



**DOCUMENTO TÉCNICO B 6-2
DE LA
COMISIÓN BRAILLE ESPAÑOLA**

QUÍMICA BIDIMENSIONAL

**Actualizado a mayo de 2013
(Versión 1)**



Primera edición, marzo 2014

© Comisión Braille Española, Organización Nacional de Ciegos Españoles (ONCE)
Dirección General. Dirección de Educación, Empleo y Promoción Cultural.
Departamento de Promoción Cultural y Braille
Calle del Prado, 24, 28014 Madrid (España)

Coordinación de la edición: Departamento de Promoción Cultural y Braille. ONCE.
Dirección General

Queda prohibida la alteración de ninguna parte de este documento, incluyendo el texto y las ilustraciones, sin el permiso previo y por escrito de los titulares de los derechos de autor.

Contenido

Introducción.....	(
1. Fórmulas moleculares de estructura lineal.....	*
1.1. Desarrolladas lineales	7
1.1.1. Signos para enlaces covalentes	8
1.1.2. Signos para enlace covalente coordinado o dativo.....	11
1.1.3. Signos para puente de hidrógeno.....	14
1.1.4. Signos para enlace de alta energía	15
1.2. Semidesarrolladas lineales	17
1.3. Esquemáticas lineales	18
1.4. Combinadas lineales.....	21
2. Fórmulas moleculares de estructura ramificada.....	23
2.1. Estructuras ramificadas desarrolladas	27
2.2. Estructuras ramificadas semidesarrolladas.....	30
2.3. Estructuras ramificadas esquemáticas.....	37
3. Fórmulas moleculares de estructura cíclica.....	44
3.1. Cíclicas desarrolladas	46
3.2. Cíclicas semidesarrolladas	55
3.3. Cíclicas esquemáticas	64
4. Fórmulas moleculares de estructuras policíclicas	69
4.1. Policíclicas desarrolladas.....	74
4.2. Policíclicas semidesarrolladas	76
4.3. Policíclicas esquemáticas	80
5. Estructura de Lewis	88
5.1. Representación bidimensional	88
5.1.1. Un solo elemento.....	88
5.1.2. Moléculas	91
5.2. Representación linealizada	96
5.2.1. Moléculas.. ..	98
5.2.2. Linealización de cadenas no lineales.....	99
6. Caracteres alfanuméricos, marcas, colores y variantes tipográficas	101
6.1. Caracteres alfanuméricos	101
6.2. Marcas	110
6.3. Colores y otros recursos tipográficos.....	112

Introducción

En 2006, la Comisión Braille Española publicó su guía titulada *Química lineal*, en la que se establecieron las reglas para transcribir a braille la formulación química de carácter eminentemente lineal, incluyendo también reacciones, configuraciones electrónicas y fórmulas semidesarrolladas de cadena sencilla.

Este documento técnico recoge la *Química bidimensional*¹ donde se establecen los signos y —sobre todo— las reglas para adaptar a las peculiaridades de la escritura y lectura en braille las fórmulas desarrolladas lineales, esquemáticas, las de estructura ramificada, las cadenas cíclicas que se representan a través de polígonos y las estructuras de Lewis.

También, para facilitar la labor del estudiante, se ha hecho un esfuerzo por adaptar estas expresiones bidimensionales complejas a una escritura braille linealizada o semilinealizada.

Además, se recoge en esta guía cómo se reflejan en braille los distintos recursos tipográficos que se utilizan en los documentos de química, tales como distintos colores y fondos.

Es importante recordar que, dadas las limitaciones que tiene el braille en cuanto a número de combinaciones, cada signo debe interpretarse en su contexto (por ejemplo, un determinado signo puede tener un significado en la representación de estructuras ramificadas y otro significado en las estructuras de Lewis, como se puede ver en los capítulos que siguen).

Dada la interrelación de la química con la física y la matemática, es frecuente encontrar expresiones matemáticas en ecuaciones químicas, por lo que se debe aplicar el Código Matemático Unificado en muchas ocasiones. No obstante, en esta guía se establecen reglas y modos de representación braille que no se ajustan exactamente al contexto matemático (por ejemplo, véanse los recursos para numerar vértices compartidos por estructuras cíclicas distintas, en el capítulo 4).

Posteriormente, la CBE, en su pleno de mayo de 2013, incorporó en el capítulo 13 de la *Química lineal* aprobada en 2006 lo recogido en esta *Química bidimensional* en su capítulo 6. *Caracteres alfanuméricos, marcas, colores y variantes tipográficas*.

¹ La signografía para *Química Bidimensional* fue aprobada por el Pleno de la CBE en enero de 2012. Posteriormente, en mayo de 2013, se han cambiado algunos signos e incorporado otros en el apartado 1.1.2. *Signos para enlace covalente coordinado o dativo*. De ahí que en la portada figure como fecha de actualización «mayo de 2013».

Queda pendiente la elaboración de recursos para la adaptación a braille de la representación tridimensional de estructuras químicas.

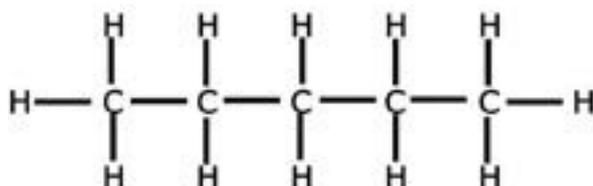
El Grupo de Ciencias de la Comisión Braille Española, creador de este documento técnico, agradecería cualquier comentario que pudieran servir para su perfeccionamiento y ampliación, el cual puede dirigirse a <brailleciencias@once.es>.

1. Fórmulas moleculares de estructura lineal

En una estructura lineal, los átomos de carbono están enlazados uno a continuación de otro formando una cadena abierta.

Por ejemplo, el *pentano* es una estructura lineal abierta que se representa así:

- De forma desarrollada:



- De forma semidesarrollada:

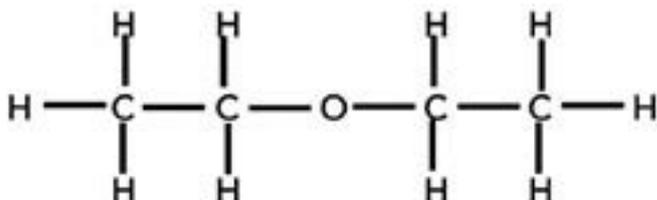


- De forma esquemática:

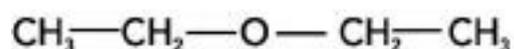


De los átomos que definen la cadena, algunos —e incluso todos ellos— pueden no ser de carbono, dando lugar a compuestos que no son exclusivos de la química orgánica.

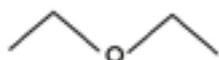
Ejemplo. *Diétiléter* (éter sulfúrico o etoxietano), que de forma desarrollada es:



De forma semidesarrollada es:



Y de forma esquemática es:



1.1. Desarrolladas lineales

Una fórmula es desarrollada cuando recoge todos los símbolos atómicos y enlaces que la configuran. En ella no aparecen subíndices, a excepción de ciertos grupos funcionales que mantienen una estructura compacta — como es el caso, por ejemplo, de los grupos NH_2 , OH y CN— , los cuales se considerarán como símbolos simples. En estos últimos tampoco están representados los enlaces.

Como se puede observar, en su representación se utilizan los signos de enlaces horizontales, verticales y oblicuos. Para la escritura en braille de todos los tipos de enlace recogidos en este apartado 1.1 se seguirán, siempre que sea posible, algunas normas que se incluyen a continuación.

Norma 1 QB. Para la representación de los enlaces verticales y oblicuos

Tendrán un espacio en blanco a la izquierda y a la derecha. En las tablas recogidas en este capítulo se incluyen ambos espacios en blanco como parte del signo.

Norma 2 QB. Para la representación de los enlaces verticales exclusivamente

El primer carácter imprimible de cada uno de estos signos se escribirá sobre o bajo la primera letra de los símbolos de los elementos que enlazan, excepto cuando el signo de enlace tenga más de un carácter imprimible. En este caso, se escribirá el primero de ellos en la misma columna en que esté situado el signo de mayúscula de los elementos que une.

Norma 3 QB. Para la representación de los enlaces oblicuos exclusivamente

El primer carácter imprimible del signo braille se sitúa en la columna inmediatamente anterior o posterior a los signos braille de los símbolos que enlazan.

Como se ha dicho más arriba, estas normas se seguirán siempre que sea posible.

1.1.1. Signos para enlaces covalentes

Horizontales (los mismos signos utilizados para la *Química Lineal*. V. 8. Enlaces horizontales del documento técnico B 6-1).

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	5-2	—	Sencillo
	56-23	=	Doble
	456-123	≡	Triple
	3456-1234	≡≡	Cuádruple

Verticales (como se puede observar, forman parte de cada uno de los signos dos espacios en blanco, uno a cada lado de los caracteres imprimibles, según lo que establece la norma 1 QB).

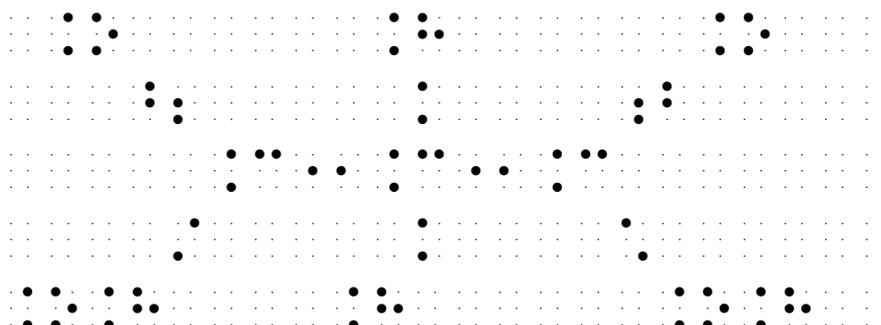
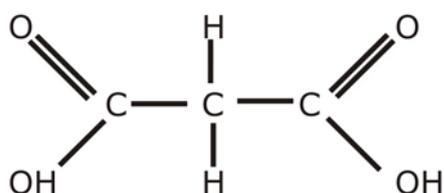
Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	0-13-0		Sencillo
	0-1346-0		Doble
	0-1346-13-0		Triple

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	0-1346-1346-0		Cuádruple

Oblicuos (al igual que en el caso anterior, forman parte de cada uno de los signos dos espacios en blanco, uno a cada lado de los caracteres imprimibles, según lo que establece la norma 1 QB).

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	0-34-0	/	Sencillo, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	0-16-0	\	Sencillo, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha
	0-56-12-0	//	Doble, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	0-45-23-0	\\	Doble, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha
	0-56-123-0	///	Triple, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	0-45-123-0	\\\	Triple, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha

Ejemplo 1.1.A. *Ácido propanodioico.*

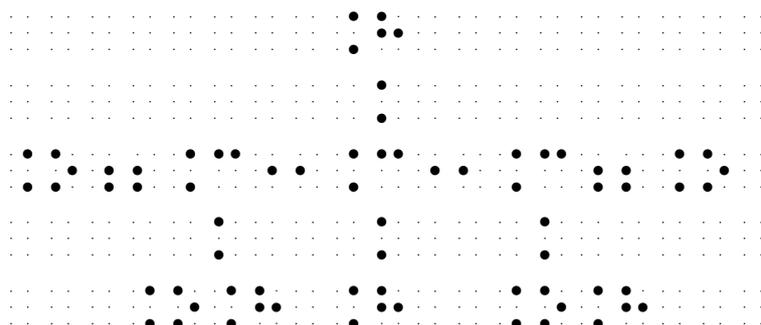
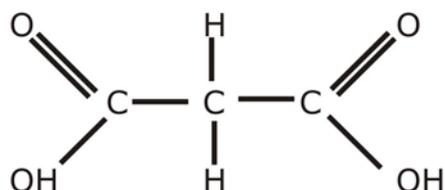


En el ejemplo se puede observar que el primer carácter del signo braille de los enlaces oblicuos se sitúa en la columna inmediatamente anterior o posterior a los signos braille de los símbolos que enlazan, teniendo un espacio en blanco tanto a la derecha como a la izquierda, como establece la norma 3 QB.

Horizontalizar y verticalizar

En determinados casos, y siempre que se tenga plena seguridad de no alterar el significado de la representación gráfica, se admite la conversión de los enlaces oblicuos en enlaces horizontales o verticales.

Ejemplo 1.1.B. Fórmula del *ácido propanodioico* utilizando enlaces verticales y horizontales.



Excepción a la norma 2 QB: Cuando se trata de grupos de estructura compacta (NH₂, OH, CN...) no es necesario respetar la norma según la cual el primer carácter imprimible ha de escribirse sobre o bajo la primera letra del primer elemento de la estructura compacta.

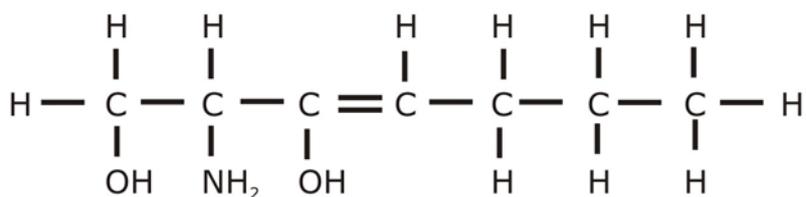
En el ejemplo anterior se puede observar esta circunstancia en el OH situado más a la izquierda, el cual enlaza verticalmente hacia arriba con la primera C y cuyo signo de enlace se escribe sobre el signo de mayúscula de la H.

Alargamiento de enlaces

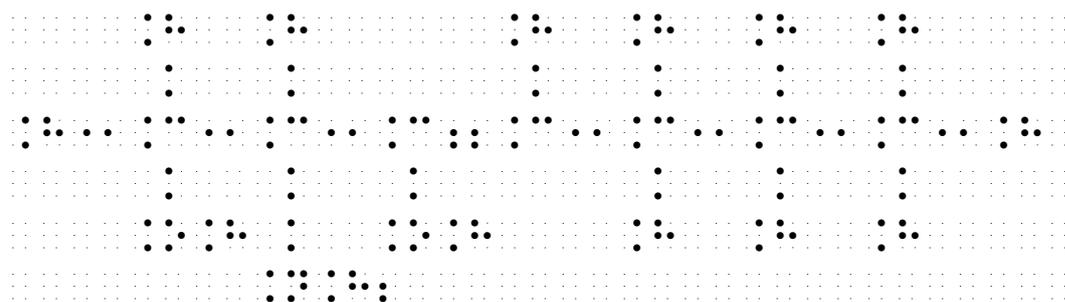
Para una correcta adaptación al braille de determinadas fórmulas, es preciso prolongar los signos de enlace a fin de que los símbolos no se solapen.

En el ejemplo siguiente se puede observar esta circunstancia en el enlace vertical de la segunda C con NH₂.

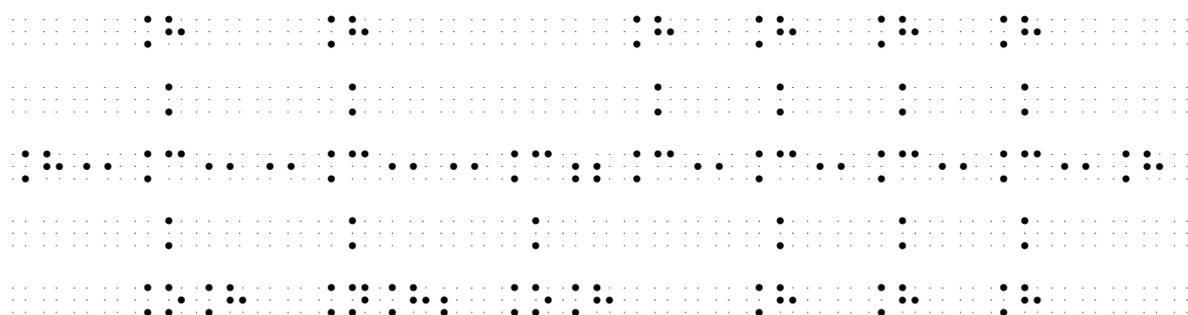
Ejemplo 1.1.C. *1,3-dihidroxi-2 amina-3 hepteno.*



Alargamiento de enlace vertical:



Alargamiento de enlaces horizontales:



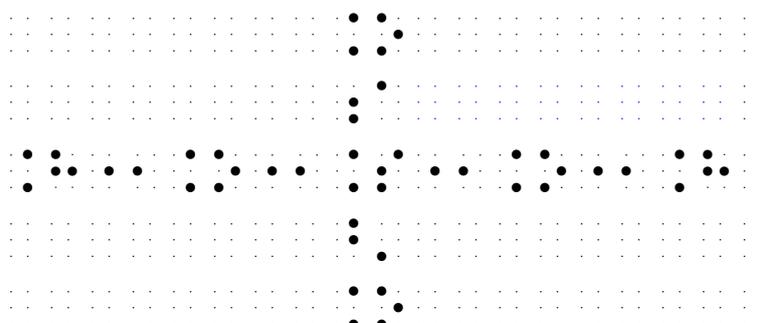
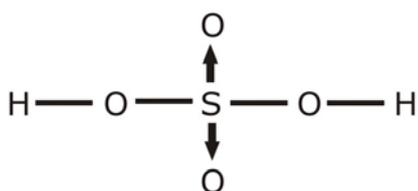
1.1.2. Signos para enlace covalente coordinado o dativo

El enlace coordinado se representa gráficamente por medio de una flecha que parte del símbolo del átomo que aporta los dos electrones y se dirige hacia el signo del que no aporta ninguno.

La representación braille de los enlaces covalentes coordinados verticales y oblicuos sigue las mismas normas que la de los enlaces covalentes (normas 1, 2 y 3 QB), al igual que en lo referente a la horizontalización-verticalización y el alargamiento.

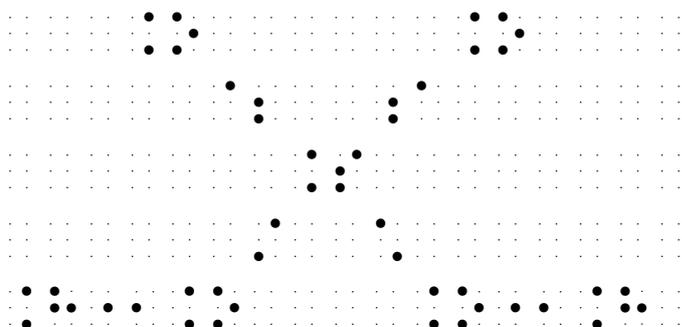
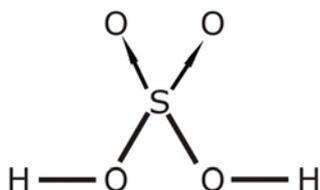
Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
⠠⠠	6-23	←	Hacia la izquierda
⠠⠠	56-3	→	Hacia la derecha
⠠⠠	4-23	↖	Hacia arriba a la izquierda
⠠⠠	6-12	↙	Hacia abajo a la izquierda
⠠⠠	45-3	↘ ↓	Hacia abajo a la derecha y hacia abajo
⠠⠠	56-1	↗ ↑	Hacia arriba a la derecha y hacia arriba

Ejemplo 1.1.D. Representación desarrollada del *ácido sulfúrico* (H₂SO₄) utilizando dos enlaces dativos que salen de la S en vertical.

