2020. Colore

Il colore di un'acqua è dovuto alla presenza di ioni metallici (ferro, manganese, rame), sostanze organiche (acidi umici e fulvici) e scarichi industriali. Il colore di un'acqua si riferisce al "colore vero", cioè al colore della luce trasmessa dopo eliminazione delle sostanze in sospensione, includendo fra queste le particelle pseudo-colloidali, per distinguerlo dal "colore apparente" a cui contribuiscono non solo le sostanze disciolte ma anche quelle in sospensione.
Nel seguito vengono riportati tre metodi per la determinazione del colore:

- metodo A (determinazione qualitativa), basato sul confronto visivo tra il campione in esame, eventualmente diluito con acqua distillata o deionizzata, e un campione di acqua distillata o deionizzata;
- metodo B (determinazione spettrofotometrica), basato sull'entità della luce trasmessa mediante uno spettrofotometro;
- metodo C (metodo al "platino-cobalto"), basato sul confronto visivo tra il campione in esame e soluzioni colorate a concentrazione nota.

METODO A – Determinazione qualitativa

1. Principio del metodo

L'intensità del colore viene determinata attraverso un confronto visivo fra il campione in esame - eventualmente diluito con acqua distillata o deionizzata - e un campione di acqua distillata o deionizzata.
L'osservazione dei campioni è effettuata attraverso uno spessore di 10 cm su fondo bianco.

2. Campo di applicazione

Il metodo è applicabile a qualunque tipo di acqua per ogni valore di intensità del colore.

3. Interferenze e cause d'errore

Torbidità, sospensioni o precipitati costituiscono cause di errore e debbono essere rimossi mediante centrifugazione prima dell'esame visivo dei campioni.

4. Campionamento e conservazione del campione

Il campionamento e la conservazione del campione debbono essere effettuati in accordo con quanto previsto dalla Sezione 1030 "Metodi di campionamento".
Se non è possibile effettuare la determinazione subito dopo il prelievo, il campione deve essere conservato a 4°C in recipiente di vetro scuro, pulito e riempito completamente, per un ragionevole periodo di tempo. Le modificazioni di tipo biologico e fisico che si verificano durante la conservazione influenzano il colore.

5. Apparecchiature

5.1 Apparecchiatura per la valutazione visiva del colore costituita da:

5.1.1 Serie di cilindri in vetro ottico incolore a fondo piano e graduati con tacca di riferimento a 10 cm dalla base.

5.1.2 Supporto in legno per cilindri, opportunamente costruito e schermato lateralmente, per la valutazione visiva del colore dell'acqua per trasparenza su fondo bianco orizzontale (Fig. 1).

