



## Guía Breve para la Nomenclatura de Química Inorgánica

R. M. Hartshorn (Nueva Zelanda),\* K.-H. Hellwich (Alemania), A. Yerin (Rusia), T. Damhus (Dinamarca), A. T. Hutton (Sudáfrica). \*C-e: [inorganic.nomenclature@iupac.org](mailto:inorganic.nomenclature@iupac.org), Patrocinado por: [División de Nomenclatura Química y Representación Estructural de la IUPAC](#).

Traducido y adaptado por: Miguel A. Ciriano (España),<sup>‡</sup> Pascual Román Polo (España). <sup>‡</sup>C-e: [mciriano@unizar.es](mailto:mciriano@unizar.es).

### INTRODUCCIÓN

La adopción universal de una nomenclatura química consensuada es una herramienta clave para la comunicación eficiente en las ciencias químicas, para la búsqueda con ordenadores en bases de datos y con fines regulatorios, tales como los asociados a la salud y la seguridad o a la actividad comercial. La Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC en sus siglas inglesas) ofrece recomendaciones sobre la naturaleza y el uso de la nomenclatura química.<sup>1</sup> Los fundamentos de esta nomenclatura se muestran aquí y en los documentos complementarios sobre los sistemas de nomenclatura de [química orgánica](#)<sup>2</sup> y [polímeros](#),<sup>3</sup> con hipervínculos a los documentos originales. Un resumen general de la nomenclatura química se puede encontrar en [Principles of Chemical Nomenclature](#).<sup>4</sup> Detalles mayores se pueden hallar en [Nomenclature of Inorganic Chemistry](#) coloquialmente conocido como el Libro Rojo,<sup>5</sup> y en las publicaciones relacionadas con [compuestos orgánicos](#) (el Libro Azul)<sup>6</sup> y [polímeros](#) (el Libro Púrpura).<sup>7</sup> Cabe señalar que muchos compuestos pueden tener nombres no-sistemáticos o semi-sistemáticos (algunos de los cuales no son aceptados por la IUPAC, por ejemplo, porque son ambiguos) y las reglas IUPAC permiten dar más de un nombre sistemático a un compuesto en muchos casos. La IUPAC está elaborando la identificación de los nombres individuales preferidos a efectos de regulación ([Preferred IUPAC Names](#) o PINs).

*Nota:* En este documento, el símbolo ‘=’ se utiliza para dividir los nombres que resultan ser demasiado largos para el formato de la columna, a menos que ya haya un guión presente en el nombre.

Los límites entre compuestos ‘orgánicos’ e ‘inorgánicos’ son difusos. Los tipos de nomenclatura descritos en este documento son aplicables a los compuestos, moléculas e iones que no contienen carbono y también a muchas estructuras que contienen carbono (Sección 2), principalmente los que contienen elementos de los grupos 1–12. La mayoría de los compuestos de boro se tratan mediante una nomenclatura especial.<sup>8</sup>

### 1 NOMBRES ESTEQUIOMÉTRICOS O DE COMPOSICIÓN

Un **nombre estequiométrico** o **de composición** sólo proporciona información sobre la composición de un ion, molécula o compuesto y puede estar relacionado bien con la fórmula empírica o con la molecular de esa especie. No proporciona ninguna información estructural.

Para las **especies homoatómicas**, donde únicamente hay un elemento, el nombre se forma (Tabla 1) combinando el nombre del elemento con el **prefijo multiplicador** pertinente (Tabla 2). Los iones se nombran añadiendo los números de carga entre paréntesis, *p. ej.*, (1+), (3+), (2–) y para (la mayoría de) los nombres de los aniones homoatómicos se añade la terminación ‘uro’ en lugar de las terminaciones de los nombres de los elementos: ‘eso’, ‘ico’, ‘o’, ‘io’, ‘ogeno’, ‘ono’, u ‘oro’.<sup>9</sup> Las excepciones incluyen el cinc, el oxígeno y los elementos del grupo 18 que acaban en ‘on’, donde la terminación ‘uro’ se añade a los nombres de los elementos. Para algunos elementos (*p. ej.*, S, Fe, Ag, Au) se usa la raíz del nombre en latín antepuesta a la terminación ‘uro’ (*cf.* Sección 2.3).<sup>9</sup> Algunos iones pueden tener nombres tradicionales aceptables (que se usan sin números de carga).

Se permite la publicación de este documento por cualquier medio bajo la condición de que sea completo e inalterado. Copyright de la versión inglesa © IUPAC & De Gruyter 2015. Publicado en [Pure Appl. Chem.](#) **87**, 1039–1049 (2015).

<sup>1</sup> Disponible gratuitamente (en versión inglesa) en:

(a) <http://www.iupac.org/publications/pac/>; (b) <http://www.chem.qmul.ac.uk/iupac/>

<sup>2</sup> K.-H. Hellwich, R. M. Hartshorn, A. Yerin, T. Damhus, A. T. Hutton, Brief Guide to the Nomenclature of Organic Chemistry, *Pure Appl. Chem.*, en preparación.

<sup>3</sup> R. C. Hiorns, R. J. Boucher, R. Duhlev, K.-H. Hellwich, P. Hodge, A. D. Jenkins, R. G. Jones, J. Kahovec, G. Moad, C. K. Ober, D. W. Smith, R. F. T. Stepto, J.-P. Vairon, J. Vohlidal, *Pure Appl. Chem.* **84**(10), 2167–2169 (2012).