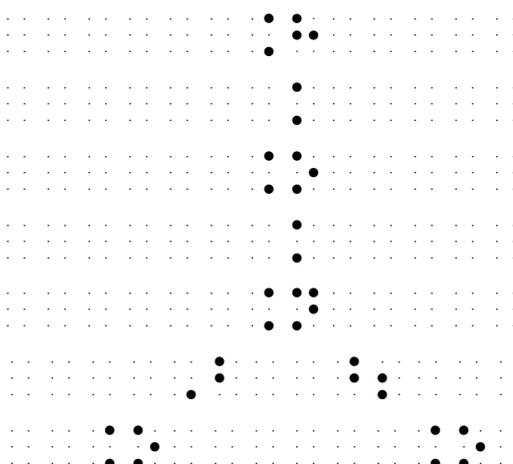
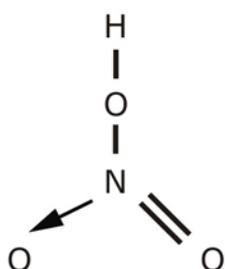


Se puede observar en el ejemplo anterior que el primer carácter imprimible de los signos de enlace covalente coordinado vertical (hacia arriba y hacia abajo) se escriben en la misma columna que el signo de mayúscula de los elementos que unen, ya que se trata de un signo con dos caracteres imprimibles (norma 2 QB).

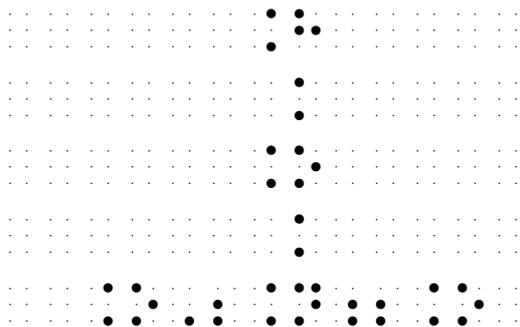
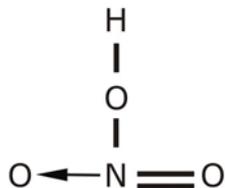
Ejemplo 1.1.E. Representación desarrollada del *ácido sulfúrico* (H_2SO_4) utilizando enlaces oblicuos.



Ejemplo 1.1.F. Representación del *ácido nítrico* (HNO_3) con enlaces oblicuos.



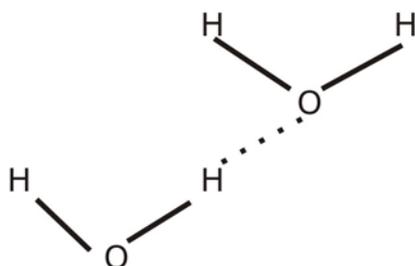
Ejemplo 1.1.G. La misma representación, convirtiendo los enlaces oblicuos en horizontales.

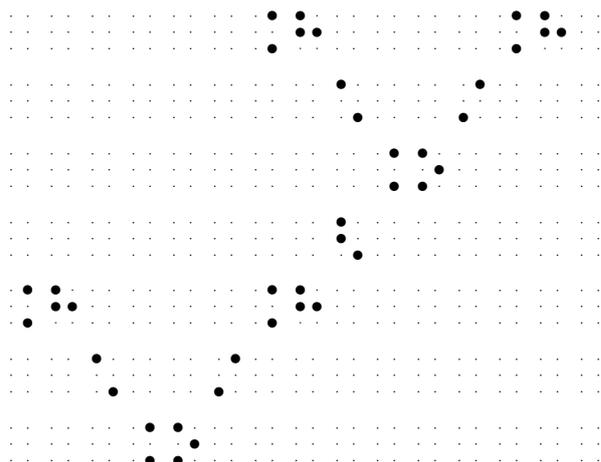


1.1.3. Signos para puente de hidrógeno

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
⠠⠠	5-5	En horizontal
⠠⠠⠠	0-345-0	⋮ ⋅	En vertical; en oblicuo, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
⠠⠠⠠	0-126-0	⋅⋮	En oblicuo, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha

Ejemplo 1.1.H. Puente de hidrógeno entre dos moléculas de agua.



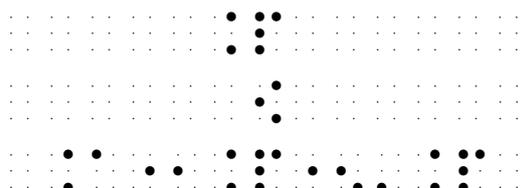
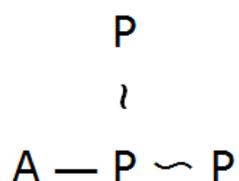


1.1.4. Signos para enlace de alta energía

En caracteres visuales se representa por una línea ondulada entre los elementos o moléculas que enlaza, a modo de tilde.

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	5-26-3	~	En horizontal
	0-246-0	⌋ ⌋	Oblicuos y verticales

Ejemplo 1.1.I. ATP.



1.2. Semidesarrolladas lineales

En este caso, los enlaces y símbolos atómicos, con los subíndices que correspondan, se representan en una misma línea.

La fórmula semidesarrollada del *butano* es:



En braille se utilizarán los signos correspondientes recogidos en el apartado 1.1. *Desarrolladas lineales*.

Ejemplo 1.2.A. Representación del *butano*.

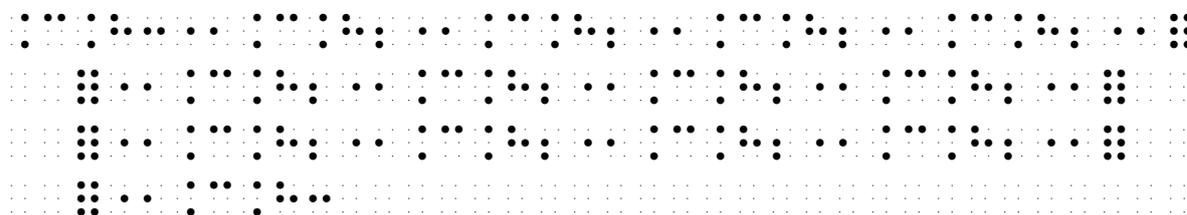


Guión químico

Si fuera preciso, se utilizará el guión químico, al igual que en la *Química Lineal*, siguiendo esta secuencia:

- 1.º) Signo de guión químico al final de la línea, siempre después de uno de los signos de enlace horizontal.
- 2.º) El renglón siguiente se iniciará con sangría de dos espacios.
- 3.º) A continuación, se escribirá de nuevo el signo de guión químico seguido del signo de enlace, continuando con el resto de la cadena.

Ejemplo 1.2.B.



Abreviaturas

Para facilitar la representación de determinados grupos atómicos se pueden utilizar los siguientes signos normalizados:

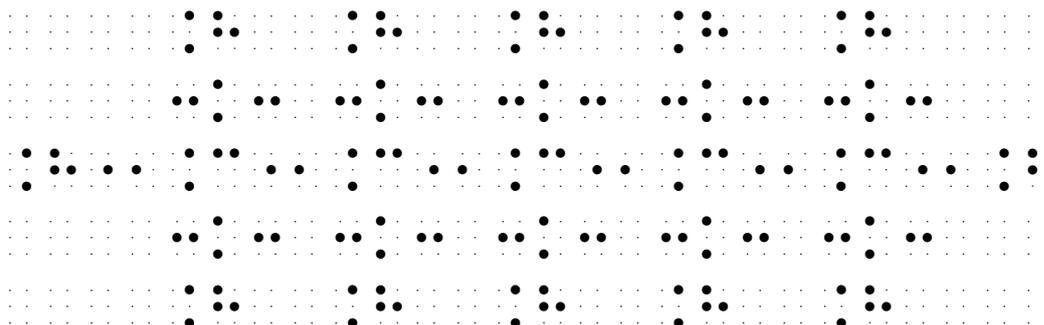
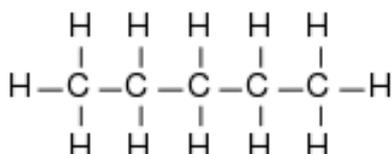
De este modo, cada vértice o extremo libre es uno de los cinco carbonos que aparecen en la fórmula lineal, y cada tramo de línea quebrada representa el enlace entre dos carbonos.

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	6-2	/	Sencillo, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	5-3	\	Sencillo, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha
	56-12	//	Doble, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	45-23	\\	Doble, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha
	56-123	///	Triple, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	45-123	\\\	Triple, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha

Ejemplo 1.3.A. La representación esquemática en braille del *pentano* es:



Su representación desarrollada es:



Su representación semidesarrollada es



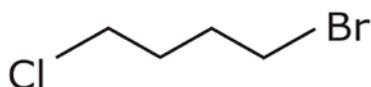
Como se puede comprobar, el ahorro de espacio en la representación esquemática de cadenas es importante. No obstante, en la representación braille de libros de texto y manuales es conveniente atenerse siempre a la representación utilizada por el original en tinta.

Ejemplo 1.3.B. Representación esquemática del *trans-2-hexeno*:

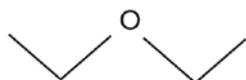


Cuando aparecen símbolos de elementos químicos, se escribirán en el extremo correspondiente entre los signos de enlace.

Ejemplo 1.3.C. Representación esquemática del *1-bromo-4-clorobutano*:



Ejemplo 1.3.D. Representación esquemática del *éter dietílico*:



Ejemplo 1.3.E. En las representaciones esquemáticas también pueden aparecer signos de enlaces horizontales, como en el siguiente ejemplo (*1-hexeno*):



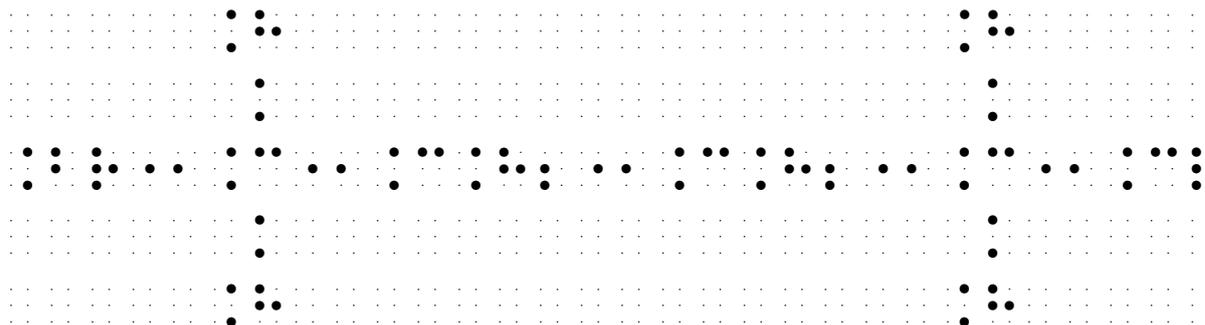
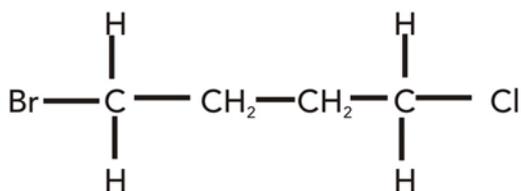
1.4. Combinadas lineales

A veces, en el original, se combinan recursos gráficos de los tres tipos de representación: desarrollada, semidesarrollada y esquemática.

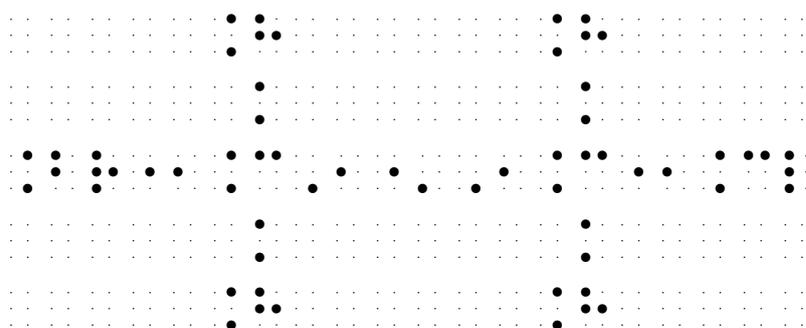
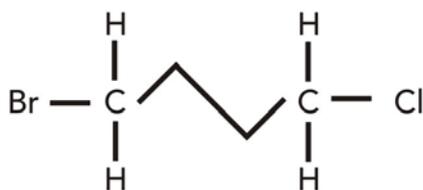
En braille, a cada una de las partes de la representación combinada se aplicarán los signos y normas indicados para cada uno de los tipos.

Se incluyen, a continuación, ejemplos de las distintas combinaciones posibles del compuesto *1-cloro-4-bromo-butano*.

Ejemplo 1.4.A. Desarrollada-semidesarrollada



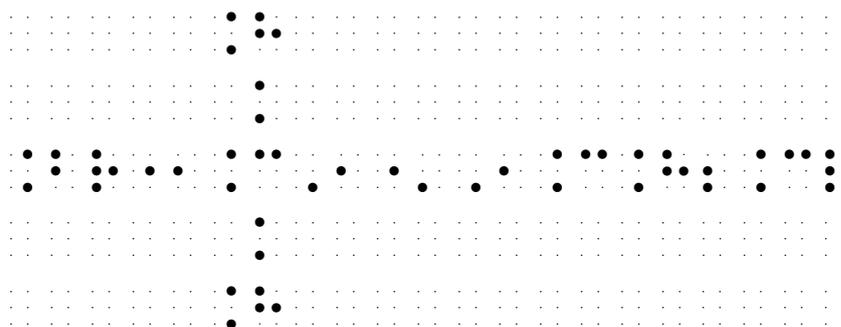
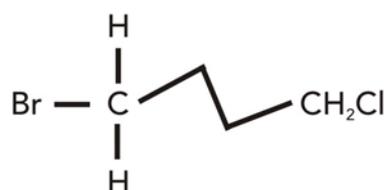
Ejemplo 1.4.B. Desarrollada-esquemática



Ejemplo 1.4.C. Semidesarrollada-esquemática



Ejemplo 1.4.D. Desarrollada-semidesarrollada-esquemática

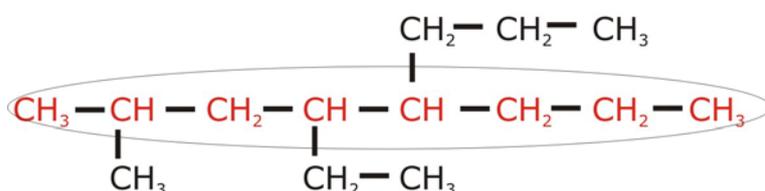


Cadena química principal y cadena de referencia para transcripción braille

Existe siempre una cadena principal, que se determina por criterios estrictos de funcionalidad química. Suele corresponderse con la cadena que tiene más átomos de carbono unidos por enlaces, ya sean horizontales, verticales u oblicuos.

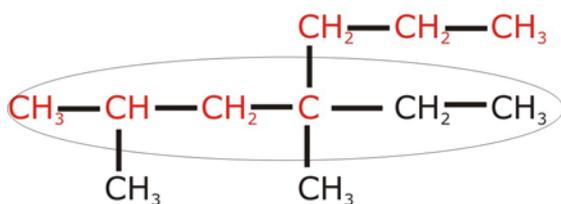
No obstante, para la representación braille, nos serviremos de la que llamaremos *cadena de referencia para transcripción braille* —en adelante, *cadena de referencia*— (normalmente, la horizontal de mayor longitud).

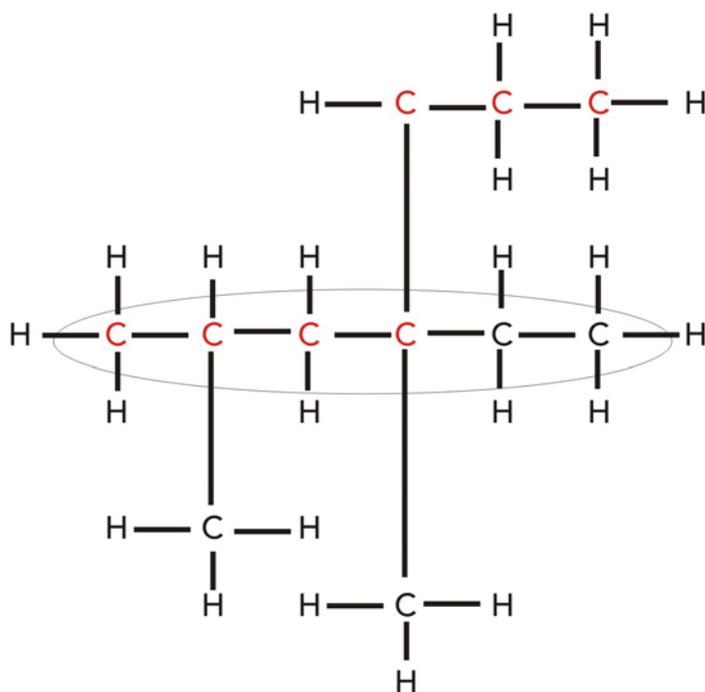
En algunos casos ambas coinciden, como en el caso siguiente, donde la cadena lineal horizontal tiene el mayor número de carbonos (8 en este caso).



En este caso la cadena de referencia gráfica (elipse) y la cadena química principal (moléculas en rojo) coinciden.

En otros casos no es así, como los que vienen a continuación, donde se señala dentro de una elipse la cadena de referencia, y en rojo la cadena química principal.



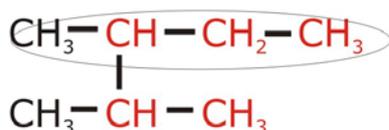


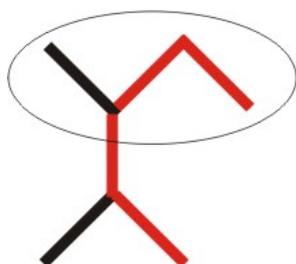
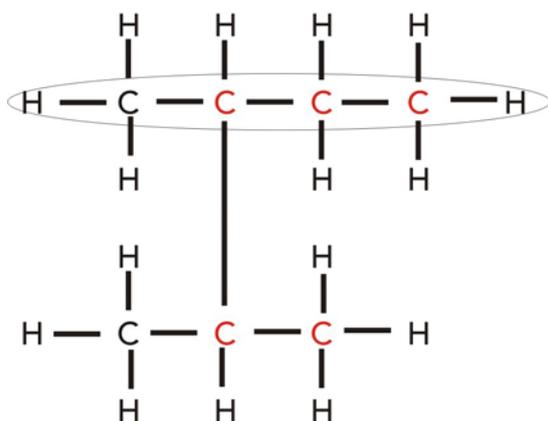
Análogamente, para las ramas que enlacen con esta cadena de referencia podrán seguirse criterios gráficos (no estrictamente de formulación química) que faciliten su transcripción braille. Por ejemplo, ramas visualmente enlazadas por carbonos intermedios.

