

# Capitolo 13

## Classificazione e nomenclatura dei composti

1. I nomi delle sostanze
2. Valenza e numero di ossidazione
3. Leggere e scrivere le formule più semplici
4. La classificazione dei composti inorganici
5. Le proprietà dei composti binari
6. La nomenclatura dei composti binari
7. Le proprietà dei composti ternari
8. La nomenclatura dei composti ternari

## 1. I nomi delle sostanze

La nomenclatura chimica è regolamentata da un'associazione internazionale: la **IUPAC** (*International Union of Pure and Applied Chemistry*):

Ancora oggi viene utilizzata spesso la nomenclatura tradizionale.

Esiste anche la cosiddetta nomenclatura di Stock.

## 2. Valenza e numero di ossidazione

La **valenza** rappresenta il numero di elettroni che l'atomo guadagna o mette in comune quando si lega ad altri atomi.

La valenza di un atomo corrisponde in genere al numero di legami che l'atomo può formare.

## 2. Valenza e numero di ossidazione

Il **numero di ossidazione** rappresenta la carica che ogni atomo, in una molecola o in uno ione poliatomico, assumerebbe se gli elettroni di legame fossero assegnati all'atomo più elettronegativo.

## 2. Valenza e numero di ossidazione

Regola	Esempio
1. Gli atomi nelle sostanze elementari hanno sempre numero di ossidazione zero.	In $\text{Cl}_2$ il n.o. del cloro è zero. In $\text{S}_8$ lo zolfo ha n.o. zero.
2. Il numero di ossidazione dell'ossigeno è $-2$ , tranne nei perossidi, in cui vale $-1$ e quando è legato al fluoro, in cui è $+2$ .	In $\text{Na}_2\text{O}$ , $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{MgO}$ , $\text{Al}_2\text{O}_3$ , l'ossigeno ha n.o. $-2$ . Nei perossidi di idrogeno e di sodio (per esempio, $\text{H}_2\text{O}_2$ e $\text{Na}_2\text{O}_2$ ) ha n.o. $-1$ . In $\text{F}_2\text{O}$ , l'ossigeno ha n.o. $+2$ .
3. Il numero di ossidazione dell'idrogeno è $+1$ , fanno eccezione i casi in cui H è combinato con un metallo, nel qual caso ha n.o. $-1$ .	In $\text{H}_2\text{O}$ , $\text{HCl}$ , $\text{H}_2\text{SO}_3$ , $\text{HF}$ , $\text{NH}_3$ , $\text{PH}_3$ , $\text{CH}_4$ , l'idrogeno ha n.o. $+1$ . Negli idruri dei metalli, come $\text{LiH}$ , $\text{CuH}$ , l'idrogeno ha n.o. $-1$ (notiamo che H è posto a destra nella formula).
4. Gli ioni monoatomici hanno numero di ossidazione coincidente con la carica elettrica.	Il ferro in $\text{Fe}^{3+}$ ha n.o. $+3$ . Il sodio in $\text{NaCl}$ ( $\text{Na}^+\text{Cl}^-$ ) ha n.o. $+1$ . Il magnesio in $\text{MgO}$ ( $\text{Mg}^{2+}\text{O}^{2-}$ ) ha n.o. $+2$ .
5. In uno ione poliatomico la somma dei numeri di ossidazione deve equivalere alla carica dello ione.	In $\text{OH}^-$ l'ossigeno ha n.o. $-2$ e l'idrogeno ha n.o. $+1$ . La somma dà $-1$ . In $\text{SO}_4^{2-}$ i 4 atomi di ossigeno danno $-8$ . Perché avanzi $-2$ allo ione, lo zolfo deve avere n.o. $+6$ . In $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ i 7 atomi di ossigeno danno $-14$ ; perché restino due cariche negative i due atomi di cromo devono avere $+12$ , quindi $+6$ ciascuno.
6. In una molecola o in un composto ionico la somma dei numeri di ossidazione deve essere zero.	In $\text{H}_2\text{O}$ ogni idrogeno ha n.o. $+1$ e l'ossigeno ha n.o. $-2$ , quindi $+1 + 1 - 2 = 0$ . In $\text{PbO}_2$ i due atomi di ossigeno (con n.o. $-2$ ) danno $-4$ ; perché il totale sia zero, il piombo deve avere n.o. $+4$ .
7. In un legame covalente gli elettroni condivisi sono formalmente attribuiti all'atomo più elettronegativo.	In $\text{PCl}_3$ il fosforo forma tre legami con il più elettronegativo cloro. Quindi il fosforo ha n.o. $+3$ e il cloro ha n.o. $-1$ .