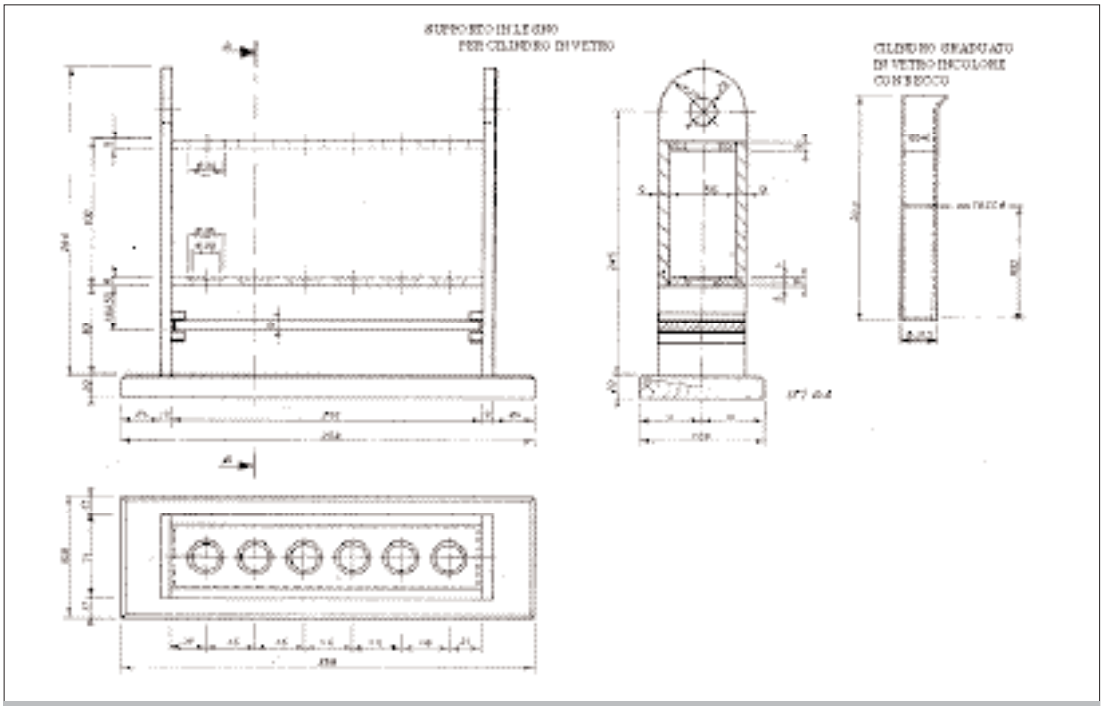

Figura 1: Esempio di apparecchiatura per la valutazione visiva del colore.

6. Reattivi

Deve essere impiegata acqua distillata o deionizzata.

7. Procedimento

Eliminare, se presenti, sospensioni, torbidità o precipitati, mediante centrifugazione. Preparare il campione e le soluzioni diluite del campione. Versare le soluzioni in uno dei cilindri di prova fino alla tacca a 10 cm dal fondo e osservare dall'alto verso il basso su una superficie bianca, in confronto con un analogo cilindro riempito con acqua fino alla tacca a 10 cm dal fondo.
Se la colorazione è percettibile la valutazione va effettuata con le soluzioni più diluite.
Nel caso in cui la determinazione sia finalizzata alla verifica dei limiti previsti dalla tabella 3 dell'allegato 5 del D.Lgs. 152/99, il campione in esame dovrà essere diluito con acqua distillata o deionizzata, rispettivamente nei rapporti 1:20 per acque di scarico che recapitano in acque superficiali ed 1:40 per acque di scarico che recapitano in pubblica fognatura.

8. Calcoli

Dall'esame comparativo fra il cilindro di riferimento contenente acqua e quelli contenenti le varie diluizioni, rilevare presenza o assenza di colore nel campione alla diluizione considerata nel metodo (1:10) o (1:20) o (1:40).

9. Qualità del dato

Per il principio stesso su cui si basa questo metodo non è possibile definire precisione e accuratezza.

METODO B – Determinazione spettrofotometrica

1. Principio del metodo

Il colore di un'acqua si riferisce al colore della luce trasmessa dopo eliminazione delle sostanze in sospensione, includendo fra queste le particelle pseudo-colloidali.
Il colore viene espresso in termini di sensazioni che si provano osservando l'acqua e che includono la lunghezza d'onda predominante (rosso, giallo, verde, ecc.), la luminosità e la purezza. Il valore di tali caratteristiche viene ricavato determinando l'entità della luce trasmessa mediante uno spettrofotometro. I dati di trasmittanza vengono convertiti in dati di classificazione cromatica usando riferimenti internazionali.

2. Campo di applicazione

Il metodo è applicabile ad acque di scarico, superficiali e sotterranee.

3. Interferenze e cause di errore

Le sostanze in sospensione possono avere una notevole influenza sull'intensità della luce trasmessa e debbono essere eliminate mediante filtrazione del campione.

4. Campionamento e conservazione del campione

Vedi Capitolo 4 Metodo A.

5. Apparecchiature

5.1 *Spettrofotometro* utilizzabile tra 400 e 700 nm con una banda spettrale di 5 nm e celle aventi cammino ottico di 1 cm.

5.2 *Apparecchiatura per la filtrazione sotto vuoto*, con microfiltro metallico con pori del diametro medio di 40 micron (G3), come da Fig. 2. Le beute da vuoto sono da 250 mL.

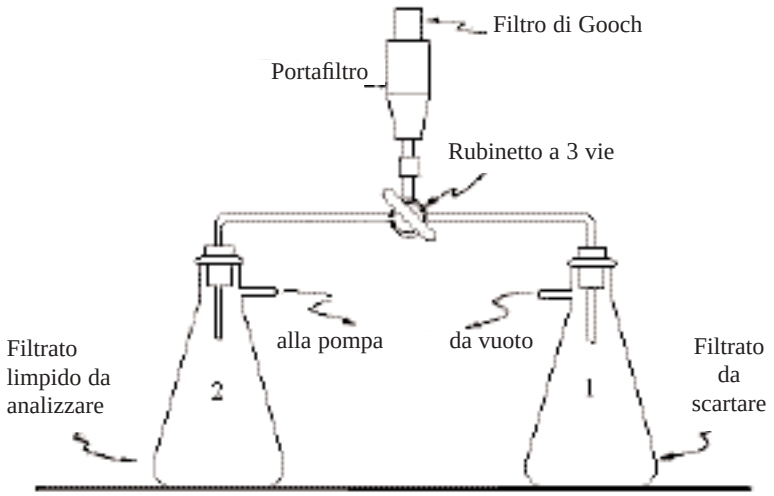

Figura 2: Apparecchio per la filtrazione sotto vuoto.