Esto implica que, para la nomenclatura de las correspondientes fórmulas químicas, es preciso tener en cuenta la representación gráfica. Un ejemplo claro es el número de carbonos que contiene la cadena principal, que será en muchos casos diferente de los que contiene la cadena de referencia (hecho decisivo a efectos de nomenclatura).

Por ello, dada una fórmula en braille, será preciso «reconstruir» la figura origen —al menos de forma simplificada— para tener la idea exacta. Esta reconstrucción coincidirá, salvo isomería geométrica, con la fórmula representada.

Por ejemplo, la siguiente estructura tendrá una cadena de referencia de cuatro carbonos cuando se represente en braille, mientras que la cadena química principal tiene cinco.





Signos de continuidad

Los signos de continuidad no tienen correspondencia gráfica, e indican la existencia de ramas respecto de la cadena de referencia. Dichas ramas se transcribirán por separado, distinguiendo niveles si fuera necesario.

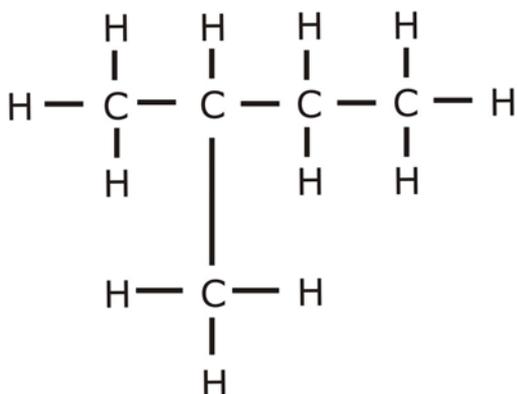
Su uso y representación se contemplarán junto con las normas que lo requieran.

Signo braille	Definición
⠠ + n.º en posición baja	Signo de continuidad rama de 1.º orden
⠠ + n.º en posición baja + n.º en posición alta	Signo de continuidad rama de 2.º orden
⠠ + n.º en posición baja + n.º en posición alta + n.º en posición baja	Signo de continuidad rama de 3.º orden
...	...
⠠	Si es enlace sencillo hacia arriba

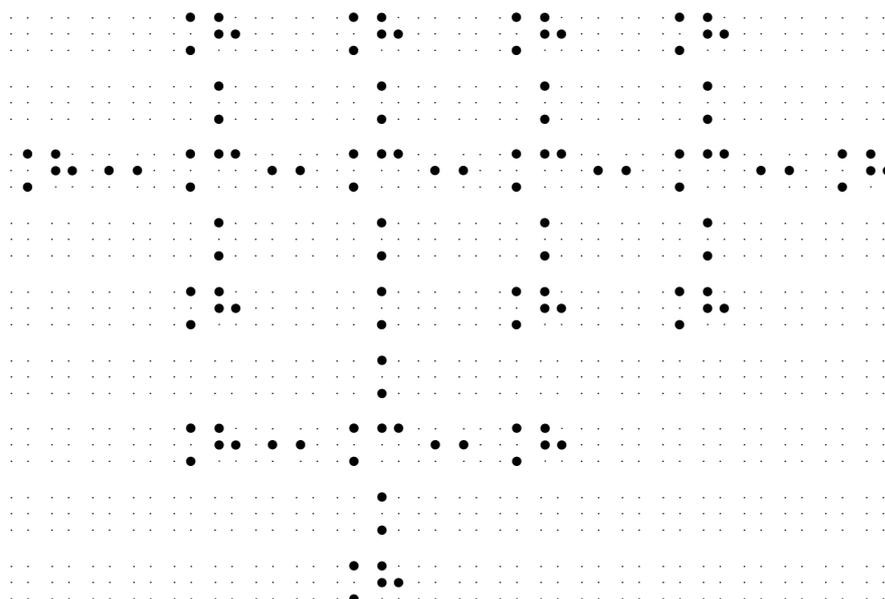
Signo braille	Definición
⠆	Si es enlace sencillo hacia abajo
⠆⠆	Si es enlace doble hacia arriba
⠆⠆	Si es enlace doble hacia abajo

2.1. Estructuras ramificadas desarrolladas

Se utilizan los signos y se siguen las normas de transcripción para enlaces del capítulo anterior (apartado 1.1. *Desarrolladas lineales*), así como las reglas correspondientes de alargamiento de enlaces —si fuera preciso— y de horizontalización-verticalización.



Ejemplo 2.1.A.



Norma 4 QB.

Además de lo indicado para la transcripción de fórmulas lineales desarrolladas, cuando las dimensiones de la fórmula nos obliguen a desdoblarla en partes, se seguirán las siguientes indicaciones:

1. Se representa la cadena de referencia. Si fuera preciso, se empleará el guión químico.
2. Las ramas de 1.^{er} orden se indicarán a continuación del correspondiente enlace (vertical u oblicuo) mediante el signo de continuidad 123456, seguido del número en posición baja.
3. Si en un mismo átomo de ramificación coincidieran dos ramas, se numerará primero la que está en la parte superior.
4. Una vez transcrita la cadena de referencia completa y respetando una línea en blanco, se transcribirán las ramas de la forma siguiente:
 - La transcripción de cada ramificación empezará en línea independiente, respetando dos espacios en blanco por la izquierda.
 - A continuación, si el anclaje se produce por el primer carbono, se escribe el signo de enlace por el que la rama de 1.^{er} orden se une a la cadena de referencia braille, así como los átomos y enlaces que la integran; de producirse por un carbono intermedio, el signo de continuidad se escribirá también en el lugar correspondiente.
 - Si excedieran del espacio disponible en la línea, se hará uso del guión químico, continuándose en la línea siguiente con una sangría incrementada en dos espacios con respecto al inicio de la rama.
 - Si, a su vez, estas ramas de 1.^{er} orden tuvieran ramificaciones de 2.^o orden, se seguirán las mismas normas expuestas hasta ahora, empleando como signos de continuidad de segundo orden 123456—indicador de rama de 1.^{er} orden en posición baja—indicador de rama de 2.^o orden en posición alta.
 - Si hubiera ramas de orden superior a 2, se seguirían las mismas indicaciones, alternando las posiciones baja y alta de la numeración.
 - Las ramas de cualquier orden se transcribirán siempre siguiendo un trazado horizontal.
 - A efectos de los indicadores braille del sentido del enlace, en las ramas de orden superior a 1 se identificará izquierda con abajo y derecha con arriba.

Esquemáticamente, la estructura quedaría:

Cadena de referencia braille

Rama 1 de 1.^{er} orden

Rama 1.1 de 2.^o orden

Rama 1.2 de 2.^o orden

Rama 1.2.1 de 3.^{er} orden

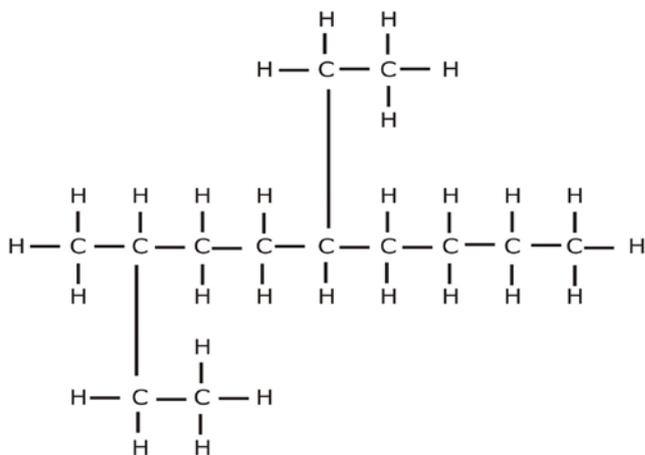
Rama 1.3 de 2.^o orden

Rama 2 de 1.^{er} orden

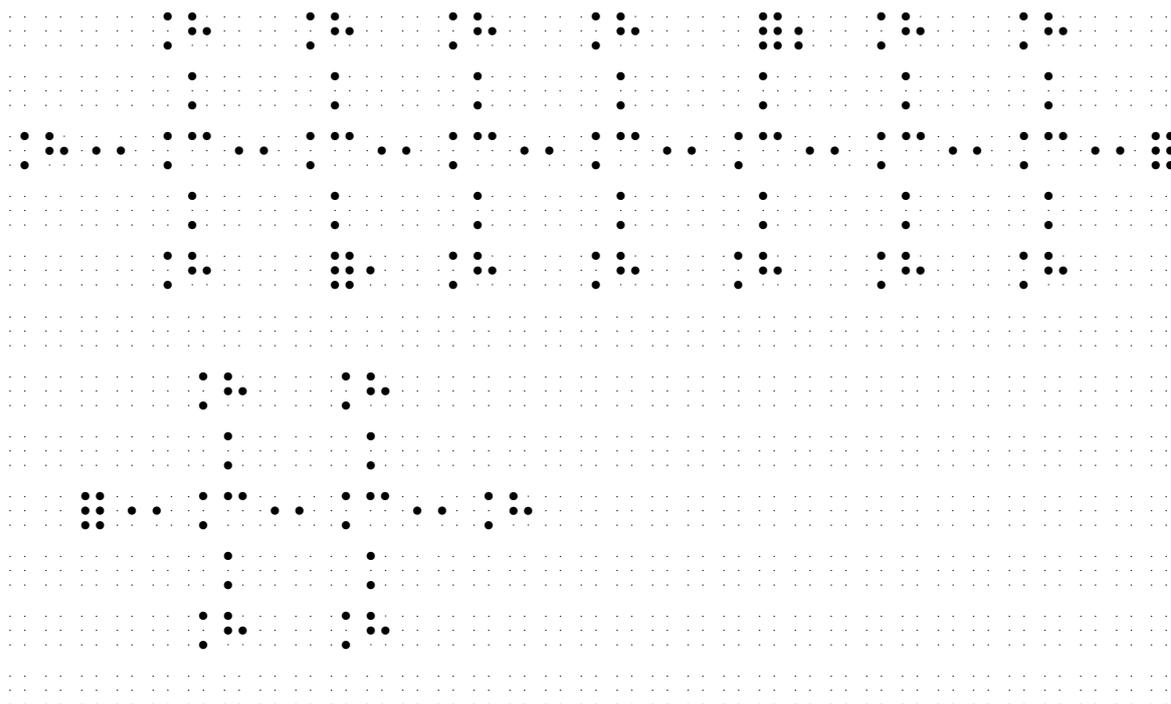
Rama 2.1 de 2.^o orden

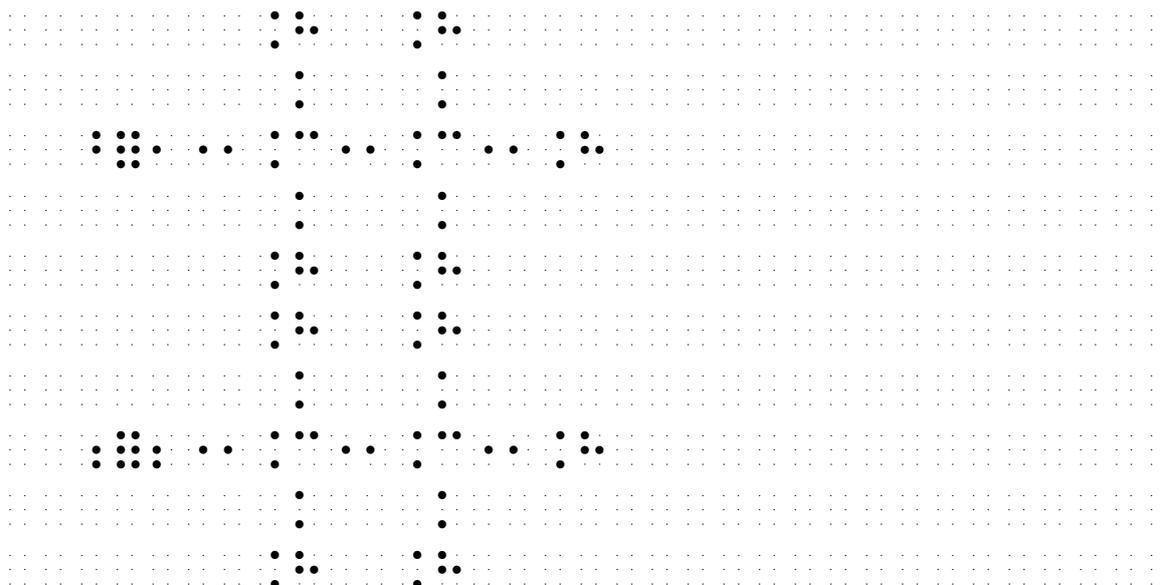
Rama 2.2 de 2.^o orden

Por ejemplo, la siguiente fórmula desarrollada se desdobra de la siguiente manera.



Ejemplo 2.1.B.





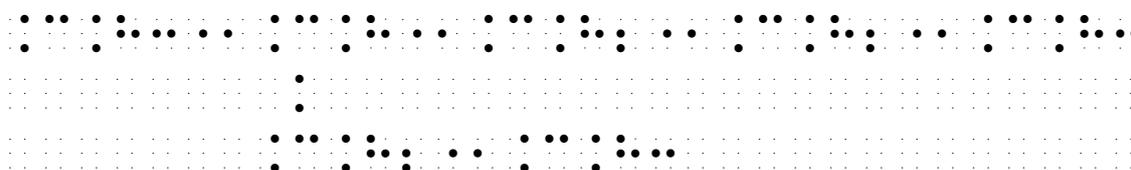
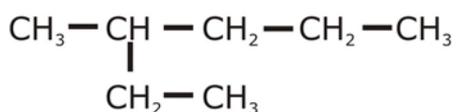
Se puede observar que las ramas se transcriben en braille en sentido horizontal, aunque en el original vengan en sentido vertical.

2.2. Estructuras ramificadas semidesarrolladas

Al igual que en el caso anterior, se utilizará una cadena de referencia.

Se seguirán todos los signos y normas de transcripción para enlaces del capítulo anterior (apartado 1.2. *Semidesarrolladas lineales*).

Ejemplo 2.2.A.



Desdoblamiento de ramificaciones

Cuando las dimensiones de la fórmula obliguen a desdoblarla en partes, se aplicará la siguiente norma:

Norma 5 QB.

1. *Se representa la cadena de referencia. Si fuera preciso, se empleará el guión químico.*
2. *Las ramas de 1.er orden se indicarán por medio de signos de continuidad después de la molécula correspondiente. Para escribir los signos de continuidad se seguirá la siguiente secuencia:*
 - *Indicador del sentido hacia el que sale el enlace que conecta con la rama de 1.er orden.*
 - *Si el enlace sale hacia arriba, se indica con 45 si es sencillo y 45-2 si es doble.*
 - *Si el enlace sale hacia abajo, se indica con 56 si es sencillo y 56-2 si es doble.*
 - *Indicador de número de rama de 1.er orden, que se representa en braille con 123456 seguido del número de orden de la ramificación en posición baja.*
3. *Si de un mismo átomo salen dos ramas, se numerará primero la que está en la parte superior.*
4. *Una vez transcrita la cadena de referencia completa —y respetando una línea en blanco— se transcribirán las ramas en la forma siguiente:*
 - *La transcripción de cada ramificación empezará en línea independiente, respetando dos espacios en blanco por la izquierda.*
 - *Se escribirá el signo de continuidad precedido del signo 45 si el anclaje se encuentra en la parte superior de la rama, o 56 si se encuentra en la parte inferior. Si el enlace es doble, 45-2 o 56-2 según corresponda.*
 - *Si el anclaje se produce por el primer carbono, a continuación se escribe el signo de enlace por el que la rama de 1.er orden se une a la cadena de referencia braille, así como los átomos y enlaces que la integran.*
 - *En el caso de que el anclaje se produzca en un carbono intermedio de la rama, la transcripción se inicia con el signo de continuidad seguido de un espacio en blanco y, a continuación, la cadena indicando el anclaje (45, 56, 45-2, 56-2), precediendo al símbolo atómico que corresponda.*
 - *Si excedieran del espacio disponible en la línea, se hará uso del guión químico, continuándose en la línea siguiente con una sangría incrementada en dos espacios con respecto al inicio de la rama.*

- Si, a su vez, estas ramas de 1.er orden tuvieran ramificaciones de 2.º orden, se seguirán las mismas normas expuestas hasta ahora, empleando como signos de continuidad de segundo orden: 123456-indicador de rama de 1.er orden en posición baja-indicador de rama de 2.º orden en posición alta.
- Si hubiera ramas de orden superior a dos, se seguirían las mismas indicaciones, alternando las posiciones baja y alta de la numeración.
- Las ramas de cualquier orden se transcribirán siempre siguiendo un trazado horizontal.
- A efecto de los indicadores braille del sentido del enlace, en las ramas de orden superior a 1 se identificará izquierda con abajo y derecha con arriba.