### 3. Leggere e scrivere le formule più semplici

La formula chimica di un composto mostra da quali elementi è formato.

Gli indici numerici in posizione di pedici, indicano quanti atomi di ogni elemento sono presenti nella molecola.

I composti si dicono:

- **binari** se formati da due elementi;
- **ternari** se costituiti da tre elementi.

### 3. Leggere e scrivere le formule più semplici

L'elemento più metallico, i **cationi** e gli atomi con numero di ossidazione positivo, si scrivono per primi, a sinistra nella formula. Seguono l'anione non metallico o poliatomico.

es. NaOH, KCl

Nei composti binari, il n.o. del non metallo diventa l'indice del non metallo e viceversa.

Se i due indici della formula hanno un divisore comune, di solito si semplifica.

### 3. Leggere e scrivere le formule più semplici

Il nome di un **composto binario** si costruisce a partire da quello dell'elemento scritto a destra.

Gli indici delle formule vengono identificati attraverso dei prefissi.

Prefisso	Indice
mono...	1
di...	2
tri...	3
tetra...	4
penta...	5
esa...	6
epta...	7
otta...	8
nona...	9
deca...	10

*La somma dei numeri di ossidazione di tutti gli atomi presenti nella molecola, è uguale a zero.*

## 4. La classificazione dei composti inorganici

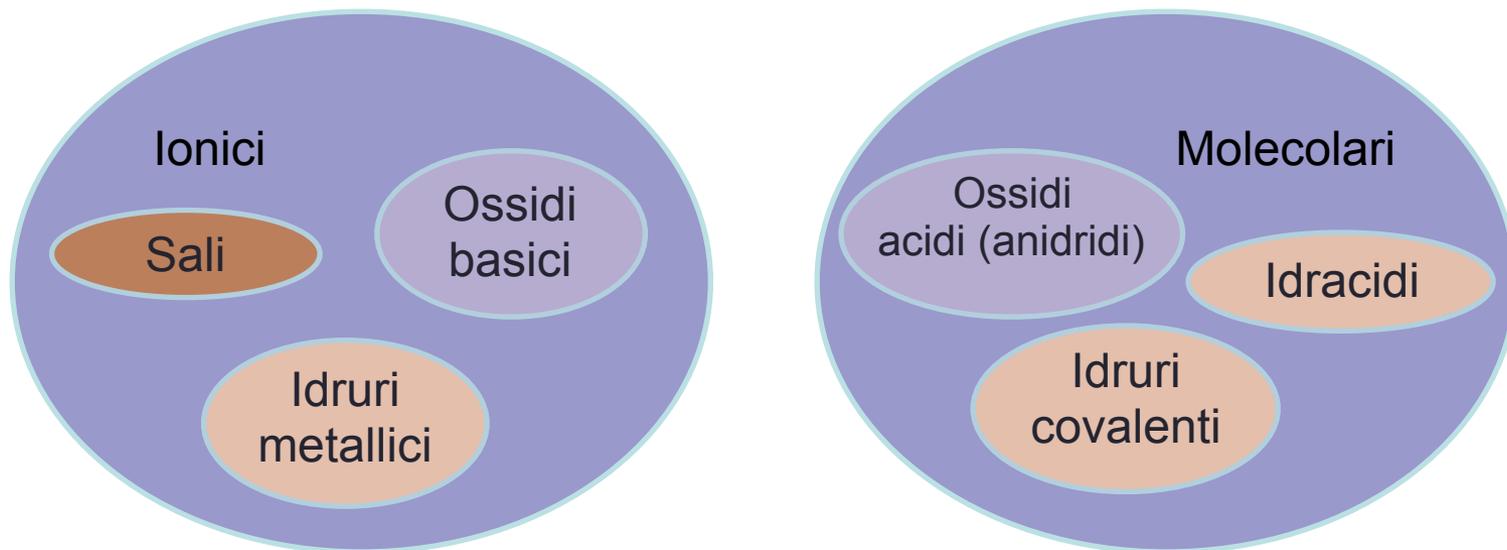
La classificazione dei composti inorganici si basa sulle loro proprietà chimiche, in particolare sulla **natura metallica o non metallica** degli elementi costituenti, sulla **reattività con acqua** e sulla **reattività con ossigeno**.