6. Reattivi

6.1 *Mezzo filtrante* per la chiarificazione del campione: farina fossile calcinata o celite.

6.2 *Acido solforico concentrato (d=1,84)*

6.3 *Idrossido di sodio*, soluzione al 30%.

7. Procedimento

Per la misura del colore prelevare 2 campioni da 50 mL dell'acqua in esame; lasciare inalterato il pH di un campione e correggere il pH dell'altro al valore di 7,6 aggiungendo volumi opportuni di una soluzione di H_2SO_4 o di NaOH in modo da non comportare significative variazioni di volume (>3%). La correzione del pH si rende necessaria in quanto il colore varia in funzione del pH. Effettuare su di essi una centrifugazione preliminare per eliminare l'eccesso delle sostanze in sospensione e trattare separatamente i due campioni nel modo seguente:

- miscelare un'aliquota di 10 mL di campione con 0,1 g del mezzo filtrante;
- filtrare, utilizzando il dispositivo descritto in Fig. 2, in modo da far depositare sul fondo del filtro uno strato continuo. Il liquido filtrato viene inviato nella beuta 1 (filtrato da scartare). Miscelare poi 0,04 g del mezzo filtrante con un'aliquota di 35 mL del campione centrifugato e filtrare raccogliendo il filtrato nella beuta 1.

Quando si comincia ad ottenere un filtrato limpido, ruotare il rubinetto a tre vie e raccoglierne 25 mL nella beuta 2 per la determinazione spettrofotometrica.
Misurare la trasmittanza, utilizzando celle da 1 cm preventivamente lavate con molta cura ed opportunamente risciacquate con il campione filtrato. Eseguire la misura alle lunghezze d'onda riportate in Tab. 1; qualora non si richiedano risultati molto accurati è sufficiente utilizzare i 10 valori di lunghezze d'onda segnati con asterisco.

Tabella 1: Lunghezze d'onda (nm) scelte per la determinazione del colore per via spettrofotometrica

Numero d'ordine	X	Y	Z
1	424,4	465,9	414,1
2*	435,5*	489,5*	422,2*
3	443,9	500,4	426,3
4	452,1	508,7	429,4
5*	461,2*	515,2*	432,0*
6	474,0	520,0	434,3
7	531,2	525,4	436,5
8*	544,3*	529,8*	438,6*
9	552,4	533,9	440,6
10	558,7	537,7	442,5
11*	564,1*	541,4*	444,4*
12	568,9	544,9	446,3
13	573,2	548,4	448,2
14*	577,4*	551,8*	450,1*
15	581,3	555,1	452,1
16	585,0	558,5	454,0
17*	588,7*	561,9	455,9*
18	592,4	565,3	457,9
19	596,0	568,9	459,9
20*	599,6*	572,5*	462,0*
21	603,3	576,4	464,1
22	607,0	580,4	466,3
23*	610,9*	584,8*	468,7*
24	615,0	589,6	471,4
25	619,4	594,8	474,3
26*	624,2*	600,8*	477,7*
27	629,8	607,7	481,8
28	636,6	616,1	487,2
29*	645,9*	627,3*	495,2*
30	663,0	647,4	511,2
Fattori moltiplicativi per			
30 lunghezze d'onda	0,03269	0,03333	0,03938
10 lunghezze d'onda	0,09806	0,10000	0,11814

8. Calcoli

Inserire, in ogni colonna di Tab. 1, il valore di trasmittanza percentuale corrispondente alla lunghezza d'onda indicata. Sommare i valori di trasmittanza delle rispettive colonne e moltiplicare tali somme per i rispettivi fattori indicati nella parte inferiore della tabella. I valori ottenuti vengono denominati X, Y, Z, rispettivamente. La quantità Y dà direttamente la luminosita' percentuale dell'acqua in esame. Le coordinate tricromatiche si ricavano dalle relazioni:

$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \qquad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

Localizzare il punto (x, y) sul diagramma cromatico (Fig. 3) e determinare la lunghezza d'onda dominante (in nm) e la purezza (in %) direttamente dal diagramma.
Le caratteristiche cromatiche dell'acqua (a pH 7,6 ed al pH originale) sono espresse in termini di lunghezza d'onda dominante (in nm, approssimata all'unità), di tonalità del colore (ad es. blu, blu-verde, ecc.) di luminosità (in %, approssimata al decimo) e di purezza (approssimata all'unità). Va specificato, inoltre, il tipo di spettrofotometro, il numero di lunghezze d'onda utilizzate (10 o 30) e l'ampiezza della banda spettrale (in nm).