<sup>4</sup> *Principles of Chemical Nomenclature – A Guide to IUPAC Recommendations, 2011 Edition*, G. J. Leigh (Ed.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K., ISBN 978-1-84973-007-5.

<sup>5</sup> *Nomenclature of Inorganic Chemistry – IUPAC Recommendations 2005*, N. G. Connelly, T. Damhus, R. M. Hartshorn, A. T. Hutton (Eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K., ISBN 0-85404-438-8.

<sup>6</sup> *Nomenclature of Organic Chemistry – IUPAC Recommendations and Preferred Names 2013*, H. A. Favre, W. H. Powell (Eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K., ISBN 978-0-85404-182-4.

<sup>7</sup> *Compendium of Polymer Terminology and Nomenclature – IUPAC*

*Recommendations* 2008, R. G. Jones, J. Kahovec, R. Stepto, E. S. Wilks, M. Hess, T. Kitayama, W. V. Metanomski (Eds.), Royal Society of Chemistry, Cambridge, U.K., ISBN 978-0-85404-491-7.

<sup>8</sup> Referencia 4, Capítulo 10.

<sup>9</sup> Referencia 5, Tabla IX.

Tabla 1. Ejemplos de especies homoatómicas

Fórmula	Nombre	Fórmula	Nombre
O <sub>2</sub>	dioxígeno	Cl <sup>–</sup>	cloruro(1–) o cloruro
S <sub>8</sub>	octaazufre	I <sub>3</sub> <sup>–</sup>	triioduro(1–)
Na <sup>+</sup>	sodio(1+)	O <sub>2</sub> <sup>2–</sup>	dióxido(2–) o peróxido
Fe <sup>3+</sup>	hierro(3+)	N <sub>3</sub> <sup>–</sup>	trinitruro(1–) o azida

Tabla 2. Prefijos multiplicadores para especies simples y complejas

Nº	Simple	Complicado	Nº	Simple	Complicado
2	di	bis	8	octa	octakis
3	tri	tris	9	nona	nonakis
4	tetra	tetrakis	10	deca	decakis
5	penta	pentakis	11	undeca	undecakis
6	hexa	hexakis	12	dodeca	dodecakis
7	hepta	heptakis	20	icosa	icosakis

Los **compuestos binarios** (los que contienen átomos de dos elementos) se nombran estequiométricamente combinando los nombres de los elementos y escribiendo, por convenio, el elemento al que se llega primero cuando se sigue la flecha de la secuencia de los elementos (Figura 1) como si se tratara de un anión. Así, al nombre de este elemento formalmente ‘electronegativo’ se le da la terminación ‘uro’ y se coloca el primero en el nombre del compuesto, siguiéndole la preposición ‘de’ y el nombre del elemento formalmente ‘electropositivo’ (Tabla 3).

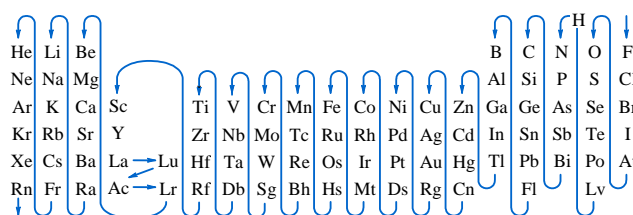


Figura 1. Secuencia de los elementos.

Tabla 3. Ejemplos de compuestos binarios

Fórmula	Nombre	Fórmula	Nombre
GaAs	arsenuro de galio	FeCl <sub>2</sub>	dicloruro de hierro o cloruro de hierro(II)
CO <sub>2</sub>	dióxido de carbono	FeCl <sub>3</sub>	tricloruro de hierro o cloruro de hierro(III)
CaF <sub>2</sub>	difluoruro de calcio o fluoruro de calcio	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	dióxido de hidrógeno o peróxido de hidrógeno

De nuevo, los prefijos multiplicadores (Tabla 2) se aplican cuando sea necesario, y se pueden usar nombres alternativos<sup>10</sup> aceptables. La estequiometría puede deducirse en algunos casos mediante los números de oxidación, o puede estar completamente implícita cuando no existe ninguna duda, como en el fluoruro de calcio.

Generalmente, las **especies heteropoliatómicas** pueden nombrarse de manera similar usando la nomenclatura de composición, pero, a menudo, se utiliza la nomenclatura de sustitución<sup>11</sup> o la de adición (Sección 2). En este último caso, también se proporciona información sobre la manera en que los átomos están conectados. Por ejemplo, POCl<sub>3</sub> (o PCl<sub>3</sub>O, nombre de composición: tricloruro óxido de fósforo) recibe un nombre de adición en la Tabla 10.

Ciertos iones tienen nombres tradicionales cortos, que se utilizan comúnmente y se aceptan todavía (*p. ej.*, amonio, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; hidróxido, OH<sup>–</sup>; nitrito, NO<sub>2</sub><sup>–</sup>; fosfato, PO<sub>4</sub><sup>3–</sup>; difosfato, P<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>4–</sup>).

Los compuestos inorgánicos, en general, pueden ser combinaciones de cationes, aniones y especies neutras. Por convenio, el nombre de un compuesto está formado por los nombres de las especies que lo componen: los aniones preceden a los cationes y los componentes neutros van al final (Véanse ejemplos en la Tabla 4).

