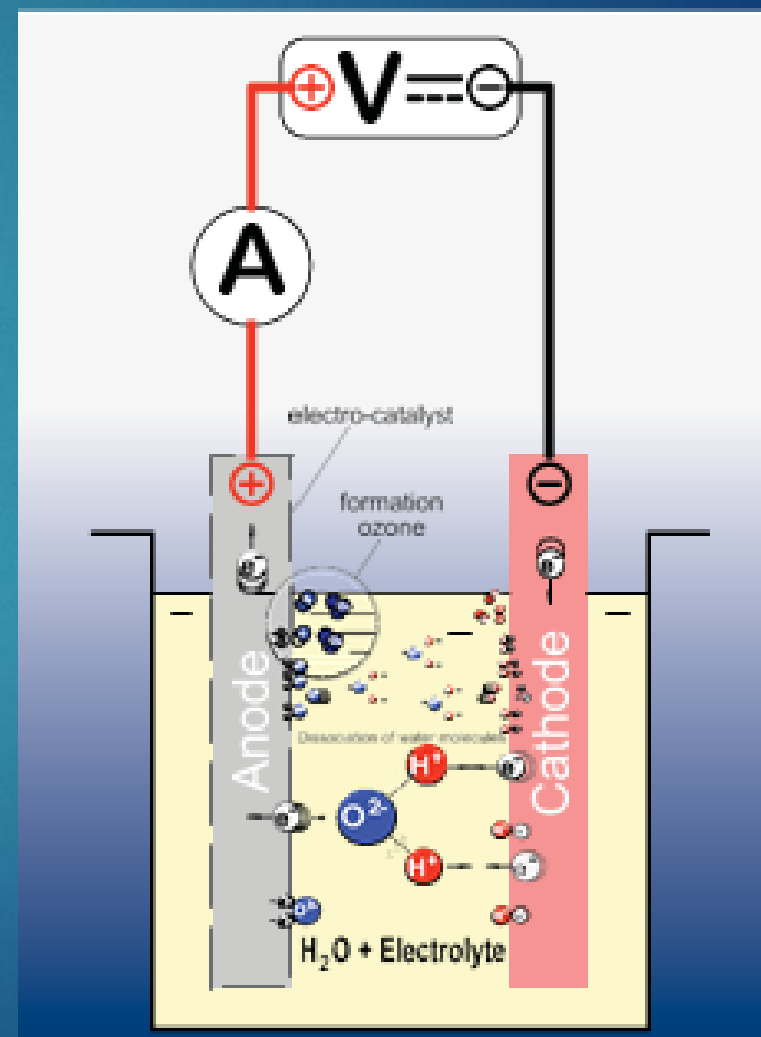


Produzione tramite elettrolisi

- ▶ La generazione di Ozono tramite via elettrolitica ha un ruolo importante per la storia dello stesso gas.
- ▶ Le sperimentazioni condotte da Schönbein sulla generazione artificiale di O_3 prevedevano la sua formazione a partire dall'elettrolisi dell'acido solforico.
- ▶ Attualmente, la produzione di ozono per via elettrolitica si realizza a partire dall'elettrolisi dell'acqua.

Il funzionamento:

- ▶ d.d.p. ai capi degli elettrodi (potenziale di decomposizione dell'acqua)
- ▶ Migrazione di ossigeno e idrogeno
- ▶ Aumento della d.d.p. all'anodo
- ▶ Formazione dell'Ozono



A valle dell'elettrolisi

PRO

- ▶ Si utilizza corrente a bassa tensione
- ▶ Non si prevede la preparazione di una corrente gassosa
- ▶ Poche e semplici apparecchiature
- ▶ Generazione direttamente nel fluido(acqua) da trattare

CONTRO

- ▶ Bassa capacità di produzione
- ▶ Potenziale corrosione ed erosione degli elettrodi