Esquemáticamente, la estructura quedaría:

Cadena de referencia braille

Rama 1 de 1.^{er} orden

Rama 1.1 de 2.º orden

Rama 1.2 de 2.º orden

Rama 1.2.1 de 3.^{er} orden

Rama 1.3 de 2.º orden

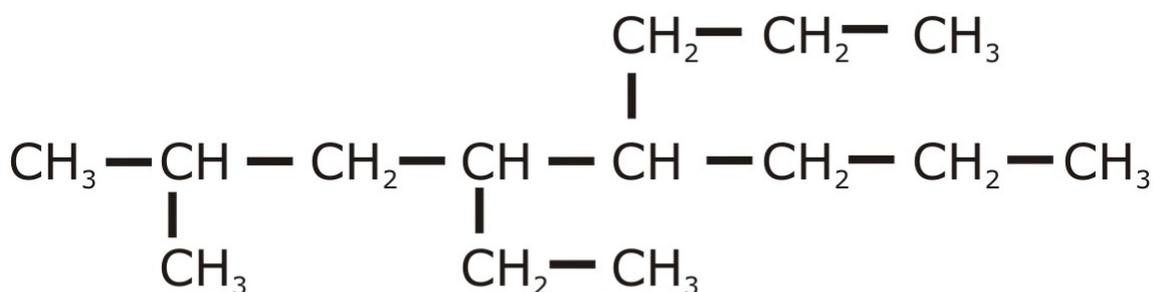
Rama 2 de 1.^{er} orden

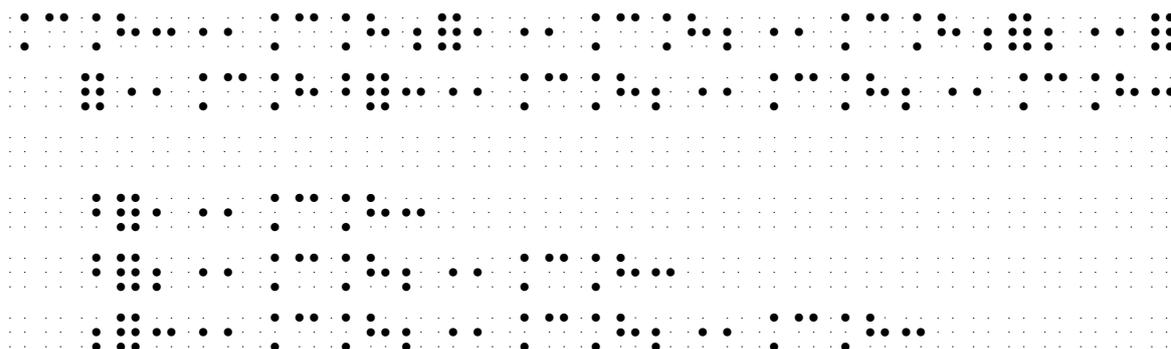
Rama 2.1 de 2.º orden

Rama 2.2 de 2.º orden

La siguiente fórmula desarrollada puede ser desdoblada en partes.

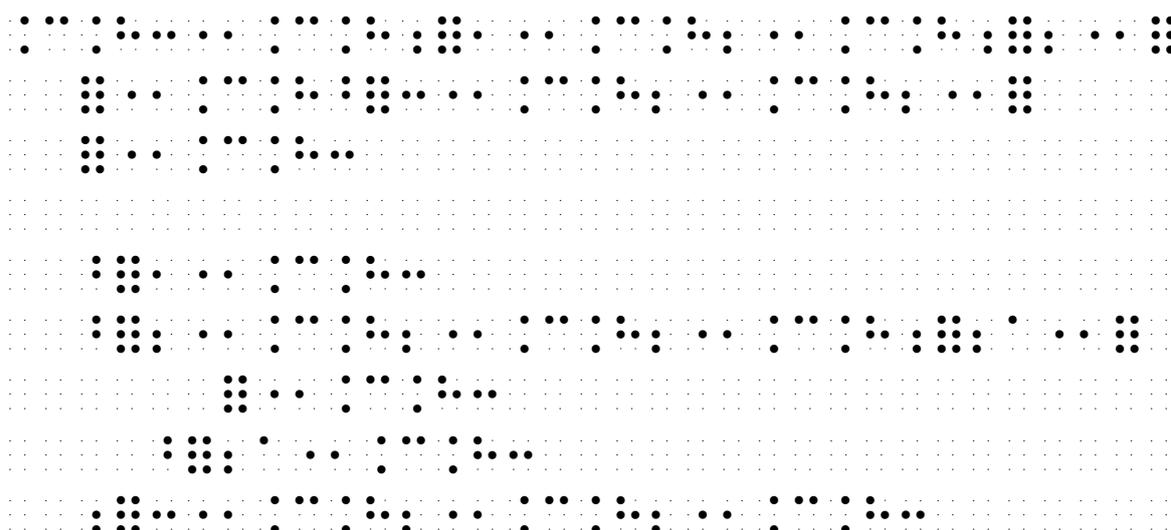
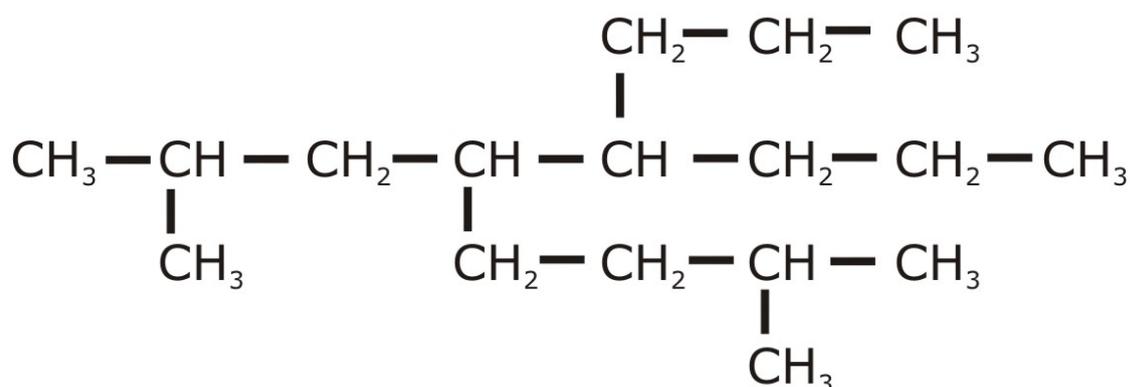
Ejemplo 2.2.B.





En el ejemplo siguiente se puede ver la representación de una subramificación (2.º orden) que se desarrolla a continuación de la rama de 1.º orden de la que depende: *2-metil-5-(2-metil-propil) 6-propil-nonano*.

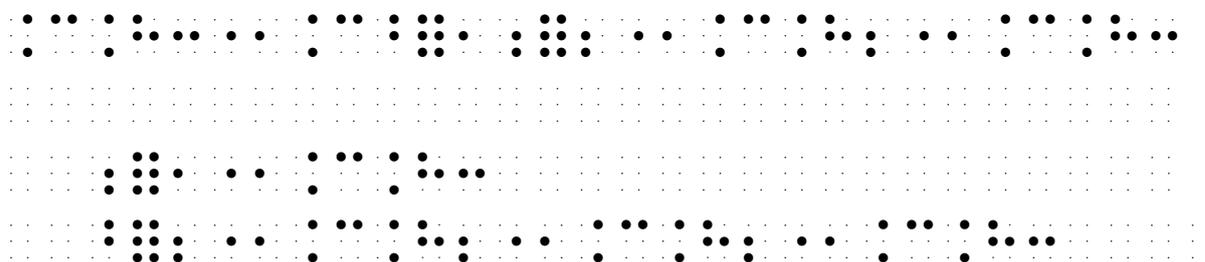
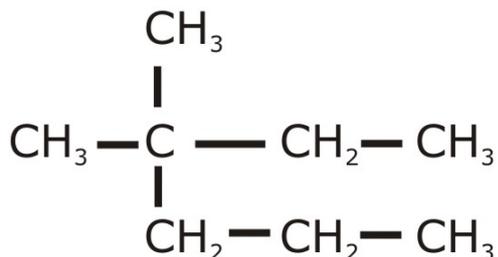
Ejemplo 2.2.C.



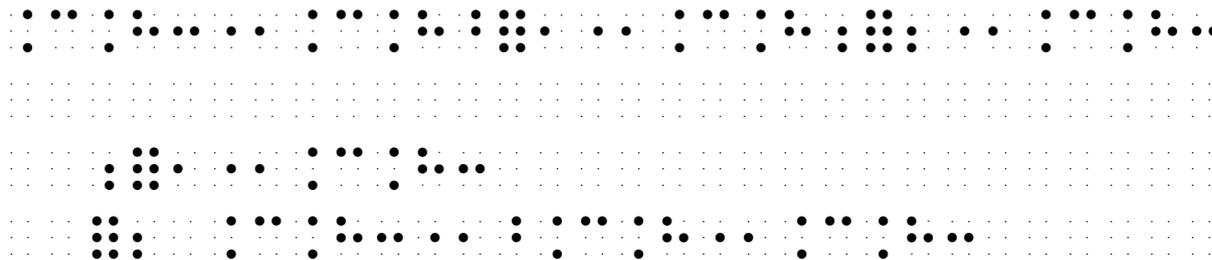
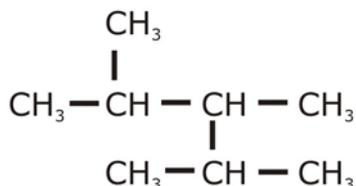
Obsérvese la necesidad de sangrar cuatro espacios la continuación de la rama 2 a fin de mantener una estructura coherente, ya que la siguiente rama es de orden inferior.

De salir dos ramificaciones de un mismo átomo de carbono, se escribirá primero la que sale hacia arriba.

Ejemplo 2.2.D.



Ejemplo 2.2.E.



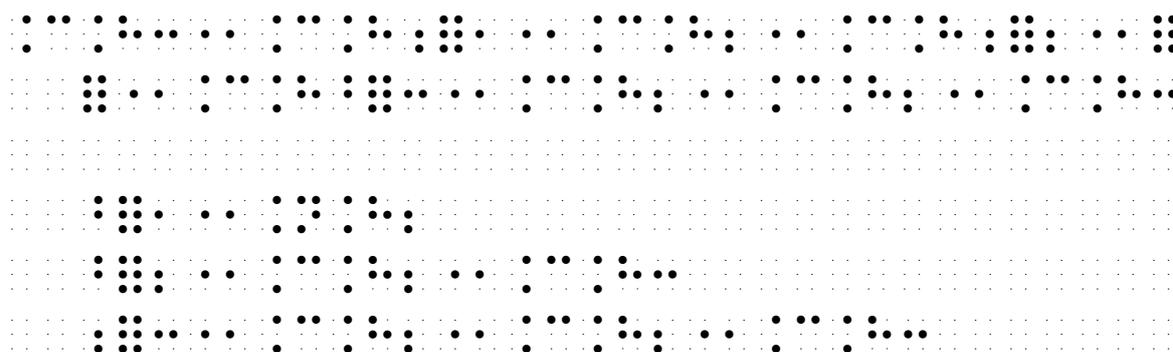
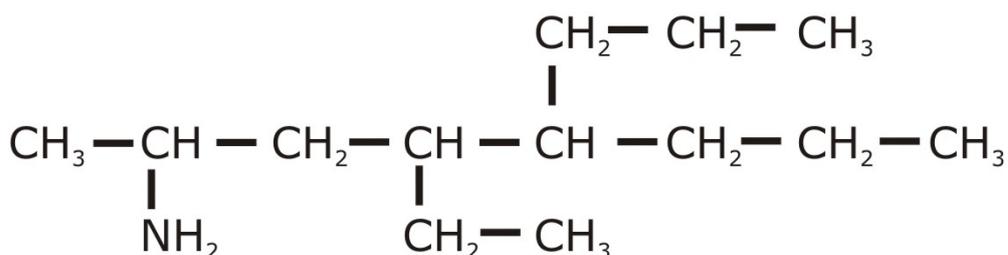
Obsérvese que el orden que se ha seguido para la transcripción de la rama con anclaje en el carbono intermedio ha sido:

- 1.º) Indicador de rama de 1.^{er} orden, que, en este caso, solo será 123456 seguido del número correspondiente en posición baja, sin indicador de anclaje.
- 2.º) Espacio en blanco.
- 3.º) Primer carbono (CH₃).
- 4.º) Continúa la cadena de la rama de 2.º orden hasta el enlace anterior al que llegue el anclaje con la cadena de 1.^{er} orden.

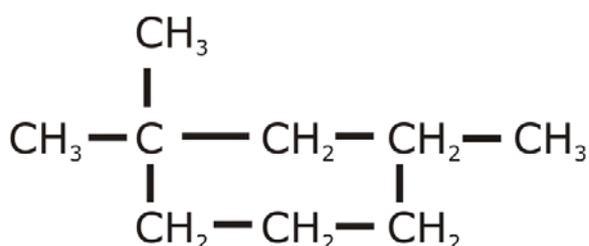
- 5.º) Indicador de anclaje que corresponda.
- 6.º) Molécula a la que llega el anclaje.
- 7.º) Se continúa la transcripción de la cadena (en este caso, CH₃).

Cuando en la fórmula aparecen ramificaciones con moléculas de estructura compacta en las que no está presente el carbono, también se puede utilizar este recurso.

Ejemplo 2.2.F.

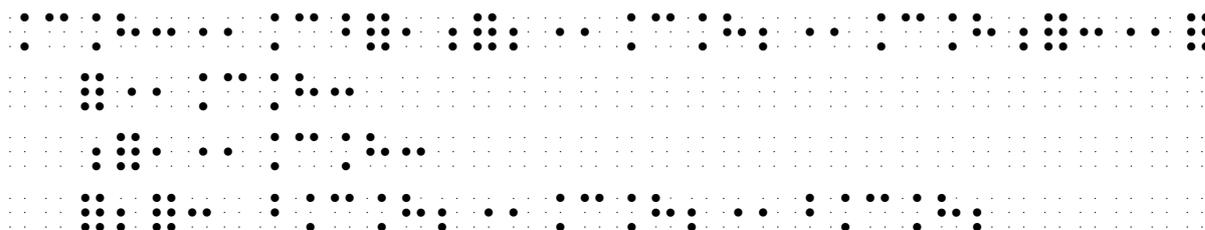


Ejemplo 2.2.G.



Cuando las ramas de 1.º y 2.º orden se unen por dos carbonos, el desarrollo de los anclajes será el siguiente:

- 1.º) Indicadores de rama correspondientes en el mismo renglón.
- 2.º) Espacio en blanco.
- 3.º) Se comienza la transcripción de la rama de 2.º orden, incluyendo los signos de anclaje en los carbonos que corresponda.

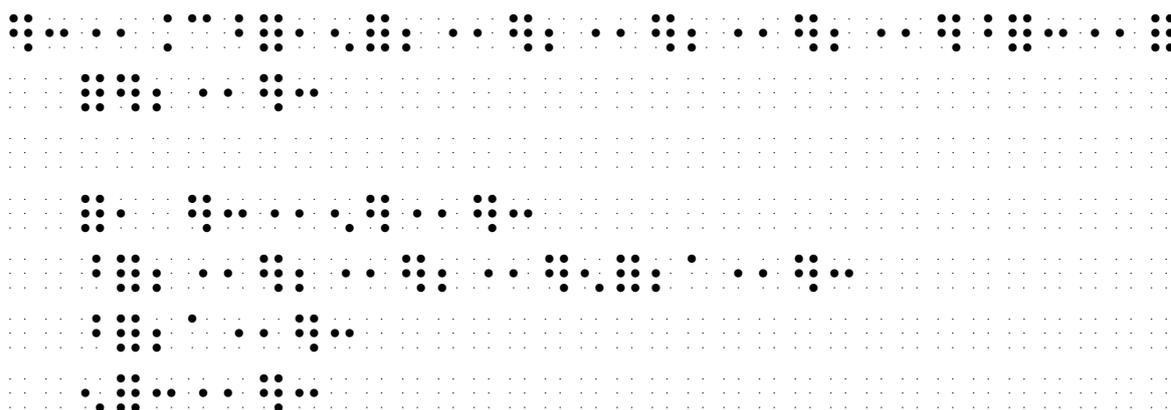
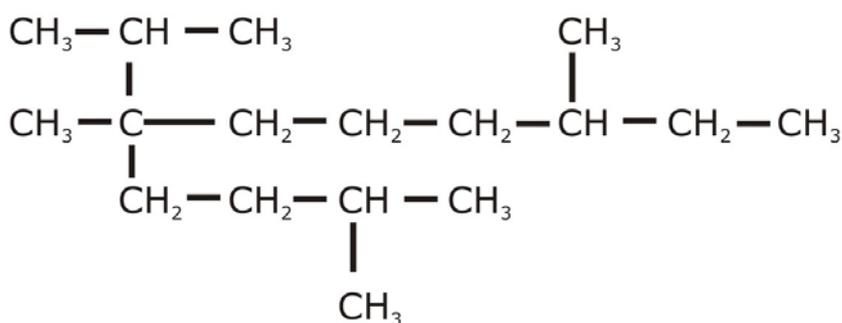


Aunque la apariencia de dicho ejemplo sea la de una estructura ramificada, en realidad se trata de una estructura cíclica, que se verá en el capítulo 3.

Abreviaturas

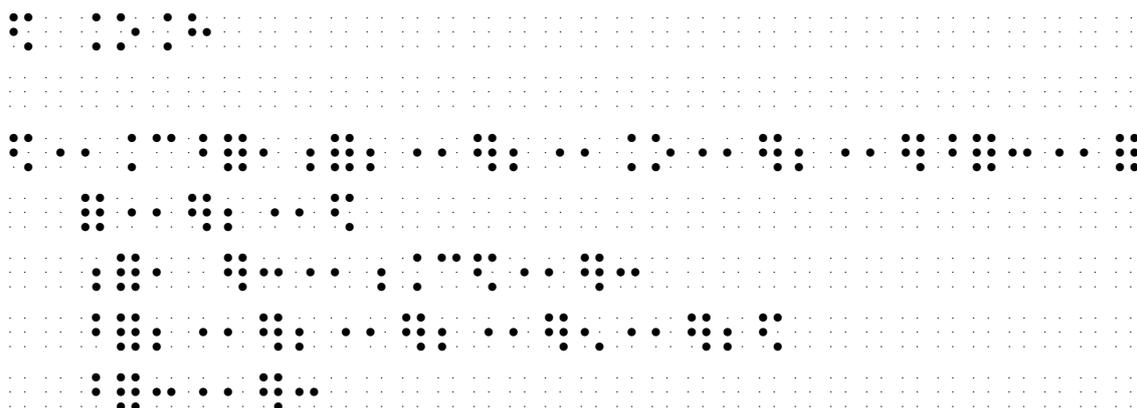
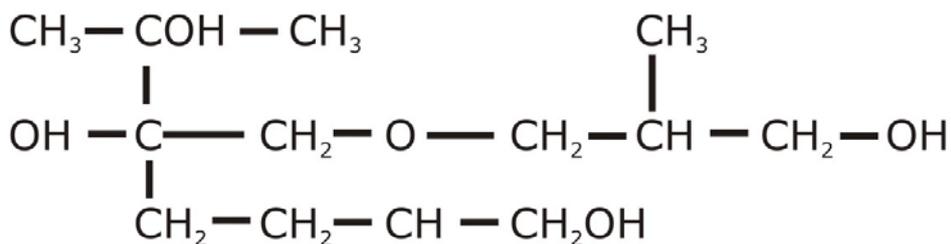
Al igual que en el punto 1.2 del capítulo anterior, los grupos atómicos que se repitan se pueden sustituir por abreviaturas, como se observa en el ejemplo.

Ejemplo 2.2.H.



En el ejemplo anterior se puede comprobar que C, situado en el segundo lugar de la cadena de referencia braille, no se abrevia.