Classe		Tipi di elementi	Struttura della formula	Esempio
ossidi basici		metallo, ossigeno	Me O	CaO
ossidi acidi		non metallo, ossigeno	nonMe O	SO <sub>2</sub>
idruri	metallici	metallo, idrogeno	Me H	LiH
	covalenti	non metallo (esclusi alogeni e zolfo), idrogeno	nonMe H	NH <sub>3</sub>
idrossidi		metallo, ossigeno, idrogeno	Me OH	NaOH
acidi	<i>binari o idracidi</i>	idrogeno, non metallo (solo alogeni e zolfo)	H nonMe	HCl
	<i>ternari o ossiacidi</i>	idrogeno, non metallo, ossigeno	H nonMe O	KNO <sub>3</sub>
sali	<i>binari (di idracidi)</i>	metallo, non metallo,	Me nonMe	KBr
	<i>ternari (di ossiacidi)</i>	metallo, non metallo, ossigeno	Me nonMe O	CaSO <sub>4</sub>

## 5. Le proprietà dei composti binari

I **composti binari** si possono distinguere in **ionici** e in **molecolari**.

### COMPOSTI BINARI



## 5. Le proprietà dei composti binari

Gli **idruri metallici** sono composti dell'idrogeno con metalli fortemente elettropositivi (I e II gruppo).

Gli **idruri covalenti** sono composti dell'idrogeno con semimetalli e non metalli (IV, V, VI gruppo).

Negli idruri l'idrogeno ha numero di ossidazione  $-1$  e si trova a destra nella formula ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{CaH}_2$ ).

## 5. Le proprietà dei composti binari

Gli **idracidi** sono composti formati da idrogeno e un non metallo.

Negli idracidi l'idrogeno ha numero di ossidazione +1 e si trova a sinistra nella formula.

HF	Acido fluor <b>idrico</b>
HCl	Acido clor <b>idrico</b>
HBr	Acido brom <b>idrico</b>
HI	Acido iod <b>idrico</b>
H <sub>2</sub> S	Acido solf <b>idrico</b>

## 5. Le proprietà dei composti binari

L'ossigeno forma composti praticamente con tutti gli elementi della tavola periodica.

Con i metalli forma **ossidi basici**, con i non metalli dà luogo a **ossidi acidi**.

Negli ossidi l'ossigeno ha numero di ossidazione  $-2$  e si trova a destra nella formula ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{MgO}$ ).

## 5. Le proprietà dei composti binari

L'ossigeno forma anche degli ossidi particolari, detti **perossidi**, che contengono due atomi di ossigeno legati tra loro.

Nei perossidi l'ossigeno ha numero di ossidazione  $-1$  e si trova a destra nella formula ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ).



## 6. La nomenclatura dei composti binari

La nomenclatura chimica identifica i composti attraverso un nome specifico a partire dalla formula chimica della sostanza.

## 6. La nomenclatura dei composti binari

La **nomenclatura tradizionale** fa riferimento al numero di ossidazione degli elementi presenti nella molecola del composto.

La **notazione di Stock** fa riferimento al numero di ossidazione che gli elementi presentano nella molecola, ma ne dà specificazione mettendoli tra parentesi in cifre romane.

## 6. La nomenclatura dei composti binari

Formula	Nome tradizionale	Nome secondo Stock	Nome IUPAC
$\text{FeCl}_2$	cloruro ferroso	cloruro di ferro(II)	dicloruro di ferro
$\text{FeCl}_3$	cloruro ferrico	cloruro di ferro(III)	tricloruro di ferro
$\text{Al}_2\text{S}_3$	solfo di alluminio	solfo di alluminio	trisolfuro di dialluminio
$\text{CuCl}$	cloruro rameoso	cloruro di rame(I)	monocloruro di rame
$\text{CuCl}_2$	cloruro rameico	cloruro di rame(II)	dicloruro di rame

## 6. La nomenclatura dei composti binari

La **nomenclatura IUPAC** indica la relazione fra il nome della sostanza e la sua formula chimica.