Tabla 4. Uso de los prefijos multiplicadores en los nombres de composición

Fórmula	Nombre
Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	bis(fosfato) de tricalcio
Ca <sub>2</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	difosfato de dicalcio
BaO <sub>2</sub>	dióxido(2–) de bario(2+) o peróxido de bario
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	sulfato de magnesio heptahidratado
CdSO <sub>4</sub> ·6NH <sub>3</sub>	sulfato de cadmio—amoniaco (1/6)
AlK(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> ·12H <sub>2</sub> O	bis(sulfato) de aluminio y potasio—agua (1/12) o bis(sulfato) de aluminio y potasio dodecahidratado
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ·24H <sub>2</sub> O	tris(sulfato) de dialuminio—sulfato de dipotasio—agua (1/1/24)



<sup>10</sup> Referencia 4, Tabla P10.

<sup>11</sup> Referencia 5, Capítulo IR-6.

El número de cada entidad presente se tiene que especificar con el fin de reflejar la composición del compuesto. Con este propósito, los prefijos multiplicadores (Tabla 2) se añaden al nombre de cada especie. Los prefijos a usar con los nombres de entidades sencillas son ‘di’, ‘tri’, ‘tetra’, *etc.*, o ‘bis( )’, ‘tris( )’, ‘tetrakis( )’, *etc.*, para el caso de especies que ellas mismas contienen prefijos multiplicadores o localizadores. También hay que tener cuidado en las situaciones en las que un prefijo multiplicador simple puede ser malinterpretado, *p. ej.*, tris(yoduro) tiene que usarse para  $3\text{I}^-$  en lugar de triyoduro (que se usa para  $\text{I}_3^-$ ), y bis(fosfato) en lugar de difosfato (que se usa para  $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$ ). Algunos ejemplos se muestran en la Tabla 4. No hay elisión de vocales (*p. ej.*, tetraacua, pentaóxido), excepto en el caso especial de monóxido.

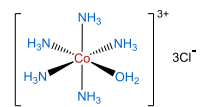
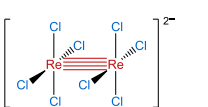
Los nombres de los componentes neutros se separan por guiones extra largos (—) sin espacios. Los compuestos inorgánicos pueden ser, a su vez, componentes en **compuestos de adición** (formales) (últimos cuatro ejemplos de la Tabla 4). Las relaciones de los componentes pueden indicarse, en general, usando un descriptor estequiométrico con un paréntesis después del nombre (véanse los tres últimos ejemplos de la Tabla 4). En el caso especial de los hidratos, los prefijos multiplicadores pueden ser usados con el término ‘hidrato’.

## 2 COMPLEJOS Y NOMENCLATURA DE ADICIÓN

### 2.1 Enfoque general

La nomenclatura de adición se desarrolló para describir las estructuras de entidades de coordinación, o complejos, pero este método también se extiende con facilidad a otras entidades moleculares. Se considera que los complejos mononucleares consisten en un átomo central, a menudo un ion metálico, que está unido a moléculas pequeñas o iones adyacentes, que se denominan ligandos. Los nombres de los complejos se construyen (Tabla 5) añadiendo los nombres de los ligandos *antes* que los de los átomos centrales, utilizando los prefijos multiplicadores pertinentes. Las fórmulas se construyen añadiendo los símbolos o abreviaturas de los ligandos *después* de los símbolos de los átomos centrales (Sección 2.7).

Tabla 5. Generación de nombres de complejos: ligandos sencillos

Estructura a nombrar		
Átomo(s) central(es)	cobalto(III)	2 × renio
Identifique y nombre los ligandos	amoniaco → <b>ammino</b> agua → <b>acua</b>	cloruro → <b>cloruro</b>
Construya el nombre	cloruro de <b>acuapentaamminocobalto(III)</b>	bis( <b>tetraclorurorenato</b> )= ( <b>Re—Re</b> )(2-) de cesio

### 2.2 Átomo(s) central(es) y ligandos

El primer paso consiste en identificar el(los) átomo(s) central(es) y, por tanto, los ligandos. Por convenio, los electrones implicados en el enlace entre el átomo central y un ligando se considera que pertenecen al ligando (y esto determinará su nombre).

Cada ligando se nombra como una entidad separada utilizando la nomenclatura oportuna,<sup>4</sup> generalmente de sustitución para ligandos orgánicos<sup>2,4,6</sup> y de adición para ligandos inorgánicos. Un número pequeño de moléculas comunes e iones tienen **nombres especiales** cuando se encuentran en complejos. Por ejemplo, un ligando agua se representa en el nombre completo con el término ‘acua’. Un ligando amoniaco se representa por ‘ammino’ mientras que el monóxido de carbono unido al átomo central por el átomo de carbono se describe con el término ‘carbonilo’ y el monóxido de nitrógeno unido por el nitrógeno se representa por ‘nitrosilo’. Los nombres de **ligandos aniónicos** que terminan en ‘uro’, ‘ito’ y ‘ato’ no se modifican en el nombre de adición completo del complejo. Nótese que la desinencia ‘uro’ se utiliza también para los ligandos halogenuro y ‘óxido’ no se modifica. Por convenio, un solo átomo de hidrógeno coordinado se considera siempre aniónico y se representa en el nombre por el término ‘hidruro’, mientras que el dihidrógeno coordinado se trata generalmente como una entidad neutra donadora de dos electrones.