Cuando un grupo funcional se repite varias veces en una fórmula, se podrá sustituir dicho grupo por el signo braille formado por los puntos 1246. Siempre será necesario hacer una nota previa a la transcripción de la fórmula.

Ejemplo 2.2.I.

Puede comprobarse en el este ejemplo cómo los símbolos atómicos C y O se escriben en braille íntegramente.

2.3. Estructuras ramificadas esquemáticas

Estas estructuras admiten dos representaciones: linealizada y bidimensional.

Norma 6 QB

En la transcripción de documentos con estructuras ramificadas esquemáticas se incluirán, de ordinario, ambas representaciones (linealizada y bidimensional).

Esquemática linealizada

Para esta forma de representación se utilizarán los signos para enlaces del apartado 1.3. Esquemáticas lineales del capítulo anterior, así como los signos de continuidad y lo indicado en la siguiente norma.

Norma 7 QB

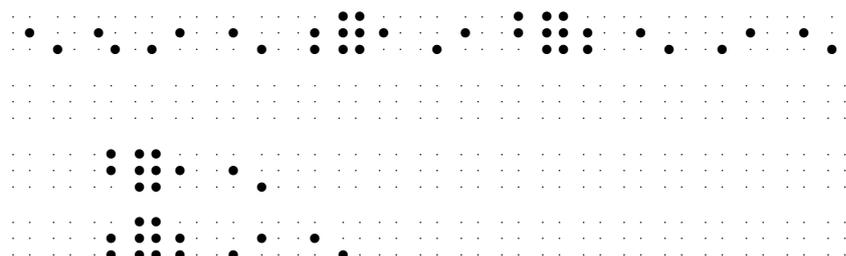
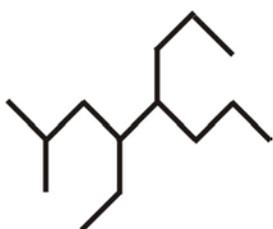
Además de lo indicado para transcripción de fórmulas lineales esquemáticas, cuando las dimensiones de la fórmula nos obliguen a desdoblarla en partes, se seguirán las siguientes indicaciones.

1. Se representa la cadena de referencia. Si fuera preciso, se empleará el guión químico.
2. Las ramas de 1.^{er} orden se indicarán por medio de signos de continuidad en el lugar del vértice o símbolo atómico correspondiente. Para escribir los signos de continuidad se seguirá la siguiente secuencia:
 - a. Indicador de sentido hacia el que sale el enlace que conecta con la rama de 1.^{er} orden.
 - Si el enlace sale hacia arriba, se indica con 45 si es sencillo o 45-2 si es doble.
 - Si el enlace sale hacia abajo, se indica con 56 si es sencillo o 56-2 si es doble.
 - b. Indicador de número de rama de 1.^{er} orden, que se representa en braille con 123456 seguido del número de orden en posición baja.
3. Si en un mismo átomo de ramificación coincidieran dos ramas en distinto sentido, se numerará primero la que esté en la parte superior.
4. Si la ramificación consistiera en enlaces simples o dobles sin continuidad con otras cadenas, no se especificará ningún indicador de número de rama, siendo suficiente el indicador de sentido hacia el que sale el enlace (v. ejemplo 2.3.A), seguido, en su caso, del símbolo atómico al que se dirige (v. ejemplo 2.3.E).
5. Una vez transcrita la cadena de referencia completa y respetando una línea en blanco, se transcribirán las ramas de la siguiente forma:
 - La transcripción de cada ramificación empezará en línea independiente, respetando dos espacios en blanco por la izquierda.
 - Se escribirá el signo de continuidad precedido del signo 45 si el anclaje se encuentra en la parte superior de la rama, o 56 si se encuentra en la parte inferior. Si el enlace es doble, 45-2 o 56-2 según corresponda.
 - Si el anclaje se produce por el primer átomo, a continuación se escribe el signo de enlace por el que la rama de 1.^{er} orden se une a la cadena de referencia braille, así como los átomos y enlaces que la integran.
 - En el caso de que el anclaje se produzca en un átomo intermedio de la rama, la transcripción se inicia con el signo de continuidad seguido de un espacio en blanco y, a continuación, la cadena, indicando el anclaje (45, 56, 45-2, 56-2) en el lugar que corresponda. En el caso de que en la cadena exista un indicador del tipo de los mencionados en el punto 4, el anclaje se indicará repitiendo el signo de continuidad con su número correspondiente (v. ejemplo 2.3.H).
 - Si excedieran del espacio disponible en la línea, se hará uso del guión químico, continuándose en la línea siguiente con una

sangría incrementada en dos espacios con respecto al inicio de la rama.

- Si, a su vez, estas ramas de 1.^{er} orden tuvieran ramificaciones de 2.^o orden se seguirán las mismas normas expuestas hasta ahora, empleando como signos de continuidad de segundo orden: 123456-indicador de rama de 1.^{er} orden en posición baja-indicador de rama de 2.^o orden en posición alta.
- Si hubiera ramas de orden superior a 2, se seguirían las mismas indicaciones, alternando las posiciones baja y alta de la numeración.
- A efecto de los indicadores braille del sentido del enlace, en las ramas de orden superior a 1 se identificará izquierda con abajo y derecha con arriba.

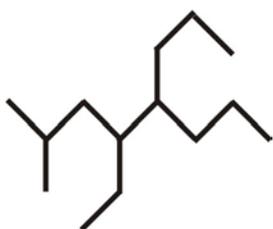
Ejemplo 2.3.A.

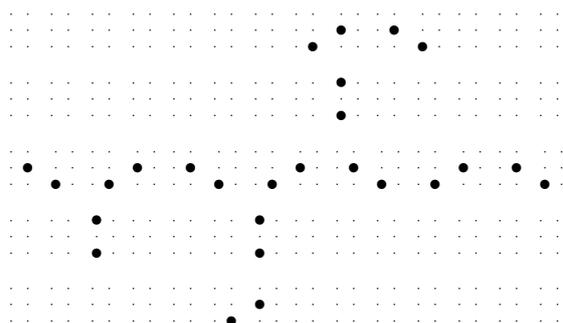


Esquemática bidimensional

Esta forma de representación intenta reproducir la configuración espacial de la fórmula, para lo que se utilizarán los signos recogidos en el apartado 1.3. *Esquemáticas lineales* para los tramos horizontales, y en el 1.1. *Desarrolladas lineales* para los enlaces verticales u oblicuos entre tramos horizontales.

Ejemplo 2.3.B.





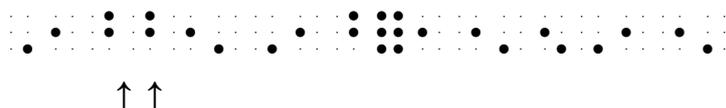
Es importante diferenciar cuándo de un vértice salen dos anclajes sencillos o uno doble.

Así, cuando salen dos sencillos, en braille se escribirán dos signos de anclaje sencillo en el vértice correspondiente (se señalan con una flecha en el siguiente ejemplo los dos signos de enlace sencillo que salen del mismo vértice).

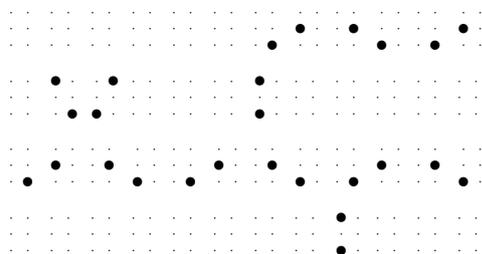
Ejemplo 2.3.C.



Linealizada:

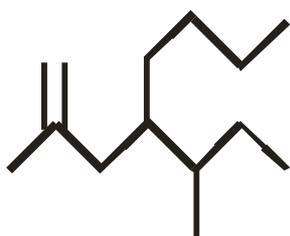


Bidimensional:

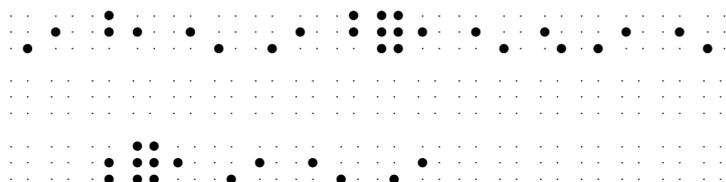


El siguiente ejemplo tiene un vértice con un enlace doble.

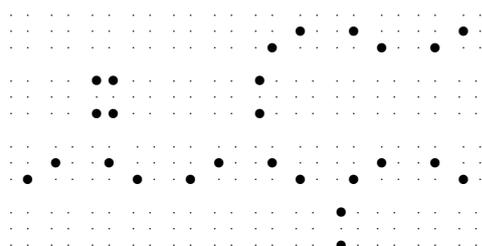
Ejemplo 2.3.D.



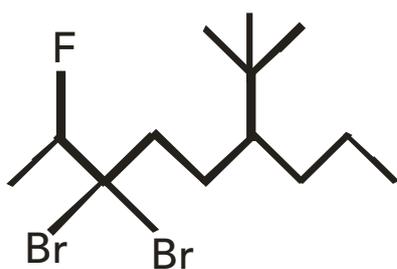
Linealizada:



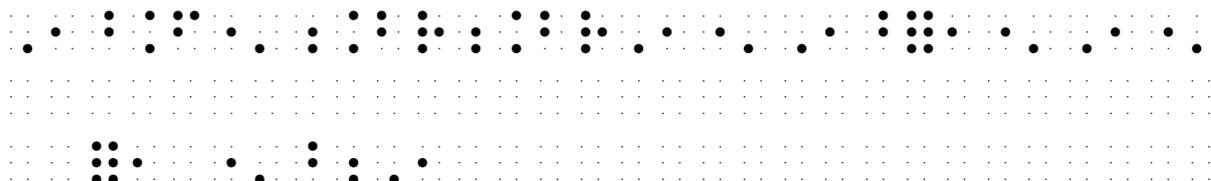
Bidimensional:



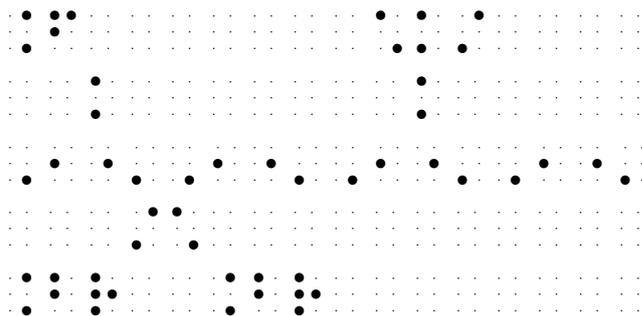
Ejemplo 2.3.E.



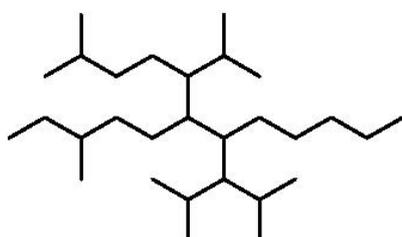
Linealizada:



Bidimensional:

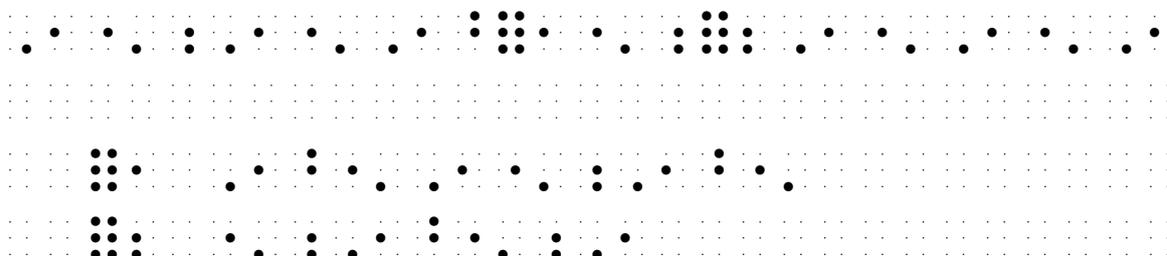


Ejemplo 2.3.F.

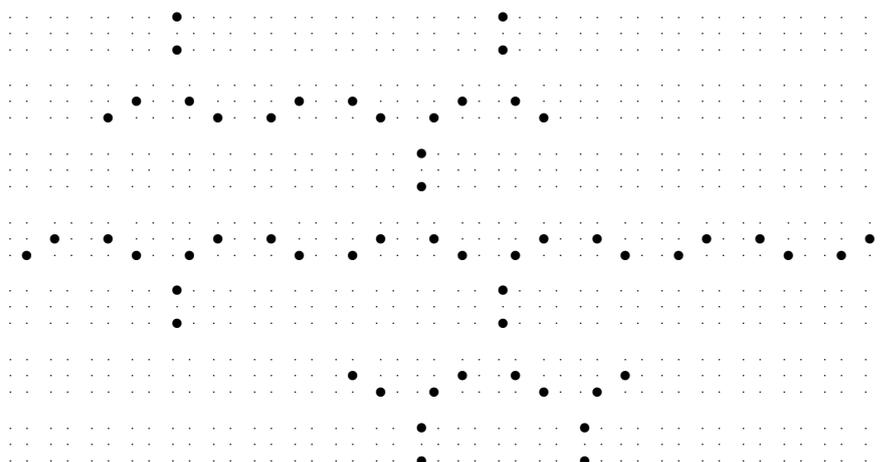


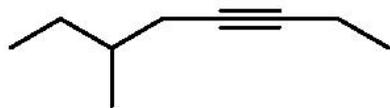
2-metil-5-(1-metiletil)-7-(2-metil-1-(1-metiletil)propil)-
6-(3-metilpentil)dodecano

Linealizada:



Bidimensional:



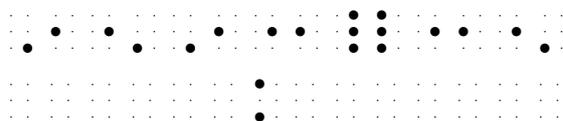
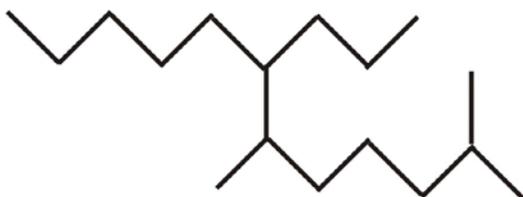
Ejemplo 2.3.G.

6-metil-3-octino

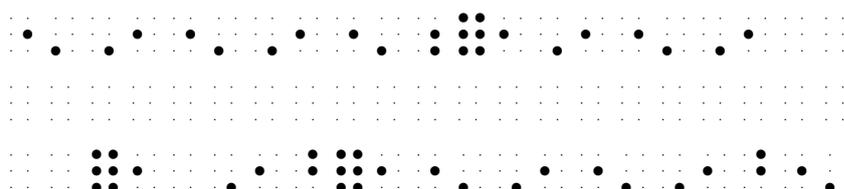
Linealizada:



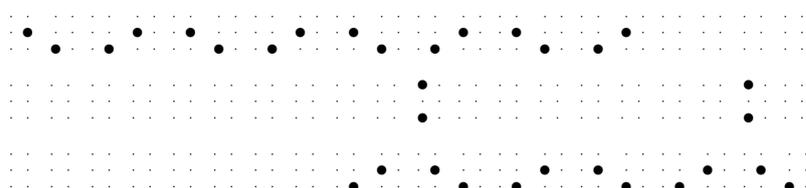
Bidimensional:

**Ejemplo 2.3.H.**

Linealizada:



Bidimensional:



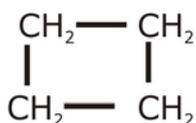
Al igual que en el caso de las fórmulas de estructura lineal, pueden darse estructuras ramificadas que en su representación combinen los diversos recursos gráficos (representaciones desarrolladas, semidesarrolladas y esquemáticas). Para su representación se utilizarán las normas aplicadas para cada segmento, según el tipo de representación que tenga.

3. Fórmulas moleculares de estructura cíclica

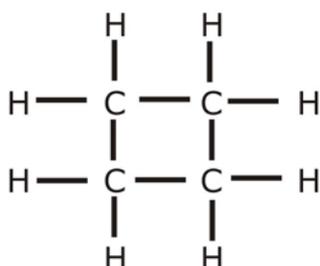
En una estructura cíclica, los átomos de carbono están enlazados uno a continuación de otro formando una cadena cerrada.

Por ejemplo, el *ciclobutano* se representa:

De forma semidesarrollada:



De forma desarrollada:



Una forma simplificada de representación consiste en eliminar de los vértices la escritura de las moléculas cuando solo hay carbonos e hidrógenos, al igual que en la representación esquemática de cadenas lineales o ramificadas.

Así, el ciclobutano se representa como un cuadrado.

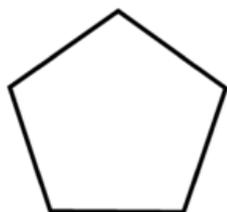


Otros ejemplos:

Ciclopropano



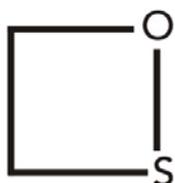
Ciclopentano



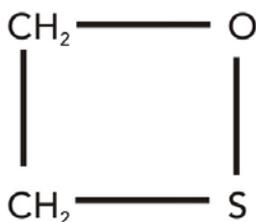
Los átomos que definen la cadena cerrada pueden no ser todos átomos de carbono.

Ejemplo de formas de representación esquemática, semidesarrollada y desarrollada del 1,2. Oxatieto:

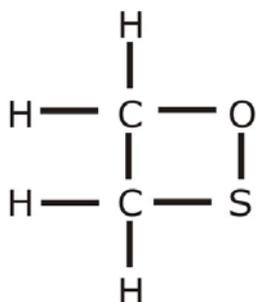
Esquemática



Semidesarrollada

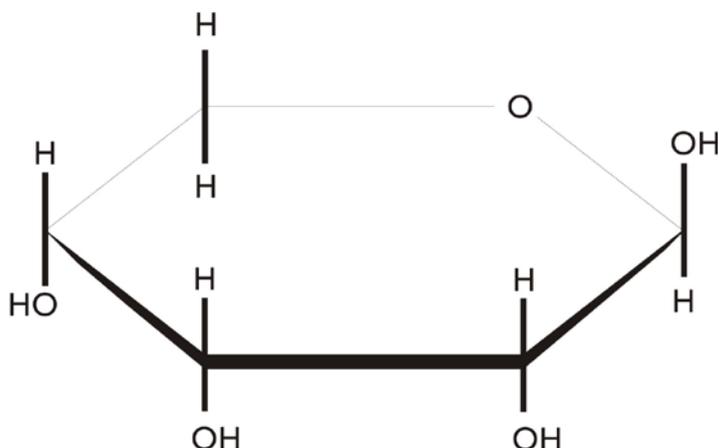


Desarrollada



Aunque una estructura se perciba claramente como tridimensional, podrá ser representada de forma bidimensional.