I composti binari con l'ossigeno prendono il nome di **ossidi** (ossidi basici) quando l'ossigeno si lega con un metallo, e di **anidridi** (ossidi acidi) quando si lega con un non metallo.

## 6. La nomenclatura dei composti binari

Elemento	NO	Formula	Nome tradizionale	Nome secondo Stock	Nome IUPAC
Cu	+1	Cu <sub>2</sub> O	ossido rameoso	ossido di rame(I)	monossido di dirame
	+2	CuO	ossido rameico	ossido di rame(II)	monossido di rame
Sn	+2	SnO	ossido stannoso	ossido di stagno(II)	monossido di stagno
	+4	SnO <sub>2</sub>	ossido stannico	ossido di stagno(IV)	diossido di stagno
Fe	+2	FeO	ossido ferroso	ossido di ferro(II)	monossido di ferro
	+3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ossido ferrico	ossido di ferro(III)	triossido di diferro

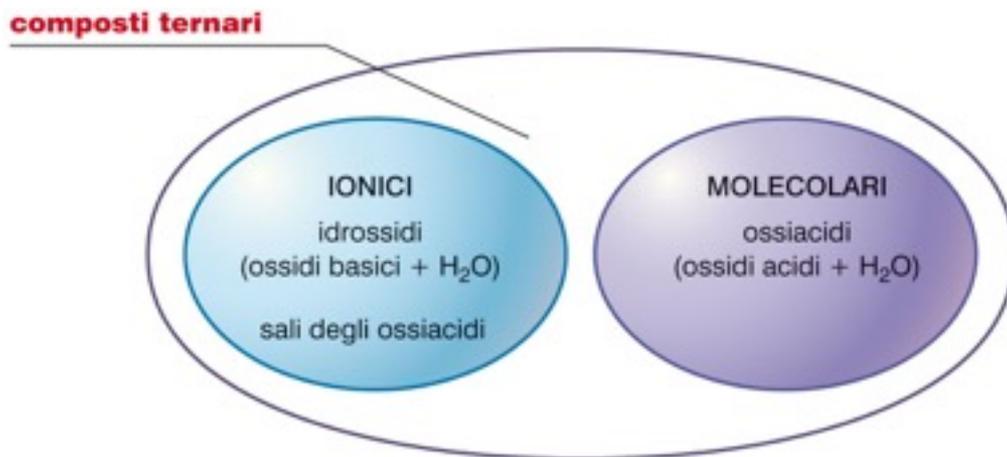
## 6. La nomenclatura dei composti binari

Elemento	n.o.	Formula	Nome tradizionale	Nome IUPAC
B	+3	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	anidride borica	triossido di diboro
C	+4	CO <sub>2</sub>	anidride carbonica	diossido di carbonio
	+2	CO	ossido di carbonio	monossido di carbonio
N	+1	N <sub>2</sub> O	protossido di azoto	monossido di diazoto
	+2	NO	ossido di azoto	monossido di azoto
	+3	N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	anidride nitrosa	triossido di diazoto
	+4	NO <sub>2</sub>	diossido di azoto	diossido di azoto
	+4	N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	ipoazotide	tetrossido di diazoto
	+5	N <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	anidride nitrica	pentossido di diazoto
P	+3	P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	anidride fosforosa	triossido di difosforo
	+5	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	anidride fosforica	pentossido di difosforo
S	+4	SO <sub>2</sub>	anidride solforosa	diossido di zolfo
	+6	SO <sub>3</sub>	anidride solforica	triossido di zolfo
Cl	+1	Cl <sub>2</sub> O	anidride ipoclorosa	monossido di dicloro
	+3	Cl <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	anidride clorosa	triossido di dicloro
	+4	ClO <sub>2</sub>	diossido di cloro	diossido di cloro
	+5	Cl <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	anidride clorica	pentossido di dicloro
	+7	Cl <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	anidride perclorica	eptossido di dicloro
Cr	+3	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ossido di cromo	triossido di dicromo
	+6	CrO <sub>3</sub>	anidride cromica	triossido di cromo
Mn	+2	MnO	ossido ipomanganoso	monossido di manganese
	+4	MnO <sub>2</sub>	ossido manganoso	diossido di manganese
	+6	MnO <sub>3</sub>	anidride manganica	triossido di manganese
	+7	Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	anidride permanganica	eptossido di dimanganese

## 7. Le proprietà dei composti ternari

I principali composti ternari sono

- gli idrossidi;
- gli ossiacidi;
- i sali degli ossiacidi.