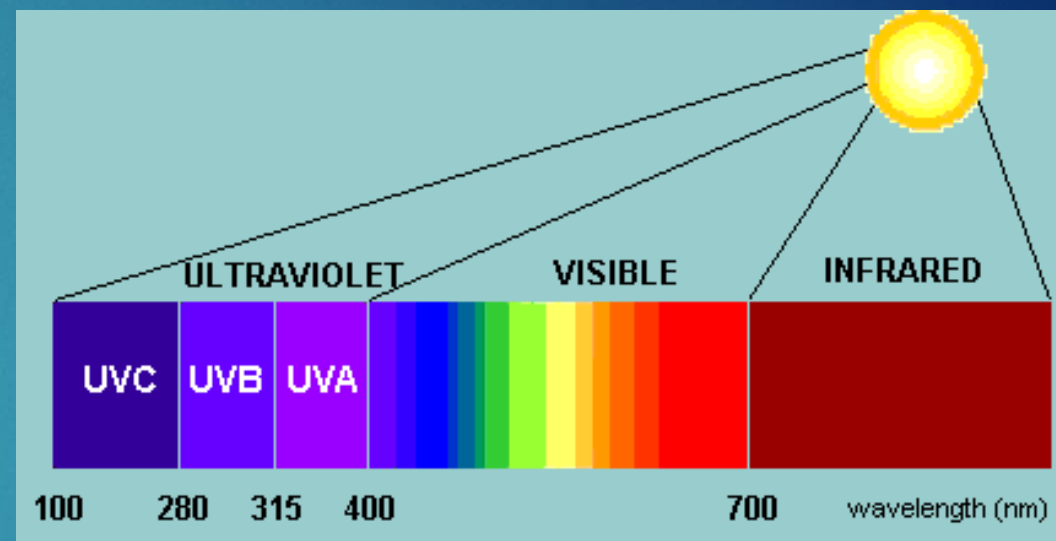
Una visione più ampia: La radiazione UV

Tale principio di formazione
riprende ciò che accade
in natura in una fascia
dello strato atmosferico
Terrestre



Come nell'ozonofera, così in laboratorio:

- ▶ In una fascia dello strato atmosferico Terrestre si forma l'ozono atmosferico.
- ▶ A causa delle diverse lunghezze d'onda l'ozono si forma e si decompone.
- ▶ Si cerca di riprodurre in laboratorio ciò che avviene nell'atmosfera.