### 2.3 Construcción de los nombres de adición

Una vez nombrados los ligandos, puede construirse el nombre. Para ello se citan los nombres de los ligandos en orden alfabético antes del nombre del(de los) átomo(s) central(es) *sin tener en cuenta* las cargas de los ligandos.

Si hubiera más de un ligando de un tipo particular unido de igual modo al átomo central, el número de esos ligandos idénticos se indica mediante el prefijo multiplicador adecuado para ligandos simples o complicados (Tabla 2), sin cambiar el orden alfabético de los ligandos establecido previamente. El orden de colocación de los signos de inclusión que se usa en los nombres cuando se necesita más de un signo de inclusión es: ( ), [ ( ) ], { ( [ ] ) }, { ( [ ( ] ) ) }, *etc.*

Los **enlaces metal-metal** se indican colocando los símbolos de los átomos centrales entre paréntesis, en cursiva y conectados por un guión extra largo (—) después del nombre del complejo (sin dejar espacios). El **número de carga** del complejo o el **número de oxidación** del átomo central se añade como afijo al nombre del complejo. Para los **aniones** que se nombran por nomenclatura de adición se le da la desinencia ‘ato’ al nombre del átomo central, de igual modo que se usa la terminación ‘uro’ para los aniones monoatómicos (Sección 1). En algunos casos, por tradición, la raíz latina se usa para los nombres ‘ato’ como en

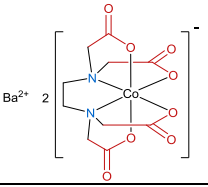
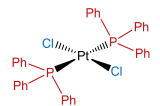
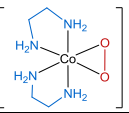
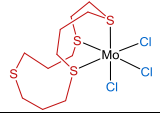
sulfato (para azufre), ferrato (para hierro), cuprato (para cobre), argentato (para plata), estannato (para estaño), aurato (para oro) y plumbato (para plomo).<sup>12</sup> Finalmente, las reglas de la nomenclatura de composición (Sección 1) se utilizan para combinar los nombres de adición de entidades de coordinación neutras o iónicas con los nombres de cualquier otra entidad que forma parte del compuesto.

### 2.4 Especificación de la conectividad

Algunos ligandos se pueden unir a un átomo central por distintos átomos en diferentes circunstancias. Especificar qué átomo ligante (coordinante) está unido en un complejo dado puede lograrse añadiendo **términos-κ** al nombre del ligando. El término-κ incluye la letra griega κ seguida del símbolo del elemento del átomo ligante en letra cursiva. Para ligandos más complicados el término-κ se coloca frecuentemente dentro del nombre del ligando a continuación del grupo al que se refiere. Pueden indicarse uniones idénticas múltiples a un átomo central añadiendo el número adecuado como un superíndice entre los símbolos κ y el del elemento (véase la Tabla 6). Estas posibilidades se discuten con detalle en el Libro Rojo.<sup>13</sup> Si los átomos ligantes de un ligando son contiguos (es decir, están enlazados directamente), se usa en su lugar un **término-η**, por ejemplo en muchos compuestos organometálicos (Sección 2.6) y en el peróxido complejo de la Tabla 6.

Para ligandos que tienen la posibilidad de unirse mediante más de un modo de coordinación se requiere el uso de un término-κ. Casos típicos son el tiocianato, que puede unirse por el átomo de azufre (tiocianato-κS) o por el átomo de nitrógeno (tiocianato-κN) y el nitrito, que puede unirse por el átomo de nitrógeno (M—NO<sub>2</sub>, nitrito-κN) o por un átomo de oxígeno (M—ONO, nitrito-κO). Los nombres pentaamino(nitrito-κN)cobalto(2+) y pentaamino(nitrito-κO)cobalto(2+) se usan para describir los dos nitrito-complejos isómeros catiónicos. En la Tabla 6 se encuentran más ejemplos de construcción de nombres usando los términos-κ para especificar la conectividad de los ligandos. Si en un complejo existe más de un átomo central, se puede usar también un término-κ para indicar a qué átomo central está unido el ligando (Sección 2.5).

Tabla 6. Generación de nombres de complejos: ligandos complicados

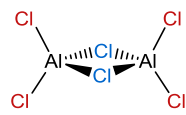
Estructura a nombrar		
Átomo central	cobalto(III) → <b>cobaltato(III)</b>	platino(II)
Identifique y nombre los ligandos	2,2',2'',2'''-(etano-1,2-diil= dinitrilo)tetraacetato → 2,2',2'',2'''-(etano-1,2-diil= <b>dinitrilo</b> ) <b>tetraacetato</b>	cloruro → <b>cloruro trifenilfosfano</b>
Especifique los átomos ligantes	2,2',2'',2'''-(etano-1,2-diil= <b>dinitrilo-κ<sup>2</sup>N</b> ) <b>tetraacetato-κ<sup>4</sup>O</b>	<i>no se necesita para cloruro trifenilfosfano-κP</i>
Construya el nombre	[2,2',2'',2'''-(etano-1,2-diil= <b>dinitrilo-κ<sup>2</sup>N</b> ) <b>tetraacetato-κ<sup>4</sup>O</b> ]cobaltato(III) de bario	<b>diclorurobis(trifenil= fosfano-κP)</b> platino(II)
Estructura a nombrar		
Átomo central	cobalto(III)	molibdeno(III)
Identifique y nombre los ligandos	<b>etano-1,2-diamina</b> peróxido → <b>peróxido</b>	cloruro → <b>cloruro 1,4,8,12-tetratiaclopentadecano</b>
Especifique los átomos ligantes	<b>etano-1,2-diamina-κ<sup>2</sup>N</b> <b>η<sup>2</sup>-peróxido</b>	<i>no se necesita para cloruro 1,4,8,12-tetratiaclopentadecano-κ<sup>3</sup>S<sup>1</sup>,S<sup>4</sup>,S<sup>8</sup></i>
Construya el nombre	<b>bis(etano-1,2-diamina-κ<sup>2</sup>N)= (η<sup>2</sup>-peróxido)cobalto(III)</b>	<b>triclouro(1,4,8,12-tetratiaclopentadecano-κ<sup>3</sup>S<sup>1</sup>,S<sup>4</sup>,S<sup>8</sup>)molibdeno(III)</b>