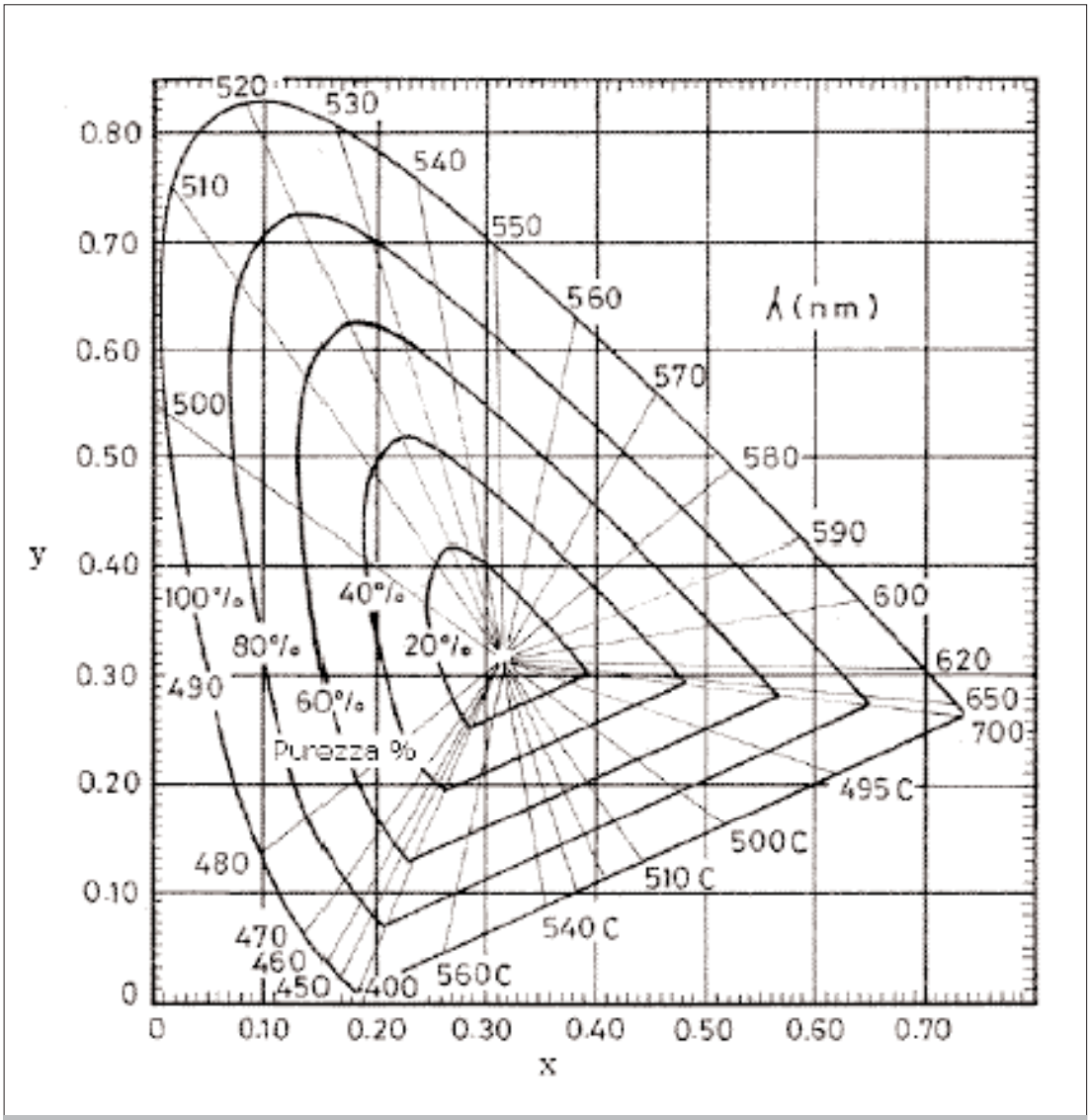

Figura 3: Diagramma cromatico.