Por ejemplo, la β -D-ribopiranososa:



3.1. Cíclicas desarrolladas

Estas fórmulas solo se representarán de forma bidimensional.

Para lograr una imagen táctil sugerente de la forma geométrica es preciso seguir la siguiente norma.

Norma 8 QB.

En la representación braille de las estructuras cíclicas se emplearán los mismos signos y se aplicarán las mismas normas que en la representación de las estructuras moleculares lineales desarrolladas (v. apartado 1.1), repitiendo los signos (al menos dos veces) en la misma dirección que representan.

Tabla con ejemplos de la repetición mínima admitida (duplicación) de los signos de enlace en las estructuras desarrolladas cíclicas.

Horizontales

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	5-2-5-2	—	Sencillo
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	56-23-56-23	=	Doble
⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨⠠⠨	456-123-456-123	≡	Triple

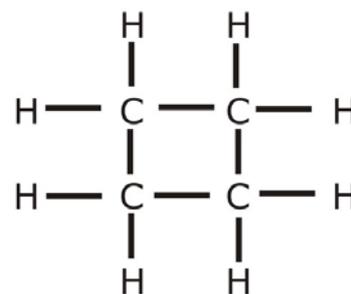
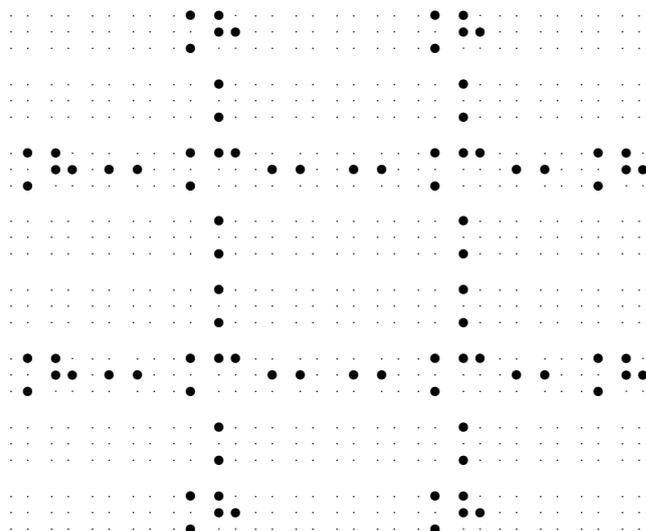
Verticales

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	0-13-0 0-13-0		Sencillo
	0-1346-0 0-1346-0		Doble
	0-1346-13-0 0-1346-13-0		Triple

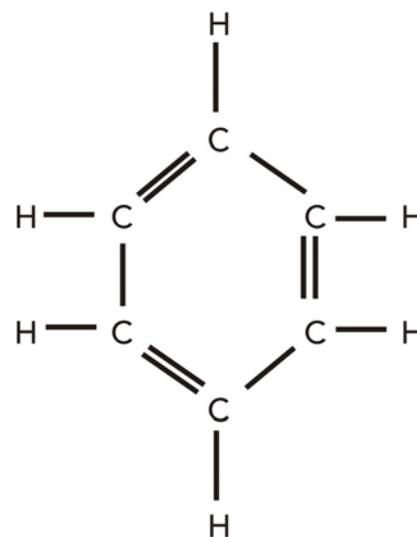
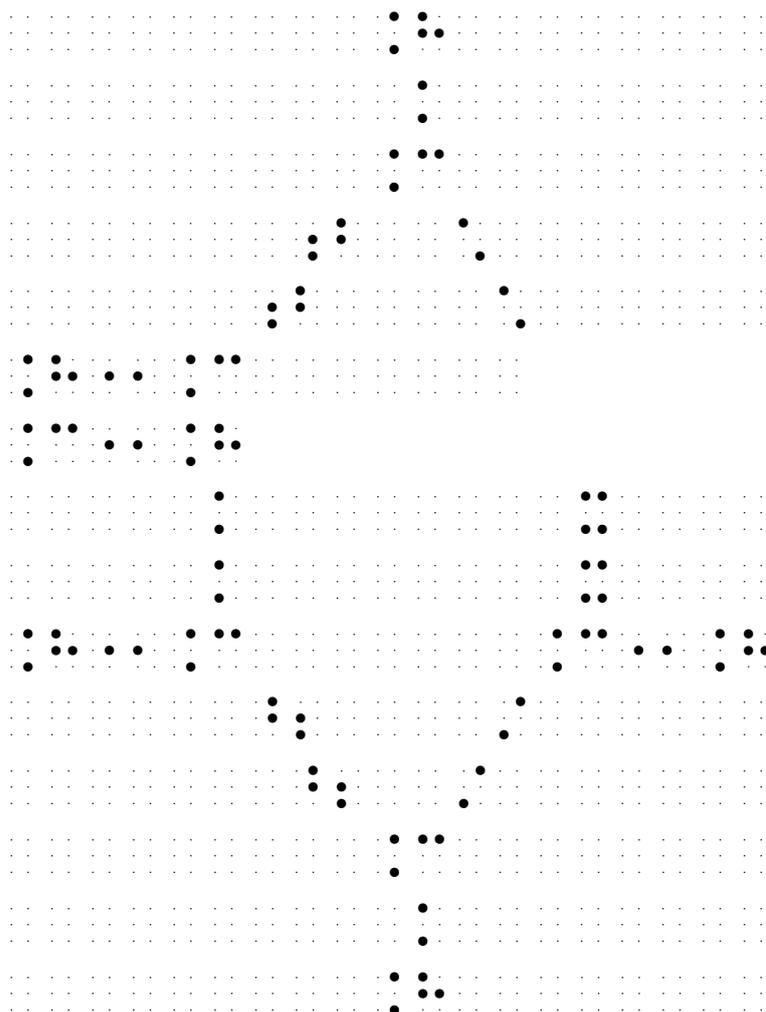
Oblicuos

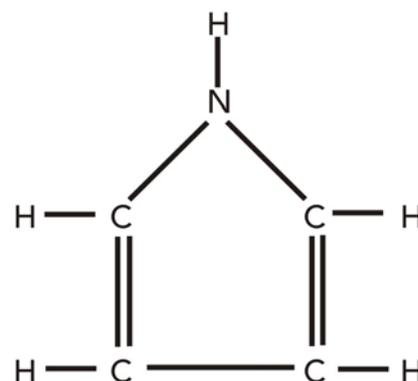
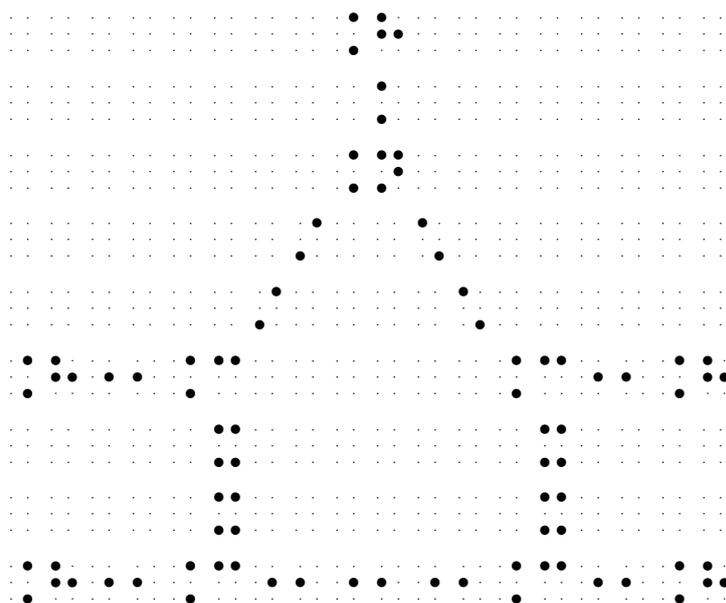
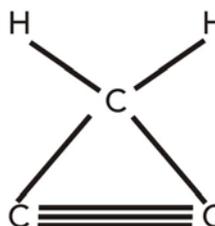
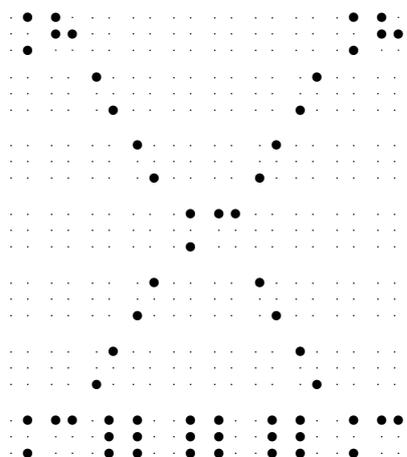
Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	0-34-0 0-34-0	/	Sencillo, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	0-16-0 0-16-0	\	Sencillo, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha
	0-56-12-0 0-56-12-0	//	Doble, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	0-45-23-0 0-45-23-0	\\	Doble, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha
	0-56-123-0 0-56-123-0	///	Triple, de abajo a la izquierda hacia arriba a la derecha
	0-45-123-0 0-45-123-0	\\\	Triple, de arriba a la izquierda hacia abajo a la derecha

Ejemplo 3.1.A. Ciclobutano.



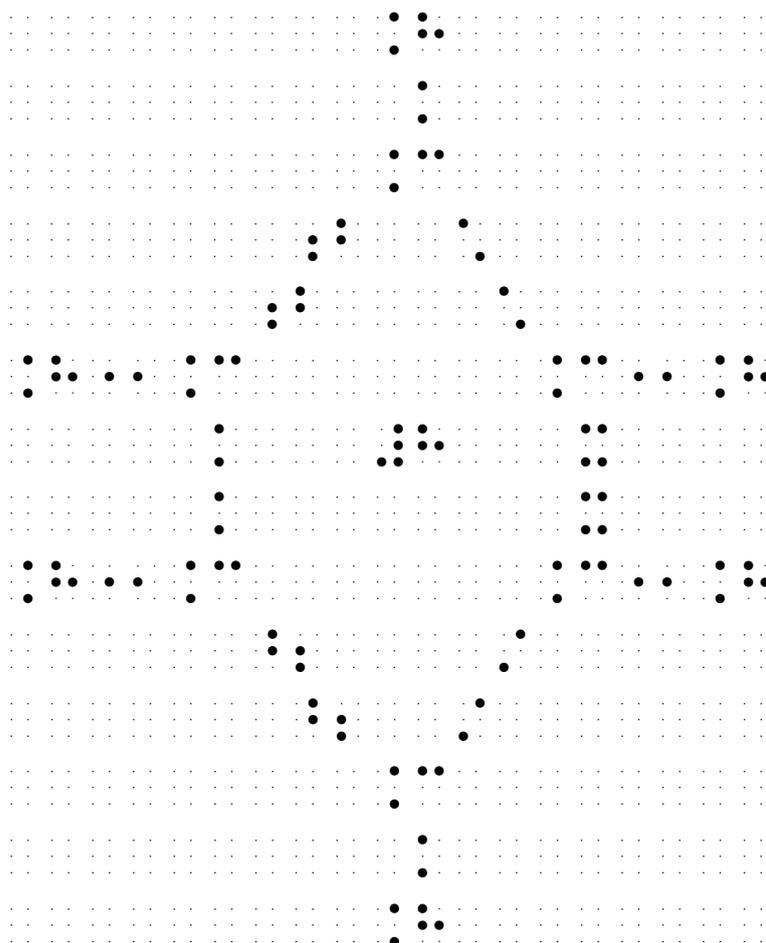
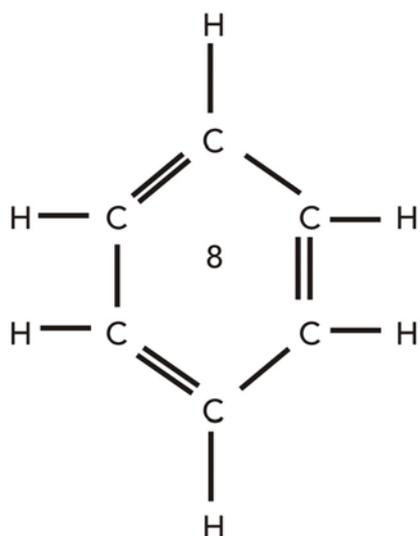
Ejemplo 3.1.B. Benceno.



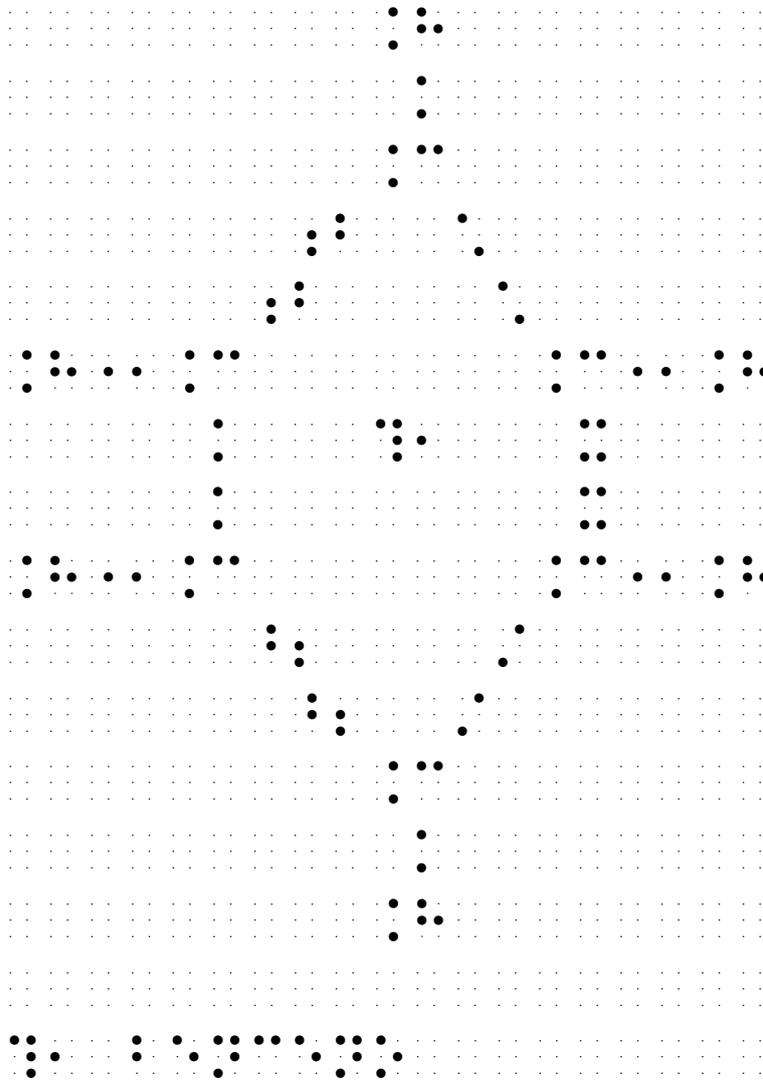
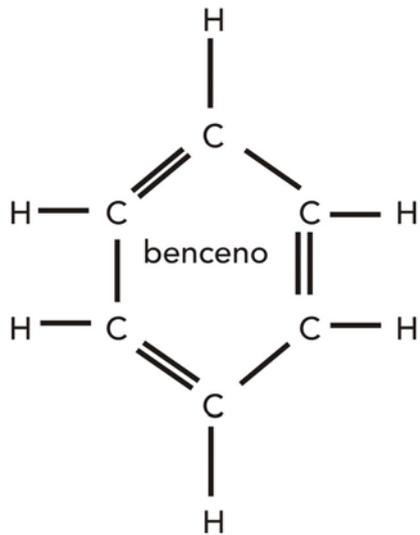
Ejemplo 3.1.C. *Pirrol.***Ejemplo 3.1.D.** *Ciclopropino.*

Si hubiera información dentro del polígono que, por razones de espacio, no cupiera en braille, esta se escribirá a continuación de la figura. Se utilizará como clave 1456 seguido de número en posición baja.

Ejemplo 3.1.E.

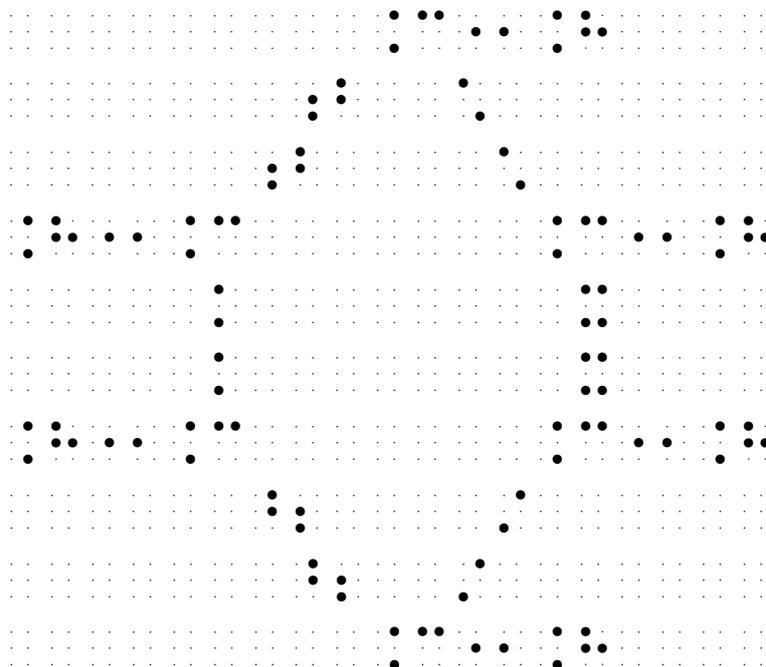
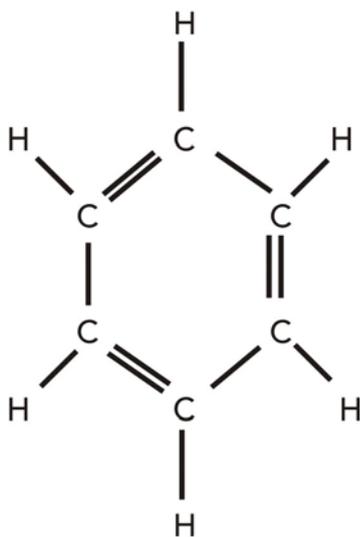


Ejemplo 3.1.F.