### 2.5 Ligandos puente

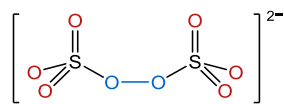
Los ligandos puente son aquellos que están unidos a más de un átomo central. Se diferencian en los nombres por la adición del prefijo ‘μ’ (letra griega mu) con el prefijo y el nombre del ligando puente separados uno del otro y del resto del nombre por guiones. Con esto es suficiente si el ligando es monoatómico, pero si el ligando es más complicado puede ser necesario especificar qué átomo ligante del ligando está unido a qué átomo central. Ciertamente, este es el caso en el que los átomos ligantes sean de tipo diferente y donde se pueden usar los términos-κ con esta finalidad.

<sup>12</sup> Referencia 5, Tabla X.

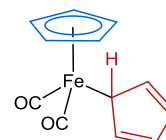
<sup>13</sup> Referencia 5, Sección IR-9.2.4.



di- $\mu$ -cloruro-bis(di-cloruroaluminio(III))  
[Cl<sub>2</sub>Al( $\mu$ -Cl)<sub>2</sub>AlCl<sub>2</sub>]



$\mu$ -peróxido-1 $\kappa$ O<sup>1</sup>,2 $\kappa$ O<sup>2</sup>-bis(tri-oxidosulfato)(2-)  
[O<sub>3</sub>S( $\mu$ -O<sub>2</sub>)SO<sub>3</sub>]<sup>2-</sup>



dicarbonil( $\eta^5$ -ciclopentadienuro)(ciclopenta-2,4-dien-1-uro- $\kappa$ C<sup>1</sup>)hierro  
o dicarbonil( $\eta^5$ -ciclopentadienil)(ciclopenta-2,4-dien-1-il- $\kappa$ C<sup>1</sup>)hierro

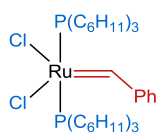
## 2.6 Compuestos organometálicos

Los compuestos organometálicos contienen al menos un enlace entre un átomo metálico y un átomo de carbono. Se nombran como compuestos de coordinación mediante el sistema de nomenclatura de adición (véase más arriba).

El nombre de un ligando orgánico **que se une por un átomo de carbono** puede derivarse al tratar el ligando como un anión o como un grupo sustituyente neutro. Así, el compuesto [Ti(CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>)Cl<sub>3</sub>] puede llamarse **triclouro(propan-1-uro)titanio** o **triclouro(propil)titanio**. De igual modo, para el ligando -CH<sub>3</sub> puede usarse 'metanuro' o 'metil'.

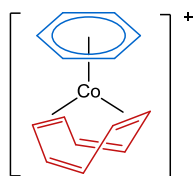
Si un ligando orgánico forma **dos o tres enlaces sencillos metal-carbono** (con uno o más centros metálicos), el ligando puede considerarse como un di- o tri-anión, en cuyo caso se usan las terminaciones 'diuro' o 'triuero' sin eliminar la 'o' terminal del hidrocarburo progenitor. De nuevo, se encuentran muy frecuentemente los nombres que se derivan de considerar este tipo de ligandos como grupos sustituyentes con los sufijos 'diil' o 'triil'. Así, el ligando bidentado -CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>- se llamaría propano-1,3-diuro (o propano-1,3-diil) si quelata a un centro metálico y  $\mu$ -propano-1,3-diuro (o  $\mu$ -propano-1,3-diil) si puentea dos átomos metálicos.

Los compuestos organometálicos que contienen un **enlace múltiple metal-carbono** reciben nombres de prefijos sustituyentes derivados de los hidruros progenitores que finalizan con el sufijo 'ilideno' para un enlace doble metal-carbono y con 'ilidino' para un enlace triple. Estos sufijos sustituyen a la terminación 'ano' del hidruro progenitor o, más generalmente, se añaden al nombre del hidruro padre con inserción de un localizador y elisión de la 'o' terminal si existe. Así, la entidad CH<sub>3</sub>CH<sub>2</sub>CH= como ligando se llama propilideno y (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>C= se llama propan-2-ilideno. La metodología 'diuro'/'triuero' descrita anteriormente se puede usar también en esta situación. Sin embargo, los términos 'carbeno' y 'carbino' no se usan en nomenclatura sistemática.