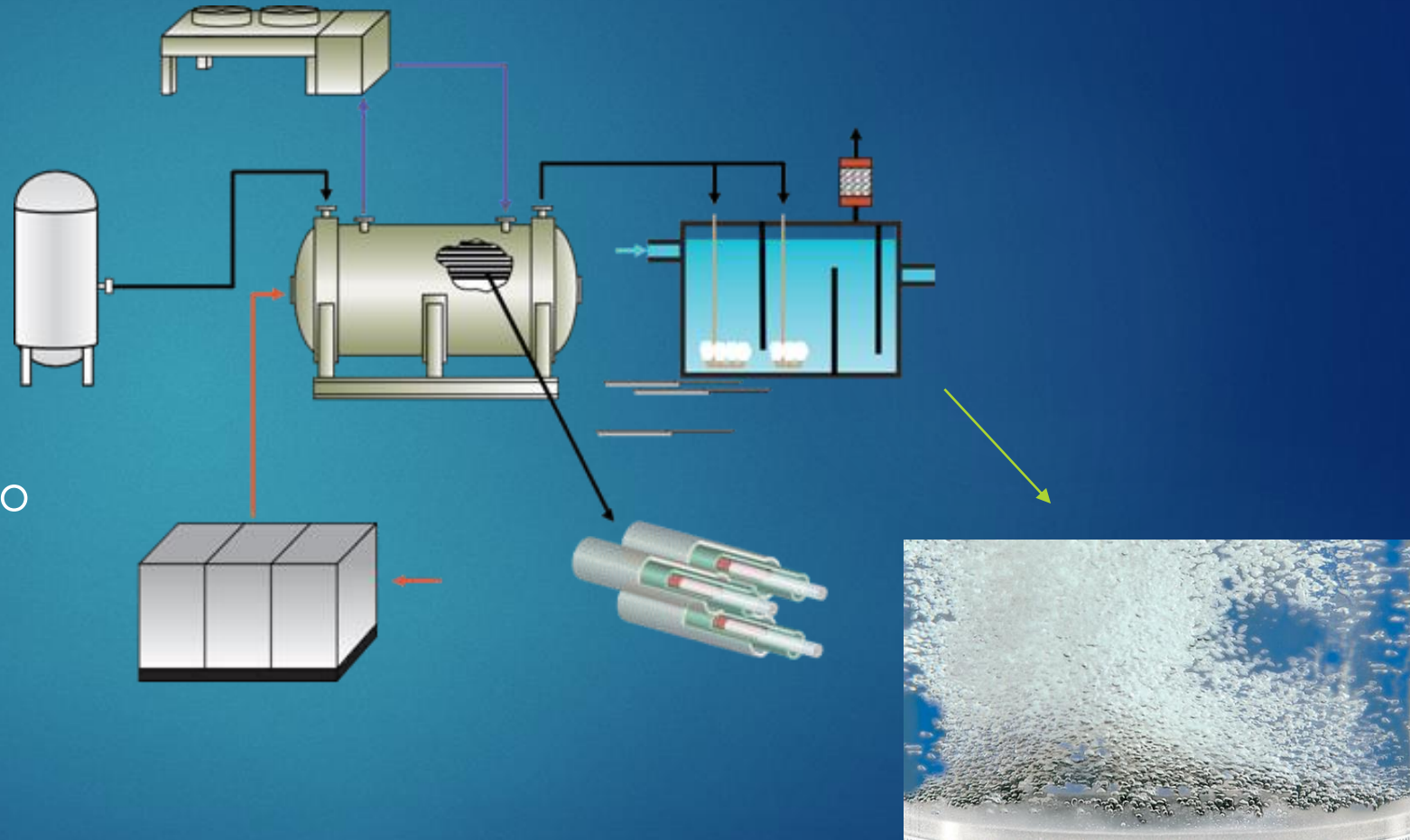


L'Impianto a Ozono

19

L'impianto è composto da:

- ▶ Alimentazione elettrica
- ▶ Gas di alimentazione
- ▶ Sistema di raffreddamento
- ▶ Generatore di Ozono
- ▶ Sezioni di contatto (gorgogliamento gas/liquido e diffusori)
- ▶ Distruttore di Ozono residuo