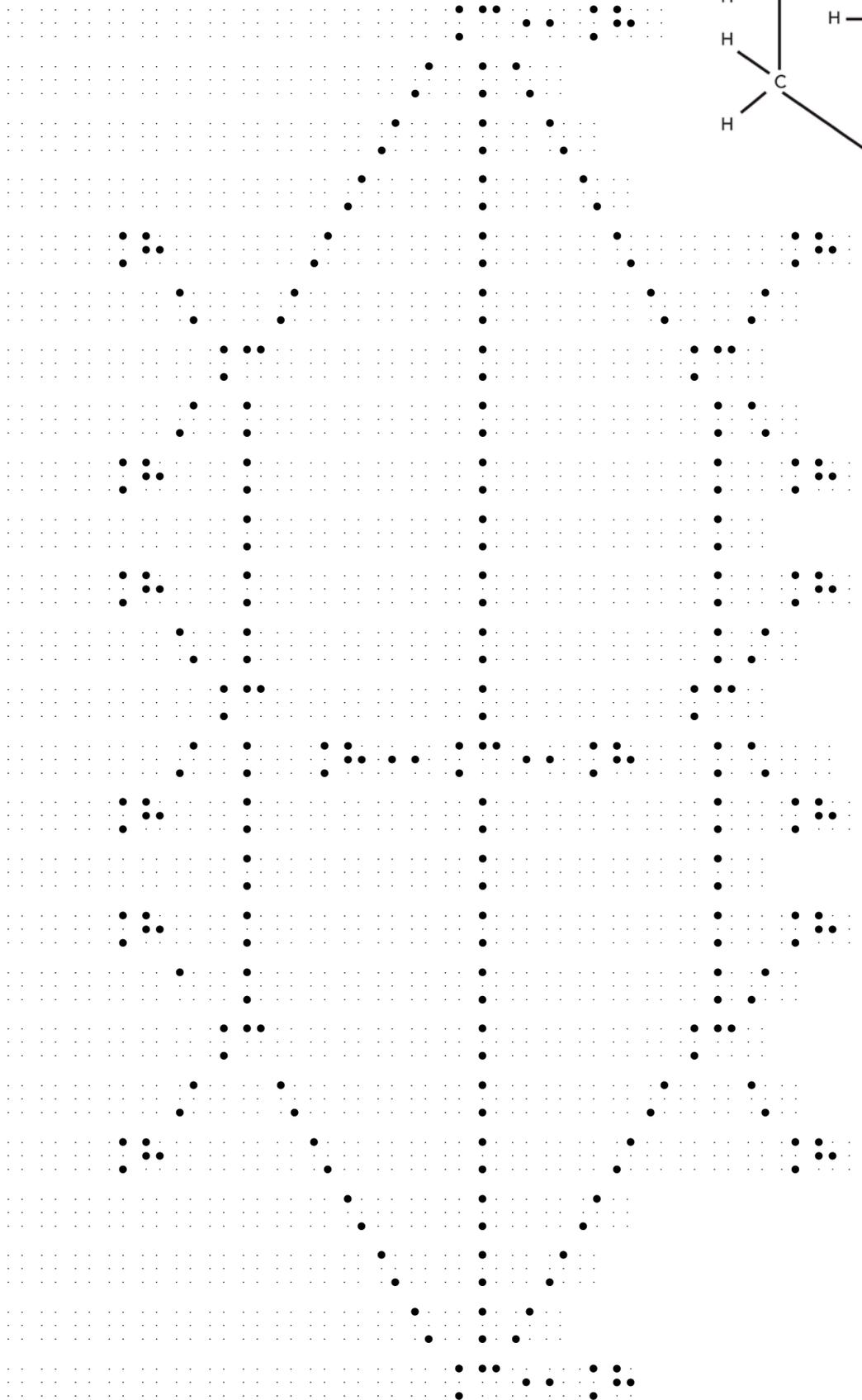
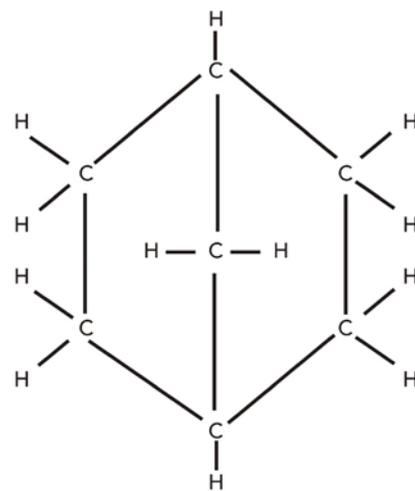


Horizontalizar y verticalizar enlaces no esenciales

Siempre que no afecte a la forma del polígono de la estructura cíclica y se tenga plena seguridad de no alterar el significado de la representación gráfica, se recomienda convertir los enlaces oblicuos en enlaces horizontales y verticales adyacentes.

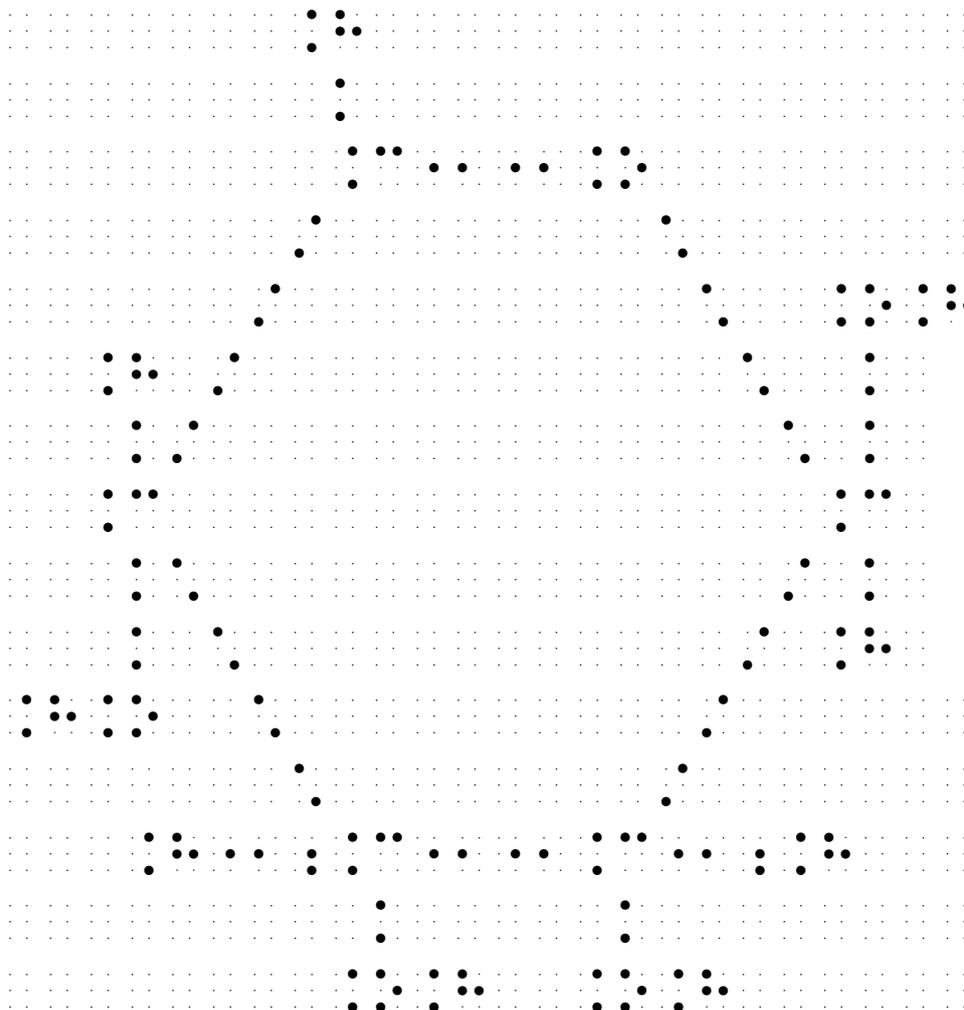
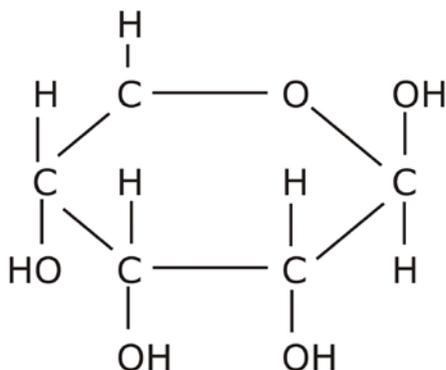
Ejemplo 3.1.G.

Ejemplo 3.1.H. *Bicicloheptano.*



Norma 9 QB.

Los enlaces desde los vértices de un ciclo hacia símbolos o grupos atómicos situados gráficamente en su interior y que no actúen como puente, se representarán en braille como enlaces exteriores, escribiendo a continuación del signo de enlace el carácter braille 56.

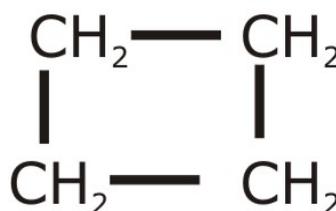
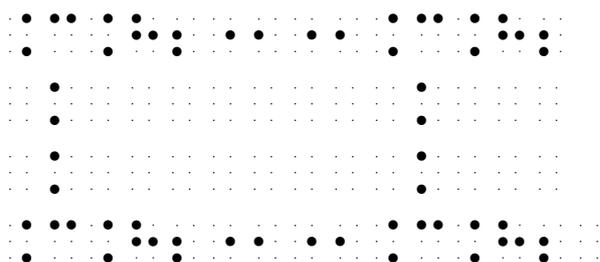
Ejemplo 3.1.I.

3.2. Cíclicas semidesarrolladas

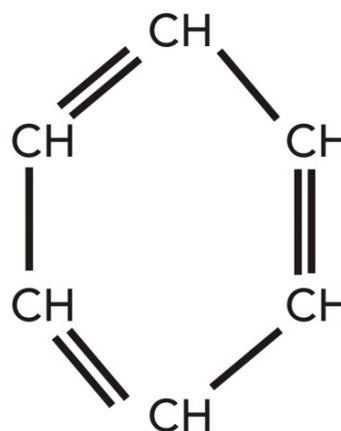
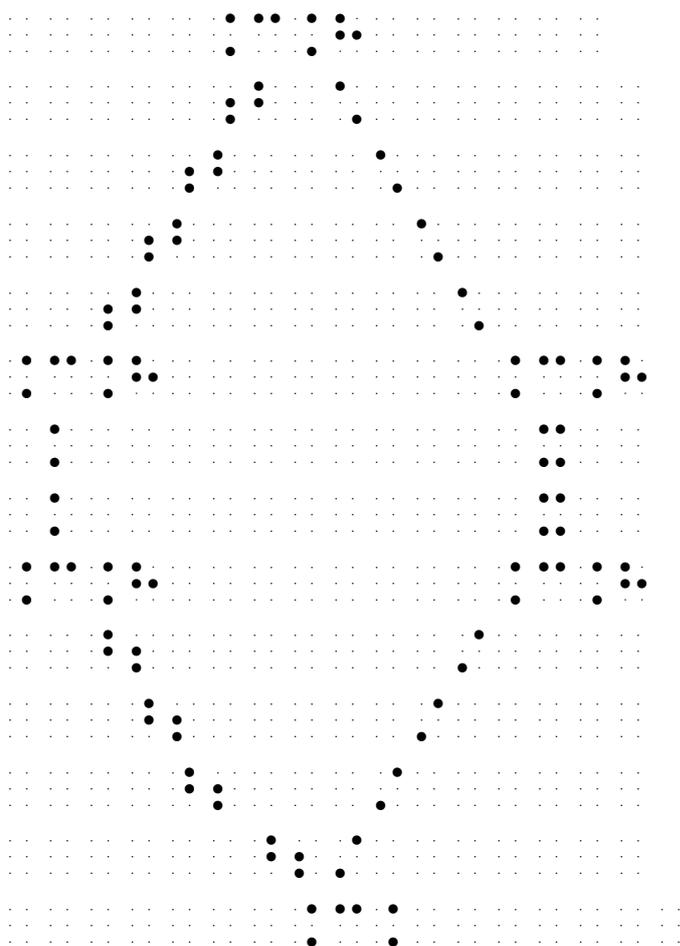
La representación en braille de estas estructuras puede realizarse de dos formas: bidimensional y linealizada.

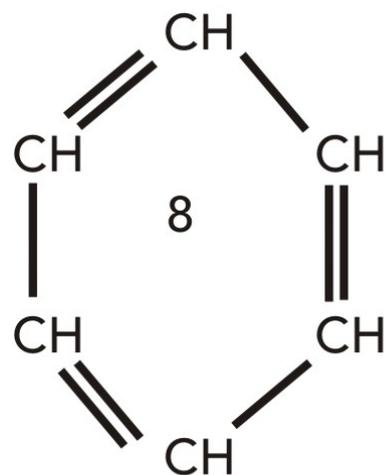
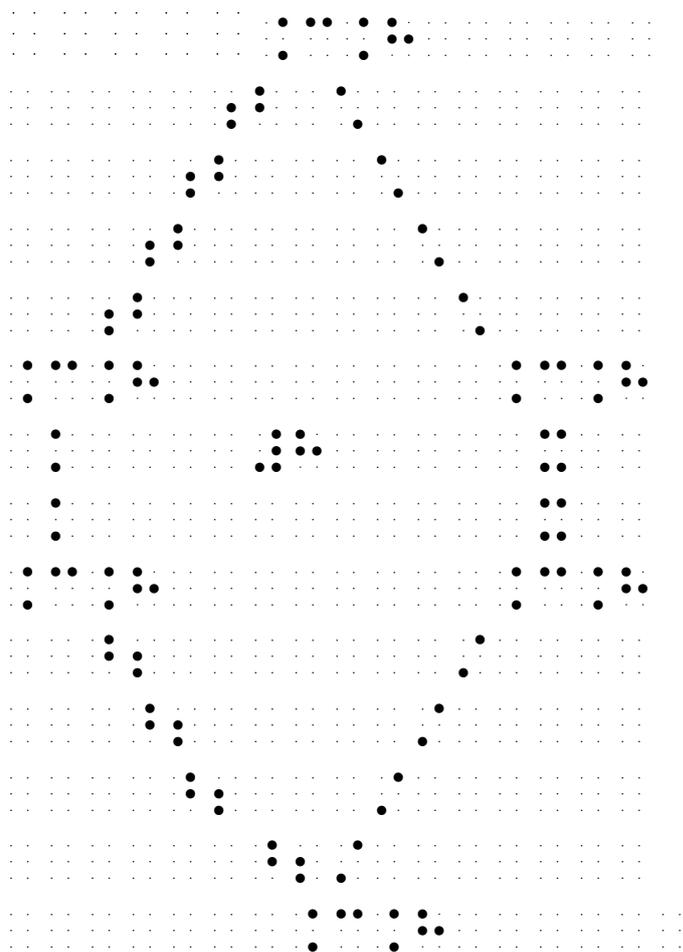
Para la representación bidimensional se emplearán los mismos signos y se seguirán las mismas normas que en el caso de las desarrolladas cíclicas (apartado 3.1).

Ejemplo 3.2.A. *Ciclobutano.*

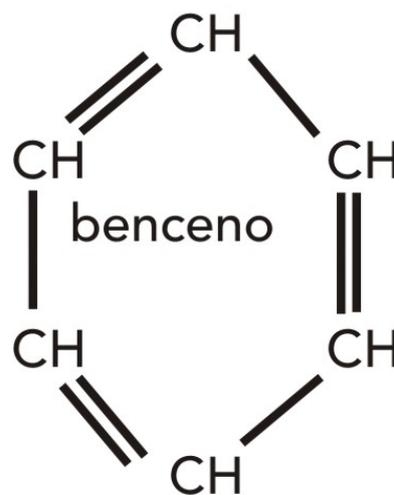
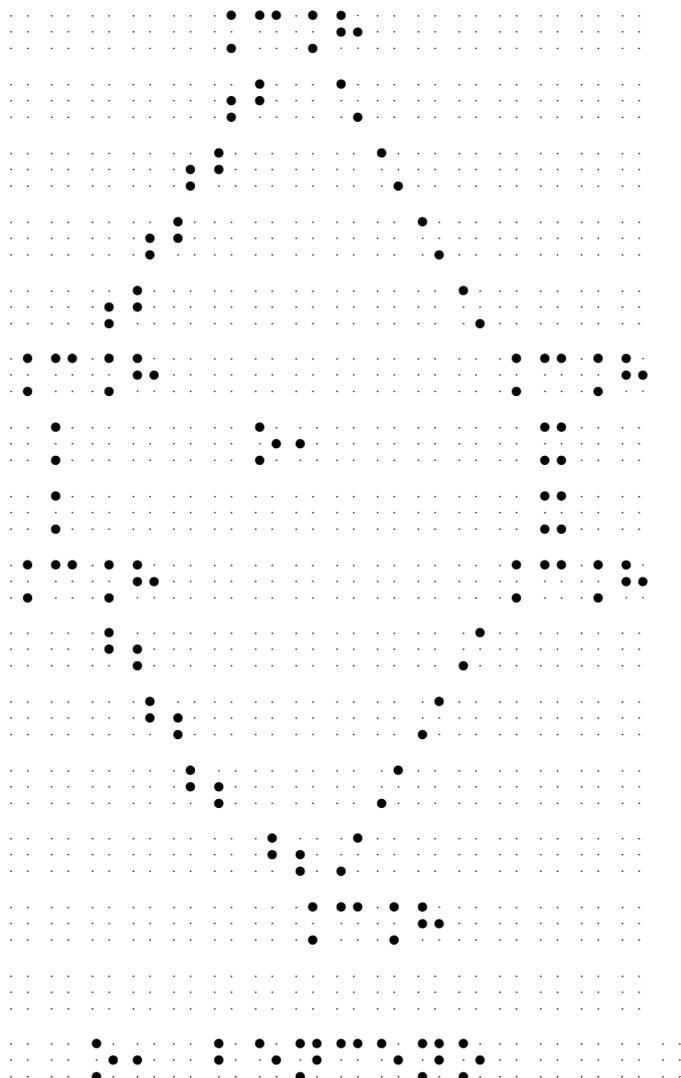


Ejemplo 3.2.B. *Benceno.*

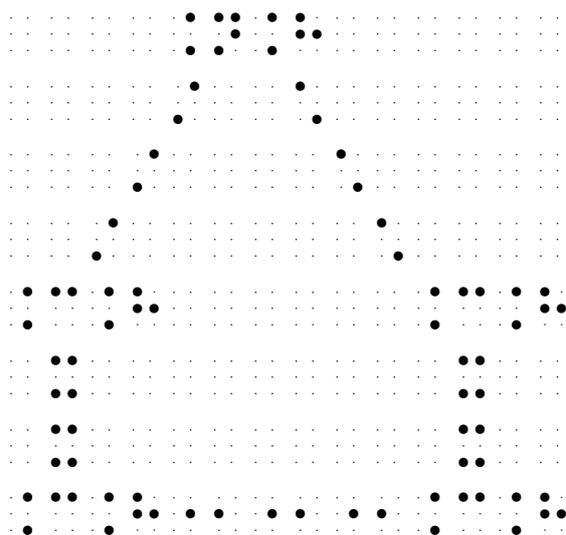
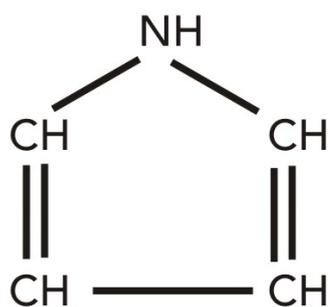


Ejemplo 3.2.C.