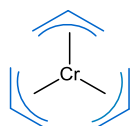


diclouro(fenilmetilideno)bis(triciclohexilfosfano- $\kappa$ P)rutenio,  
diclouro(fenilmetanodiuro)bis(triciclohexilfosfano- $\kappa$ P)rutenio,  
o (bencilideno)diclourobis(triciclohexilfosfano- $\kappa$ P)rutenio

La naturaleza especial del enlace de hidrocarburos insaturados con metales de modo 'side on', a través de sus electrones- $\pi$ , requiere el **convenio eta ( $\eta$ )**. En esta nomenclatura 'hapto' el número de átomos *contiguos* del ligando coordinados al metal (la hapticidad del ligando) se indica por un superíndice sobre el símbolo eta, por ejemplo,  $\eta^3$  ('eta tres' o 'trihapto'). El término- $\eta$  se añade como un prefijo al nombre del ligando o a la porción del nombre del ligando más adecuada para indicar la conectividad, con localizadores si fuese necesario.



( $\eta^6$ -benceno)[(1,2,5,6- $\eta$ -cicloocta-1,3,5,7-tetraeno)cobalto(1+)]

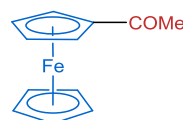


tris( $\eta^3$ -prop-2-en-1-uro)cromo,  
tris( $\eta^3$ -prop-2-en-1-il)cromo,  
o tris( $\eta^3$ -alil)cromo

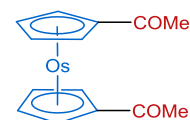
Una lista de **ligandos insaturados con enlaces- $\pi$**  neutros y aniónicos puede encontrarse en el Libro Rojo.<sup>14</sup>

Nótese que el ligando ubicuo  $\eta^5$ -C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>, estrictamente  $\eta^5$ -ciclopenta-2,4-dien-1-uro, se llama también aceptablemente  $\eta^5$ -ciclopentadienuro o  $\eta^5$ -ciclopentadienilo. Si el grupo ciclopenta-2,4-dien-1-uro se coordina por un solo átomo de carbono a través de un enlace  $\sigma$  se añade un término- $\kappa$  para indicar explícitamente ese tipo de enlace. Sin embargo, el símbolo  $\eta^1$  no debe usarse ya que el convenio eta se aplica solamente al enlace de átomos contiguos en un ligando.

Las moléculas discretas que contienen dos ligandos  $\eta^5$ -ciclopentadienuro *paralelos* en una estructura 'sandwich' en torno a un metal de transición, como en bis( $\eta^5$ -ciclopentadienuro)hierro, [Fe( $\eta^5$ -C<sub>5</sub>H<sub>5</sub>)<sub>2</sub>], se llaman genéricamente **metalocenos** y pueden recibir nombres 'oceno'; en este caso ferroceno. Estos nombres 'oceno' pueden usarse de la misma manera que se usan los nombres de hidruros progenitores en la nomenclatura de sustitución, cuyos nombres de grupos sustituyentes toman las formas de 'ocenil', 'ocenodiil', 'ocenotriil' (con inserción de los localizadores pertinentes).



1-ferroceniletan-1-ona



1,1'-(osmoceno-1,1'-diil)di-(etan-1-ona)

Por convenio, los compuestos 'organoelemento' de los **elementos de los grupos principales** se nombran mediante la nomenclatura de sustitución si derivan de los grupos 13-16, pero con la nomenclatura de adición si derivan de los grupos 1 y 2. En algunos casos se usa la nomenclatura de composición si se va a transmitir poca información estructural. El Libro Rojo suministra más detalles.<sup>15</sup>

## 2.7 Fórmulas de los compuestos de coordinación

Las fórmulas en línea de las entidades de coordinación se escriben entre corchetes para especificar la composición de la entidad. El proceso global se muestra en la Tabla 7. El símbolo del átomo central se coloca en primer lugar y le siguen los símbolos o abreviaturas de los ligandos (en orden alfabético según el modo que se presenten en la fórmula). Cuando sea posible, el átomo que se coordina (ligante) debe colocarse más próximo al átomo central para proporcionar más información sobre la estructura del complejo. Por este mismo motivo, los ligandos puente deben colocarse entre los símbolos de los átomos centrales cuando sea posible (véanse ejemplos en la Sección 2.5). Generalmente, las fórmulas y abreviaturas de los ligandos se colocan entre signos de inclusión (salvo que el ligando contenga un solo átomo) y debe recordarse que los corchetes se reservan para definir la esfera de coordinación. La presencia de ligandos múltiples se indica con un subíndice a la derecha y a continuación del signo de inclusión o del símbolo del ligando.

Tabla 7. Generación de fórmulas lineales para complejos

Estructura		
Átomo(s) central(es)	Co	2 $\times$ Re
Ligandos	NH <sub>3</sub> , OH <sub>2</sub>	Cl
Ensamble la fórmula	[Co(NH <sub>3</sub> ) <sub>5</sub> (OH <sub>2</sub> )Cl] <sub>3</sub>	Cs <sub>2</sub> [Cl <sub>4</sub> ReReCl <sub>4</sub> ]
Estructura		
Átomo(s) central(es)	Co	Pt
Ligandos abreviados	2,2',2'',2'''-(etano-1,2-diildinitrilo)= tetraacetato $\rightarrow$ edta	Cl trifenilfosfano $\rightarrow$ PPh <sub>3</sub>
Ensamble la fórmula	Ba[Co(edta)] <sub>2</sub>	[PtCl <sub>2</sub> (PPh <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ]

<sup>14</sup> Referencia 5, Tabla IR-10.4.