## 7. Le proprietà dei composti ternari

Gli **idrossidi** sono composti ionici formati da un metallo e dallo ione **idrossido OH<sup>-</sup>**.

Nella formula il metallo si trova a sinistra e il gruppo ossidrile a destra:



## 7. Le proprietà dei composti ternari

Gli **ossiacidi** sono composti formati da idrogeno, un non metallo e ossigeno.

Gli ossiacidi derivano dalla reazione fra un ossido acido (anidride) e una o più molecole d'acqua.

Rapporto	Reazione
1 molecola di ossido acido + 1 molecola d'acqua	$P_2O_5 + 1H_2O \rightarrow 2HPO_3$
1 molecola di ossido acido + 2 molecole d'acqua	$P_2O_5 + 2H_2O \rightarrow H_4P_2O_7$
1 molecola di ossido acido + 3 molecole d'acqua	$P_2O_5 + 3H_2O \rightarrow 2H_3PO_4$

## 7. Le proprietà dei composti ternari

I **sali ternari** sono composti formati da un metallo, un non metallo e l'ossigeno.

I sali ternari si formano per sostituzione degli atomi di idrogeno dell'ossiacido corrispondente con un metallo.

Acido	Residuo	Esempi di sali	Nome tradizionale
$\text{H}_2\text{SO}_3$ acido solforoso	$\text{SO}_3^-$ solfito	$\text{Na}_2\text{SO}_3$ $\text{CaSO}_3$	solfito di sodio solfito di calcio
$\text{H}_2\text{SO}_4$ acido solforico	$\text{SO}_4^-$ solfato	$\text{K}_2\text{SO}_4$ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	solfato di potassio solfato di alluminio
$\text{HClO}$ acido ipocloroso	$\text{ClO}^-$ ipoclorito	$\text{NaClO}$ $\text{Ba}(\text{ClO})_2$	ipoclorito di sodio ipoclorito di bario
$\text{HClO}_2$ acido cloroso	$\text{ClO}_2^-$ clorito	$\text{KClO}_2$ $\text{Zn}(\text{ClO}_2)_2$	clorito di potassio clorito di zinco
$\text{HClO}_3$ acido clorico	$\text{ClO}_3^-$ clorato	$\text{LiClO}_3$ $\text{Al}(\text{ClO}_3)_3$	clorato di litio clorato di alluminio
$\text{HClO}_4$ acido perclorico	$\text{ClO}_4^-$ perclorato	$\text{KClO}_4$ $\text{Cu}(\text{ClO}_4)_2$	perclorato di potassio perclorato rameico

## 7. Le proprietà dei composti ternari

Se i sali provengono da acidi poliprotici (con più di due atomi di idrogeno), la sostituzione può risultare parziale e prendono il nome di **sali acidi**.

Acido	Residui dell'acido	Sale acido	Nome tradizionale
H <sub>2</sub> S acido solfidrico	- 1H <sup>+</sup> → HS <sup>-</sup> idrogenosolfuro - 2H <sup>+</sup> → S <sup>2-</sup> solfuro	KHS	idrogenosolfuro di potassio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> acido solforico	- 1H <sup>+</sup> → HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup> idrogenosolfato - 2H <sup>+</sup> → SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> solfato	Ca(HSO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	idrogenosolfato di calcio
H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> acido carbonico	- 1H <sup>+</sup> → HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> idrogenocarbonato - 2H <sup>+</sup> → CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> carbonato	NaHCO <sub>3</sub>	idrogenocarbonato di sodio o bicarbonato di sodio
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> acido fosforico	- 1H <sup>+</sup> → H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> diidrogenofosfato - 2H <sup>+</sup> → HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> idrogenofosfato - 3H <sup>+</sup> → PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> fosfato	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	diidrogenofosfato di potassio idrogenofosfato di sodio
H <sub>3</sub> PO <sub>3</sub> acido fosforoso	- 1H <sup>+</sup> → H <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> diidrogenofosfito - 2H <sup>+</sup> → HPO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> fosfito*	LiH <sub>2</sub> PO <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> HPO <sub>3</sub>	diidrogenofosfito di litio fosfito di sodio

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

### Nomenclatura degli idrossidi:

- IUPAC: idrossido di, preceduto dal prefisso per il numero di ioni  $\text{OH}^-$  presenti nella molecola;
- Stock: si specifica il n.o. del catione e lo si riporta tra parentesi in cifre romane;
- tradizionale: per metalli con due possibili n.o., si mette il suffisso -oso per il valore più piccolo e -ico per il più grande.