Tabella 2: Tonalità del colore relativo ai campi di lunghezza d'onda dominanti

Campo di lunghezza d'onda dominante	(nm) Colore
400 - 465	Violetto
465 – 485	Blu
485 – 497	Blu–verde
497 - 530	Verde
530 – 575	Verde–giallo
575 – 580	Giallo
580 – 587	Giallo arancio
587 – 598	Arancio
598 – 620	Arancio–rosso
620 – 700	Rosso
400 – 530C*	Blu–porpora
530C – 700	Rosso–porpora

** Per il significato di 530C vedi Fig. 3.*

METODO C – Metodo al "platino- cobalto"

1. Principio del metodo

Il metodo si basa sul confronto visivo tra il campione in esame e soluzioni colorate a concentrazione nota. Si definisce 1 unità di colore (unità Hazen) quella prodotta da 1 mg Pt/L (esacloroplatinato) in presenza di 2 mg/L di cloruro di cobalto esaidrato.

2. Campo di applicazione

Il metodo è applicabile alle acque superficiali e sotterranee. Non è applicabile ad acque di scarico industriali molto colorate.

3. Interferenze e cause di errore

Vedi Capitolo 3 metodo A.

4. Campionamento e conservazione del campione

Vedi Capitolo 4 metodo A.

5. Apparecchiature

5.1 *Tubi colorimetrici* di Nessler da 50 mL.

6 Reattivi

6.1 *Acido cloridrico concentrato (d=1,19 g/mL)*

6.2 *Cloroplatinato di potassio (K_2PtCl_6)*

6.3 *Cloruro di cobalto esaidrato ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$)*

6.4 *Soluzione di platino-cobalto*

Sciogliere 1,245 g di cloroplatinato potassico, pari a 0,500 g di platino metallico, ed 1,00 g di cloruro di cobalto esaidrato in 100 mL di acido cloridrico concentrato (d=1,19 g/mL). Diluire ad 1 litro con acqua distillata.
In mancanza di cloroplatinato si può usare l'acido cloroplatinico preparato nel modo seguente:

Sciogliere 0,500 g di platino puro in acqua regia; eliminare l'acido nitrico portando a secco varie volte la soluzione e riprendendola con acido cloridrico concentrato. Il residuo viene sciolto assieme ad 1 g di cloruro di cobalto secondo le modalità indicate in precedenza. L'acido cloroplatinico disponibile in commercio non è utilizzabile perchè igroscopico. A questa soluzione si attribuisce per convenzione un colore pari a 500 unità Hazen.

7. Procedimento

7.1 Taratura

Preparare le soluzioni di confronto in tubi di Nessler, diluendo 0,5 mL; 1,0 mL; 1,5 mL; 2,0 mL; 2,5 mL; 3,0 mL; 3,5 mL; 4,0 mL; 4,5 mL; 5,0 mL; 6,0 mL e 7,0 mL della soluzione di platino-cobalto (6.4) a 50 mL con acqua distillata, avendo cura che queste soluzioni non evaporino e non vengano contaminate. Si otterranno così colori pari a 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60 e 70 unità Hazen.

7.2 Dosaggio del campione

Se l'acqua presenta sostanze in sospensione è necessario eliminarle per centrifugazione. Le acque troppo colorate (colore superiore a 70 unità Hazen) vengono diluite opportunamente con acqua distillata tenendo conto della diluizione.
Riempire un tubo di Nessler con il campione nelle stesse condizioni della serie di tubi contenenti le soluzioni di confronto a diluizioni note. Paragonare il colore del campione in esame a quello delle soluzioni di confronto, guardando dall'alto verso il basso secondo l'asse del tubo, appoggiato su di una superficie bianca.

8. Calcoli

I risultati della determinazione del colore sono espressi in numeri interi (unità Hazen).
Quando il colore del campione esaminato è compreso tra due soluzioni di confronto, il risultato viene espresso nel modo seguente:

colore inferiore al numero Hazen della soluzione con intensità maggiore.

BIBLIOGRAFIA

APHA, AWWA, WEF (1998): "*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*", XX Ed., (Washington, APHA), 2-1/2-6.

ISTITUTO SUPERIORE DI SANITÀ (1997): "*Metodi per le acque destinate al consumo umano*", Rapporti ISTISAN 97/8, 7-10.

RODIER J. (1966): "L'*analyse chimique et physico-chimique de l'eau*", (Dunod, Paris), 14.

UNICHIM (1975): "*Colore: metodo di valutazione visiva per diluizione*", Metodo Unichim Acque, 51, Milano.