<sup>15</sup> Referencia 5, Sección IR-10.3.

## 2.8 Oxoácidos inorgánicos y compuestos relacionados

Los oxoácidos inorgánicos y los aniones que se forman al eliminar sus hidrones ( $H^+$ ) ácidos, tienen nombres tradicionales que son muy conocidos y pueden encontrarse en muchos libros de texto: ácido sulfúrico, sulfato; ácido nítrico, nitrato; ácido nitroso, nitrito; ácido fosfórico, fosfato; ácido arsénico, arsenato; ácido arsenioso, arsenito; ácido silícico, silicato; etc. Estos nombres se retienen en la nomenclatura de la IUPAC por dos razones, en primer lugar, porque son los nombres usados invariablemente en la práctica y, en segundo lugar, porque juegan un papel especial en la nomenclatura orgánica cuando se necesitan nombres para sus derivados orgánicos. No obstante, todos los oxoácidos y sus derivados pueden considerarse como entidades de coordinación y nombrarse sistemáticamente mediante la nomenclatura de adición (Tabla 8).<sup>16</sup>

Tabla 8. Ejemplos de oxoácidos inorgánicos y derivados

Fórmula	Nombre tradicional u orgánico	Nombre de adición
$H_2SO_4$ o $[S(O)_2(OH)_2]$	ácido sulfúrico	dihidroxidodioxidoazufre
$(CH_3)_2SO_4$ o $[S(O)_2(OMe)_2]$	sulfato de dimetilo	dimetoxidodioxidoazufre o dimetanolatodioxidoazufre
$H_2PHO_3$ o $[P(H)(O)(OH)_2]$	ácido fosfónico*	dihidroxidohidrurooxido= fósforo
$PhP(O)(OH)_2$	ácido fenilfosfónico	(fenil)dihidroxidooxido= fósforo

\*Nota: El término 'ácido fosforoso' se ha utilizado en la bibliografía para las especies llamadas ácido fosfónico en la Tabla 8 y para aquellas con la fórmula  $P(OH)_3$ , trihidroxidofósforo. En el segundo sentido se utiliza en la nomenclatura orgánica.

Los nombres tradicionales de los oxoácidos pueden modificarse conforme a reglas establecidas para nombrar derivados formados por **reemplazo funcional**.<sup>16</sup> Así, 'tio' denota reemplazamiento de =O por =S; los prefijos 'fluoro', 'cloro', etc. y los infijos 'fluorídico', 'clorídico', etc., denotan reemplazo de -OH por -F, -Cl, etc.; 'peroxi'/'peroxo' denota reemplazo de -O- por -OO- y así sucesivamente (Tabla 9).

Si todos los grupos hidroxilo de un oxoácido son reemplazados, el compuesto ya no es un ácido y no se nombra como tal sino que tendrá un **nombre de clase funcional**,<sup>16</sup> como por ejemplo, un halogenuro de ácido o una amida. Dichos tipos de compuestos pueden nombrarse de nuevo sistemáticamente mediante la nomenclatura de adición (Tabla 10).

Una construcción especial se usa en los **nombres de hidrogeno**, que permite la indicación de los hidrones unidos a un anión sin especificar exactamente dónde. En dichos nombres, la palabra 'hidrogeno' (sin tilde) se coloca al principio del nombre con un prefijo multiplicador (si fuese pertinente) y sin espacio entre ella y el resto del nombre, el cual se encierra entre paréntesis. Por ejemplo, dihidrogeno(difosfato)(2-) denota  $H_2P_2O_7^{2-}$ , un ion difosfato al que se le han añadido dos hidrones en posiciones desconocidas o al menos no especificadas.

Los nombres comunes de oxoácidos parcialmente deshidronados, tales como hidrogenofosfato,  $HPO_4^{2-}$ , y dihidrogenofosfato,  $H_2PO_4^-$ , pueden considerarse casos especiales de dichos nombres de hidrogeno. En estos nombres simplificados, se excluyen el número de carga y los paréntesis. De nuevo, estos aniones particulares pueden nombrarse sistemáticamente mediante la nomenclatura de adición. La palabra 'hidrogeno' se coloca *separada* al

Tabla 9. Ejemplos de derivados de oxoácidos inorgánicos y aniones formados por reemplazo funcional

Fórmula	Nombre que indica el reemplazo funcional	Nombre de adición
$H_3PS_4$ o $[P(S)(SH)_3]$	ácido tetratiofosfórico o ácido fosforotetratioico	tris(sulfanuro)sulfuro= fósforo
$H_2PFO_3$ o $[PF(O)(OH)_2]$	ácido fluorofosfórico o ácido fosforofluorídico	fluorurodihidroxido= oxidofósforo
$S_2O_3^{2-}$ o $[S(O)_3(S)]^{2-}$	tiosulfato o sulfurotioato	trioxidosulfuro= sulfato(2-)
$[O_3S(\mu-O_2)SO_3]^{2-}$	peroxidisulfato	véase la Sección 2.5

Tabla 10. Ejemplos de clases de nombres funcionales y sus correspondientes nombres de adición