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

Formula	Nome tradizionale	Nome secondo Stock	Nome IUPAC
$\text{Ca(OH)}_2$	idrossido di calcio	idrossido di calcio	diidrossido di calcio
$\text{Fe(OH)}_2$	idrossido ferroso	idrossido di ferro(II)	diidrossido di ferro
$\text{Fe(OH)}_3$	idrossido ferrico	idrossido di ferro(III)	triidrossido di ferro
$\text{Sn(OH)}_2$	idrossido stannoso	idrossido di stagno(II)	diidrossido di stagno
$\text{Sn(OH)}_4$	idrossido stannico	idrossido di stagno(IV)	tetraidrossido di stagno
$\text{Al(OH)}_3$	idrossido di alluminio	idrossido di alluminio	triidrossido di alluminio

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

### Nomenclatura degli ossiacidi

- IUPAC:acido + non metallo con desinenza riferita al n.o. posto fra parentesi;
- tradizionale:acido + non metallo con suffisso relativo al n.o.

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

I suffissi

ipo ...oso

...oso

...ico

per ...ico

sono riferiti, in modo crescente, ai diversi n.o. del non metallo.

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

Formula	n.o. del non metallo	Nome tradizionale	Nome IUPAC
$\text{H}_2\text{SO}_3$	+4	acido solforoso	acido triossosolfurico(IV)
$\text{H}_2\text{SO}_4$	+6	acido solforico	acido tetraossosolfurico(VI)
$\text{HNO}_2$	+3	acido nitroso	acido diossonitrico(III)
$\text{HNO}_3$	+5	acido nitrico	acido triossonitrico(V)
$\text{H}_2\text{CO}_3$	+4	acido carbonico	acido triossocarbonico(IV)
$\text{H}_3\text{PO}_3$	+3	acido fosforoso	acido triossosolfurico(III)
$\text{H}_3\text{PO}_4$	+5	acido fosforico	acido tetraossosolfurico(V)
$\text{HClO}$	+1	acido ipocloroso	acido ossoclorico(I)
$\text{HClO}_2$	+3	acido cloroso	acido diossoclorico(III)
$\text{HClO}_3$	+5	acido clorico	acido triossoclorico(V)
$\text{HClO}_4$	+7	acido perclorico	acido tetraossoclorico(VII)

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

I poliacidi si formano per combinazione di un ossido acido e 1, 2 o 3 molecole d'acqua e prendono rispettivamente i prefissi meta-, piro- e orto-.

Derivazione	Formula dell'acido	Nome dell'acido
$P_2O_3 + 1H_2O$	$HPO_2$	acido metafosforoso
$P_2O_3 + 2H_2O$	$H_4P_2O_5$	acido pirofosforoso
$P_2O_3 + 3H_2O$	$H_3PO_3$	acido ortofosforoso
$B_2O_3 + 1H_2O$	$HBO_2$	acido metaborico
$B_2O_3 + 3H_2O$	$H_3BO_3$	acido ortoborico
$SiO_2 + 1H_2O$	$H_2SiO_3$	acido metasilicico
$SiO_2 + 2H_2O$	$H_4SiO_4$	acido ortosilicico (è un'eccezione, perché dovrebbe chiamarsi piroxilicico)

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

### Nomenclatura dei sali ternari:

- IUPAC: si sopprime il termine acido, si sostituisce il suffisso -ico con il suffisso -ato e si specifica il nome del metallo.

## 8. La nomenclatura dei composti ternari

- tradizionale: si trasformano i suffissi, ma non i prefissi.

ossiacido	sale
ipo...oso	ipo... <b>ito</b>
...oso	... <b>oso</b>
...ico	... <b>ato</b>
per...ico	per... <b>ato</b>