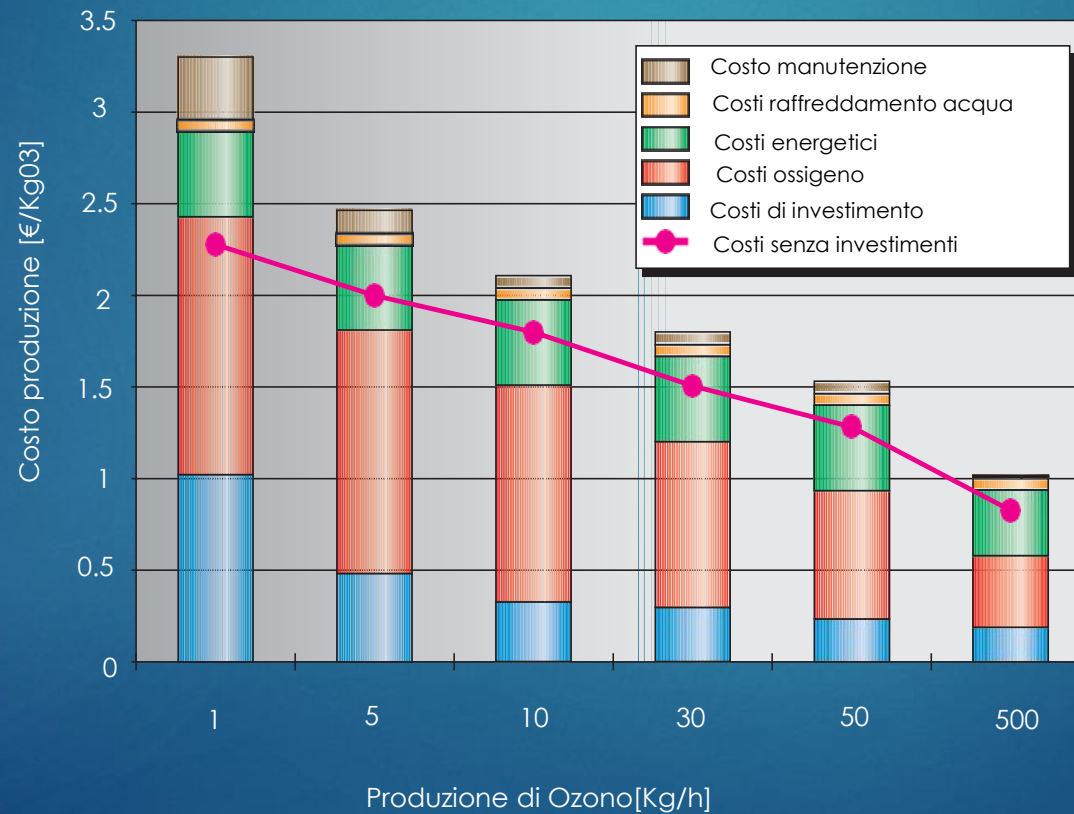


Considerazioni economiche

20

PROGRESSO

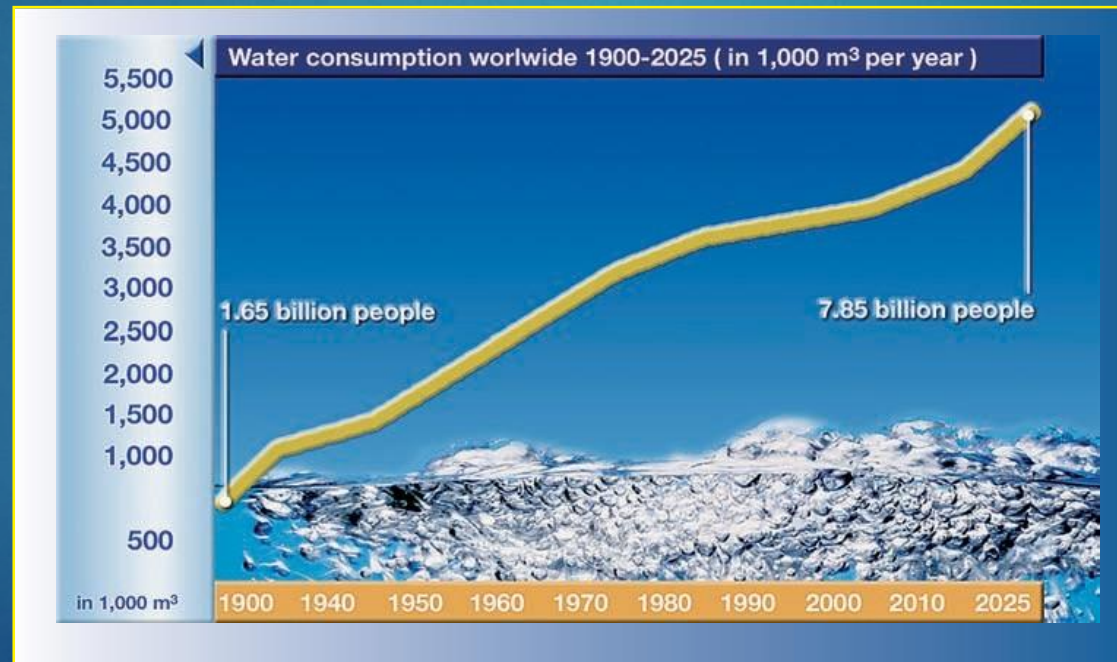
IMPATTO AMBIENTALE



La potabilizzazione delle acque

21

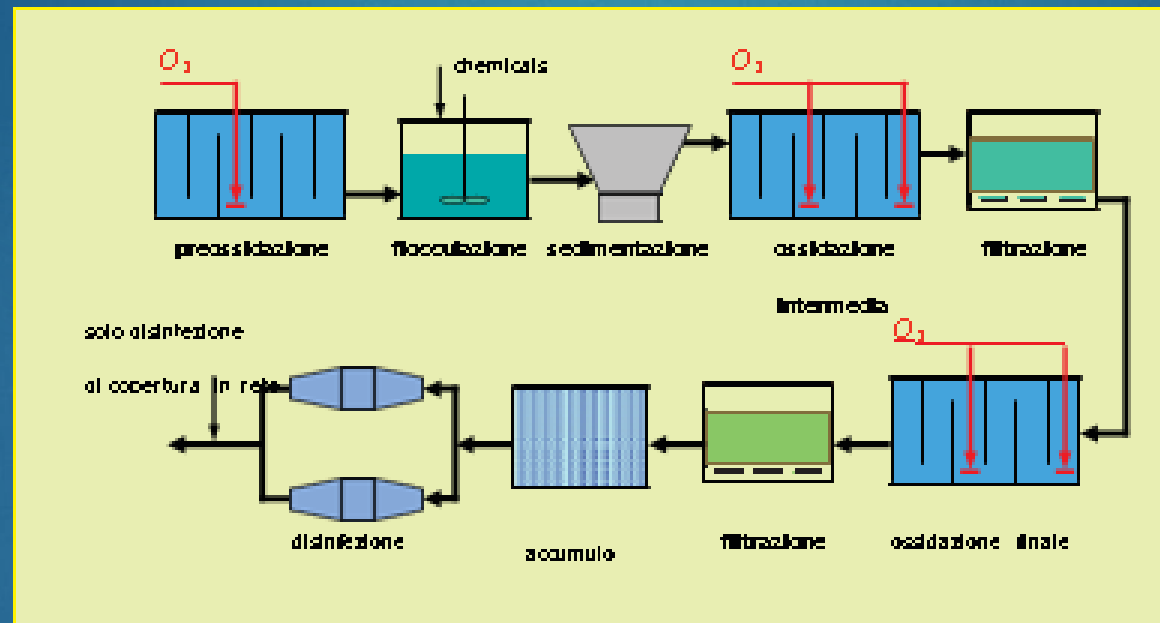
L'Ozono, con il suo forte potenziale di ossidazione, rappresenta uno step di trattamento molto efficace ed economico nell'ottimizzazione dei processi di trattamento dell'acqua potabile, che può essere realizzato in maniera economica ed affidabile.



Le fasi di ozonizzazione nell'impianto

22

Tutte le applicazioni Ozono prevedono delle reazioni ossidative, a seconda che sia utilizzato per la disinfezione o per l'ossidazione di specifici contaminanti.



- Pre-ozonizzazione
- Ozonizzazione intermedia
- Post-ozonizzazione (disinfezione e controllo dei virus)

Pre-ozonizzazione e ozonizzazione intermedia hanno diversi ruoli, tra i quali:

Il controllo del sapore e dell'odore

La maggior parte dei sapori ed odori nelle acque sotterranee o superficiali hanno origine da materiale organico formatosi naturalmente o con composti sintetici organici in assenza di Ossigeno. La decomposizione del materiale vegetativo produce composti che, attraverso il processo metabolico dei batteri, conferisce alle acque un certo sapore. La continua attività batteriologica su materiali organici disciolti, produce composti volatili di basso peso molecolare che possono possedere un odore.

L'Ozono ossida questi composti nella fase acquosa, eliminando il sapore e l'odore.

Ossidazione di contaminanti

Il compito dell'ozono è quello di ossidare composti come cianuri, fenoli, tracce di droga, distruttori endocrini e sostanze persistenti

Controllo della formazione delle alghe

I sottoprodotti derivanti dal metabolismo di queste piante conferiscono sapori ed odori sgradevoli all'acqua. Tra i tanti ricordiamo i cianobatteri la cui rilevanza igienico sanitaria è legata alla capacità di produrre tossine, che possono rimanere nelle cellule algali o essere rilasciate nell'acqua, con effetti tossici per l'organismo umano.

Considerazioni finali

24

Metodo	Principio	Sorgente	Campi
Elettrico	Effetto Corona	Aria/O ₂	Ampia scala
Elettrochimico	Elettrolisi	Acqua	Laboratori
Fotochimico	Irradiazione	O ₂ (aria)	New Technology

The Oxygen - Ozone - Oxygen cycle