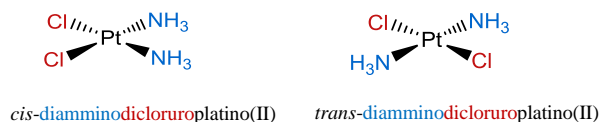
Fórmula	Nombre de clase funcional	Nombre de adición
$PCl_3O$	tricloruro de fosforilo	triclorurooxidofósforo
$SCl_2O_2$	dicloruro de sulfurilo	diclorurodioxidoazufre
$S(NH_2)_2O_2$	diamida sulfúrica	diamidodioxidoazufre

<sup>16</sup> Referencia 5, Capítulo IR-8.

formar los nombres análogos en la nomenclatura orgánica; por ejemplo, hidrogeno sulfato de dodecilo,  $C_{12}H_{25}OS(O)_2OH$ . Esta diferencia entre los dos sistemas tiene como consecuencia que el ion  $HCO_3^-$ , que contiene carbono, pueda llamarse igual de correctamente 'hidrogeno carbonato' o 'hidrogenocarbonato' (pero nunca bicarbonato).

## 3 ESTEREODESCRITORES

La geometría aproximada alrededor del átomo central se describe mediante un **símbolo del poliedro** colocado al principio del nombre. El símbolo se construye con letras mayúsculas cursivas para la geometría y un número que indica el número de coordinación. Símbolos de poliedros que se usan frecuentemente son: *OC-6* (octaedro), *SP-4* (plano-cuadrado), *T-4* (tetraedro), *SPY-5* (pirámide cuadrada) y *TBPY-5* (bipirámide trigonal). Listas más completas pueden obtenerse en la referencia.<sup>17</sup> Las posiciones relativas de los grupos ligantes en torno a un átomo central se describen mediante un **índice de configuración**, que se determina de un modo particular para cada tipo de geometría,<sup>18</sup> basado en las prioridades de Cahn-Ingold-Prelog de los grupos ligantes<sup>19,20</sup> y puede cambiar si varían los ligandos aunque la geometría permanezca invariable. También puede describirse la configuración absoluta. Generalmente, los índices de configuración se utilizan solamente cuando existe más de una posibilidad y se tiene que identificar un estereoisómero en particular. Los estereodescriptores completos de los complejos plano-cuadrados de platino que se muestran a continuación son (*SP-4-2*) y (*SP-4-1*) para los isómeros *cis* y *trans*, respectivamente. Alternativamente, puede usarse una serie de estereodescriptores tradicionales en situaciones particulares. Así, los isómeros posibles para un centro plano-cuadrado coordinado por dos grupos ligantes de un tipo y dos de otro se describen como *cis* (si los ligandos idénticos están próximos uno del otro) o *trans* (si están opuestos uno al otro).



Los centros octaédricos con cuatro ligandos de un tipo y dos de otro también pueden describirse como *cis*- (si los dos ligandos idénticos están coordinados próximos uno del otro) o *trans*- (si están opuestos). Los centros octaédricos con tres ligandos del mismo tipo pueden describirse como *fac*- (facial) si los tres ligandos de un tipo particular se localizan en los ángulos de una cara del octaedro o *mer*- (meridional) si no lo están (se encuentran en un plano que contiene dos aristas del octaedro).

## 4 RESUMEN

Este documento proporciona un esquema de las reglas de nomenclatura esenciales para elaborar nombres y fórmulas de compuestos inorgánicos, de coordinación y organometálicos. El documento complementario de sistemas de nomenclatura de **química orgánica**<sup>2</sup> también será de utilidad al lector.

Los nombres y las fórmulas sólo cumplen la mitad de su papel cuando se crean y se usan para describir o identificar compuestos, por ejemplo, en publicaciones. Conseguir que alcancen plenamente su papel requiere que el lector de un nombre o fórmula sea capaz de interpretarla con éxito, por ejemplo, generando un diagrama estructural. El presente documento también está destinado a ayudar en la interpretación de nombres y fórmulas.

Finalmente, queremos advertir que la IUPAC ha dado recomendaciones sobre la representación gráfica de estructuras químicas y sus configuraciones estereoquímicas.<sup>21,22</sup>

<sup>17</sup> Referencia 4, Tabla P5; Referencia 5, Tablas IR-9.2 e IR-9.3.

<sup>18</sup> Referencia 5, Sección IR-9.3.3.

<sup>19</sup> R. S. Cahn, C. Ingold, V. Prelog, *Angew. Chem.* **78**, 413–447 (1966), *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **5**, 385–415 y 511 (1966).

<sup>20</sup> V. Prelog, G. Helmchen, *Angew. Chem.* **94**, 614–631 (1982), *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, **21**, 567–583 (1982).

<sup>21</sup> J. Brecher, K. N. Degtyarenko, H. Gottlieb, R. M. Hartshorn, G. P. Moss, P. Murray-Rust, J. Nyitrai, W. Powell, A. Smith, S. Stein, K. Taylor, W. Town, A. Williams, A. Yerin, *Pure Appl. Chem.*, **78**(10), 1897–1970 (2006).

<sup>22</sup> J. Brecher, K. N. Degtyarenko, H. Gottlieb, R. M. Hartshorn, K.-H. Hellwich, J. Kahovec, G. P. Moss, A. McNaught, J. Nyitrai, W. Powell, A. Smith, K. Taylor, W. Town, A. Williams, A. Yerin, *Pure Appl. Chem.*, **80**(2), 277–410 (2008).