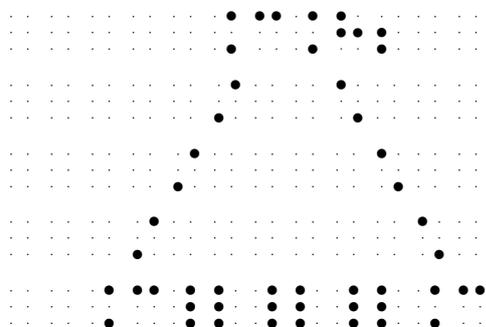
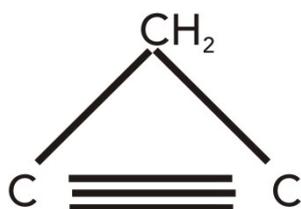
Ejemplo 3.2.D.

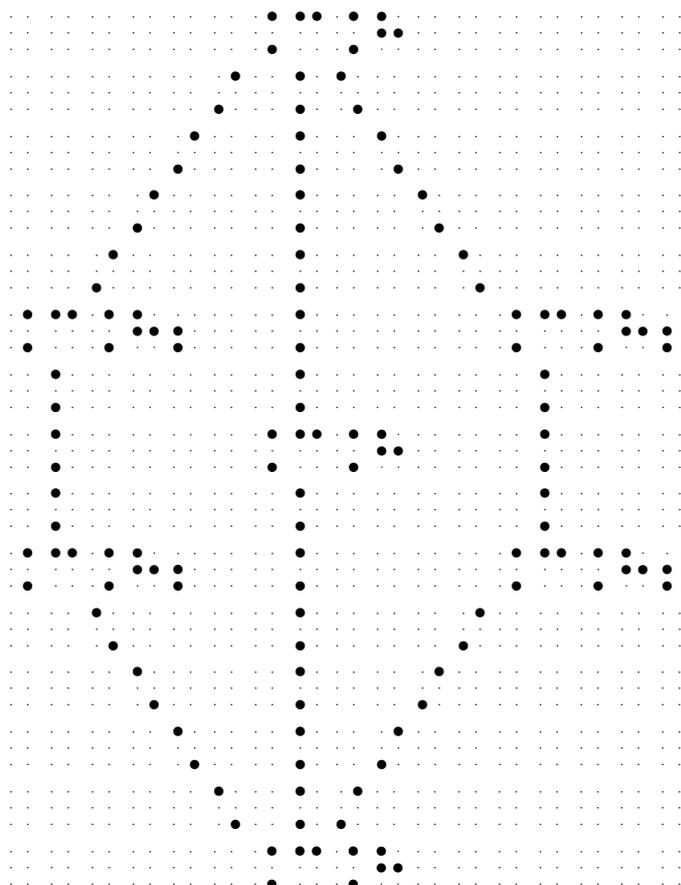
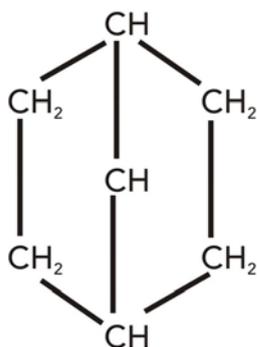


Ejemplo 3.2.E. *Pirrol.*



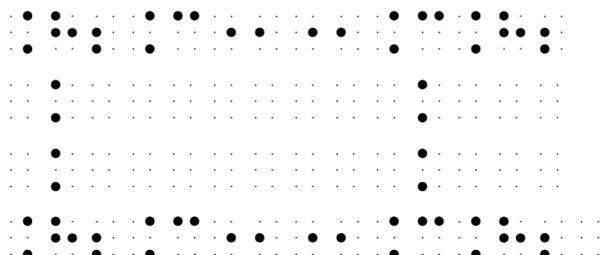
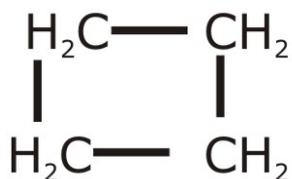
Ejemplo 3.2.F. *Ciclopropino.*



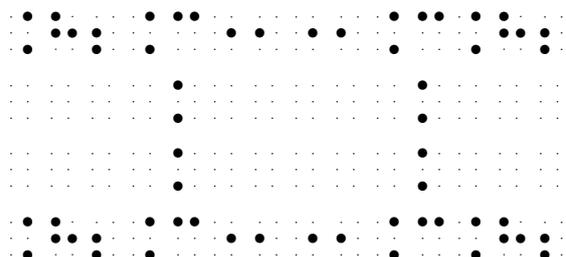
Ejemplo 3.2.G. *Bicicloheptano.*

Se recomienda atenerse siempre a la representación que aparezca en el original, aun cuando incluya erratas inaceptables en términos químicos.

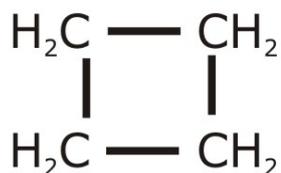
Así, en el ejemplo que viene a continuación podemos ver un error de representación química, ya que se unen dos hidrógenos por medio del enlace vertical de la izquierda, lo que no es correcto. No obstante, en la representación braille respetaremos la representación del original.

Ejemplo 3.2.H.

No será, por lo tanto, aceptable que el transcriptor corrija en braille los enlaces para que estos unan los carbonos, que sería lo correcto químicamente, tal y como figura en el siguiente ejemplo.

Ejemplo 3.2.I.

Esta representación braille se correspondería con la correcta representación química, que es:

***Representación braille linealizada***

Se recogen a continuación una serie de recursos para escribir la información contenida en los polígonos de forma lineal.

Signos braille de polígonos:

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	6-23456		Triángulo
	456-13456		Cuadrado
	246-13456		Pentágono
	246-1346-135		Hexágono

Para aquellos polígonos que tengan siete lados o más, el signo braille se hará del siguiente modo: 12346 seguido del número de lados en posición baja (sin signo de número) y de 135.

Así, el polígono de nueve lados (*eneágono*) se representa en braille del siguiente modo:



Un caso especial lo constituye el benceno, que se representa de la siguiente manera:

Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
	246-135		Benceno

Como se puede observar, el benceno tiene varias representaciones gráficas, pero una sola en braille.

Para indicar los enlaces que contiene cada lado del polígono se utilizarán los siguientes signos:

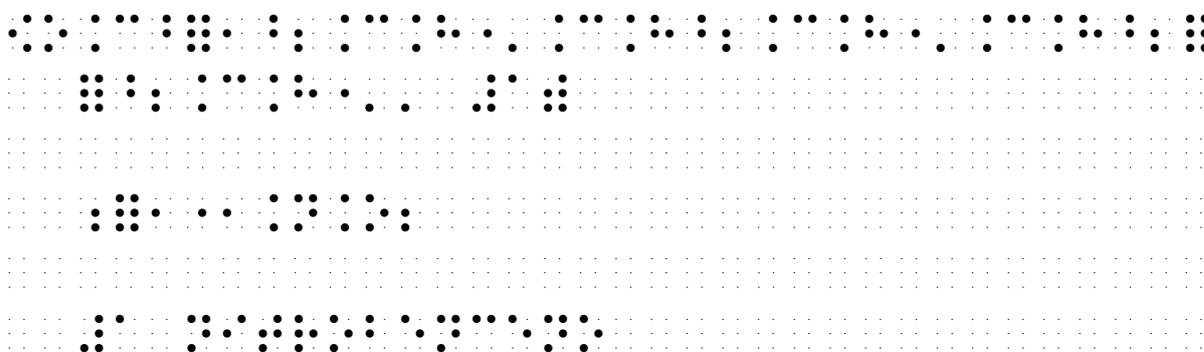
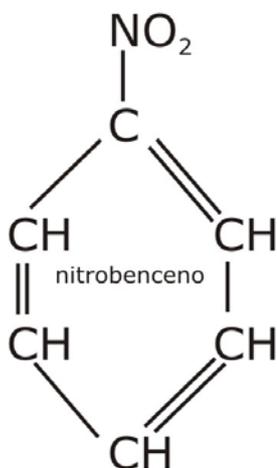
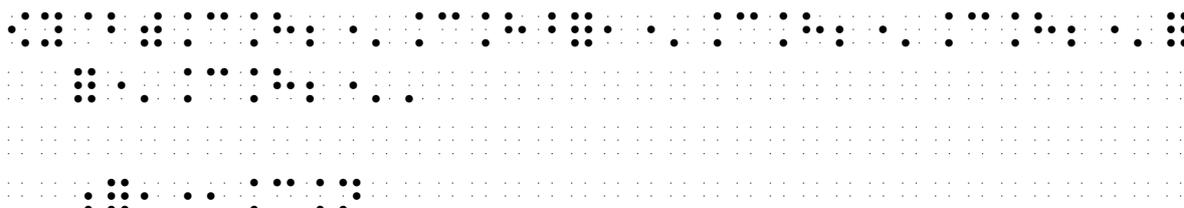
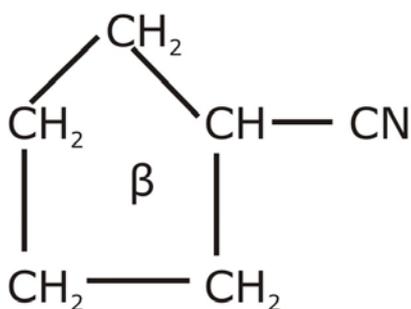
Signo braille	Puntos braille	Definición
	5-3	Enlace sencillo
	45-23	Enlace doble
	45-123	Enlace triple

Para su transcripción, se seguirá la siguiente norma.

Norma 10 QB.

1. Se escribirá el signo de polígono, y
 - a) si dentro del ciclo hubiera información formada por números arábigos, romanos o marcas (tales como letras griegas) que en braille no supere los cuatro caracteres, se escribirá a continuación del signo de polígono;
 - b) si dentro del ciclo hubiera información textual de más de cuatro caracteres de longitud, esta aparecerá a modo de referencia al final de la transcripción del ciclo; estas referencias se representarán con los signos braille ordinarios para la escritura de números, terminando con signo de cierre de corchete.
2. Comenzando por el vértice superior, o por el más próximo a la derecha si hubiere dos, se escribe cada átomo o grupo de átomos (en caso de que aparezcan) seguido del enlace correspondiente. Se continuarán escribiendo cada uno de los vértices siguiendo el sentido de las agujas del reloj.
3. Se finaliza la descripción del ciclo con el punto 3.
4. Si en alguno de los vértices existe una ramificación
 - a) se utilizarán los signos de enlace sencillo (45) o doble (45-2) según corresponda, si la ramificación fuera hacia el exterior del polígono;
 - b) se emplearán 56 y 56-2 si la ramificación fuera hacia el interior del polígono.

Para la transcripción de estas ramificaciones se aplicará lo expuesto en la norma 5 QB (v. capítulo 2, apartado 2.2).

Ejemplo 3.2.J. *Nitrobenceno.***Ejemplo 3.2.K.** *Ciclopentano-carbonitrilo.*

3.3. Cíclicas esquemáticas

Estas estructuras admiten dos representaciones: linealizada y bidimensional.

Norma 11 QB

En la transcripción de documentos con estructuras esquemáticas cíclicas se incluirán, de ordinario, ambas representaciones (linealizada y bidimensional).

Para la representación bidimensional se emplearán los mismos signos y se seguirán las mismas normas que en el caso de las desarrolladas cíclicas (apartado 3.1).

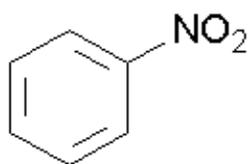
Para la representación braille linealizada se seguirá la siguiente norma.

Norma 12 QB

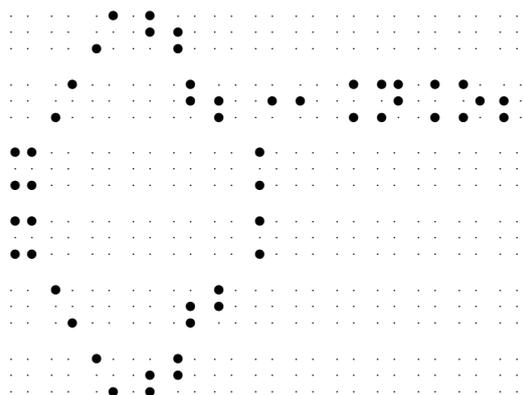
1. *Se escribirá el signo de polígono, y*
 - a. *si dentro del ciclo hubiera información formada por números arábigos, romanos o marcas (tales como letras griegas) que en braille no supere los cuatro caracteres, se escribirá a continuación del signo de polígono;*
 - b. *si dentro del ciclo hubiera información textual de más de cuatro caracteres de longitud, esta aparecerá a modo de referencia al final de la transcripción del ciclo; estas referencias se representarán con los signos braille ordinarios para la escritura de números, terminando con signo de cierre de corchete.*
2. *Comenzando por el vértice superior, o por el más próximo a la derecha si hubiere dos, se escriben cada uno de los enlaces siguiendo el sentido de las agujas del reloj. En el caso de que aparezcan símbolos de elementos químicos, se escribirán en el vértice correspondiente de la representación esquemática.*
3. *Se finaliza la descripción del ciclo con el punto 3.*
4. *Si en alguno de los vértices existe una ramificación*
 - a. *se utilizarán los signos de enlace sencillo (45) o doble (45-2), según corresponda, si la ramificación fuera hacia el exterior del polígono;*
 - b. *se emplearán 56 y 56-2 si la ramificación fuera hacia el interior del polígono.*

Para la transcripción de estas ramificaciones se aplicará lo expuesto en la norma 7 QB (v. capítulo 2, apartado 2.3).

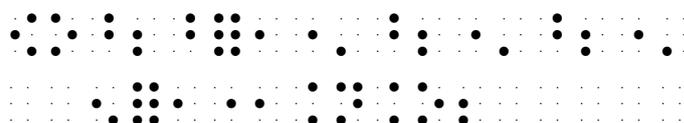
Ejemplo 3.3.A. *Nitrobenceno.*



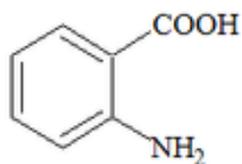
Bidimensional:



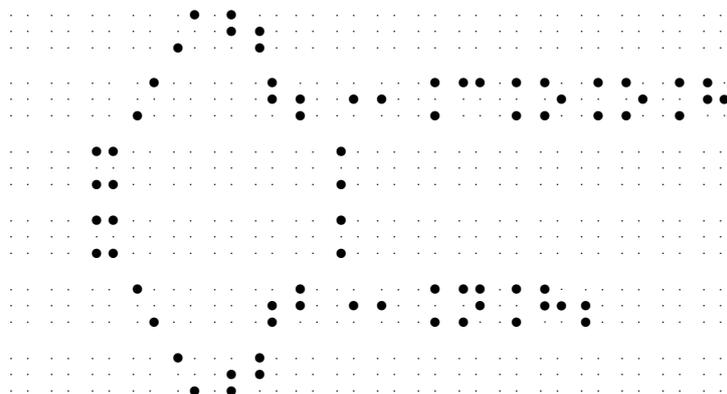
Linealizada:



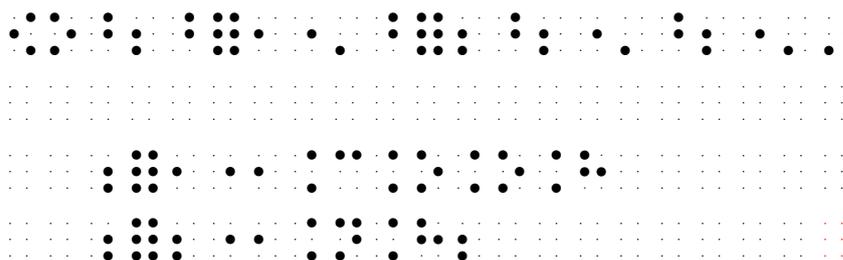
Ejemplo 3.3.B. *Ácido antranílico.*



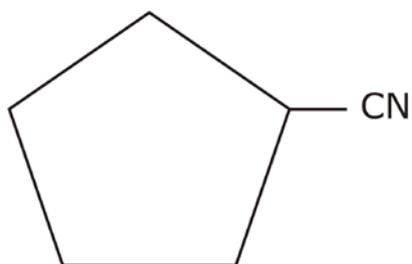
Bidimensional:



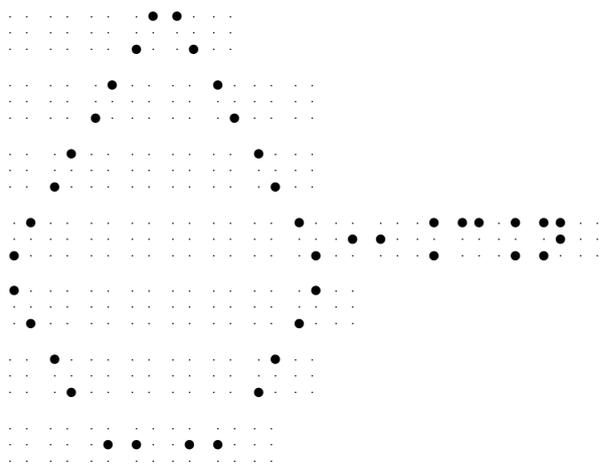
Linealizada:



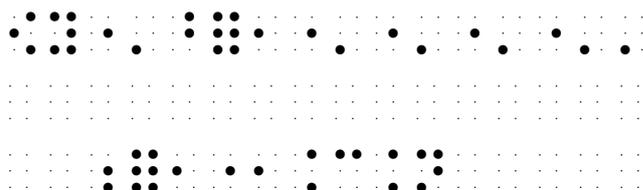
Ejemplo 3.3.C. *Ciclopentano-carbonitrilo.*

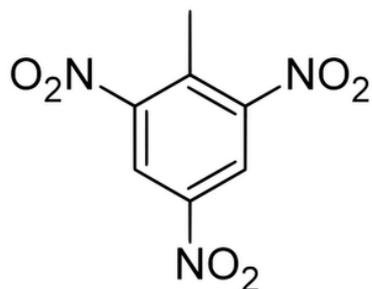


Bidimensional:

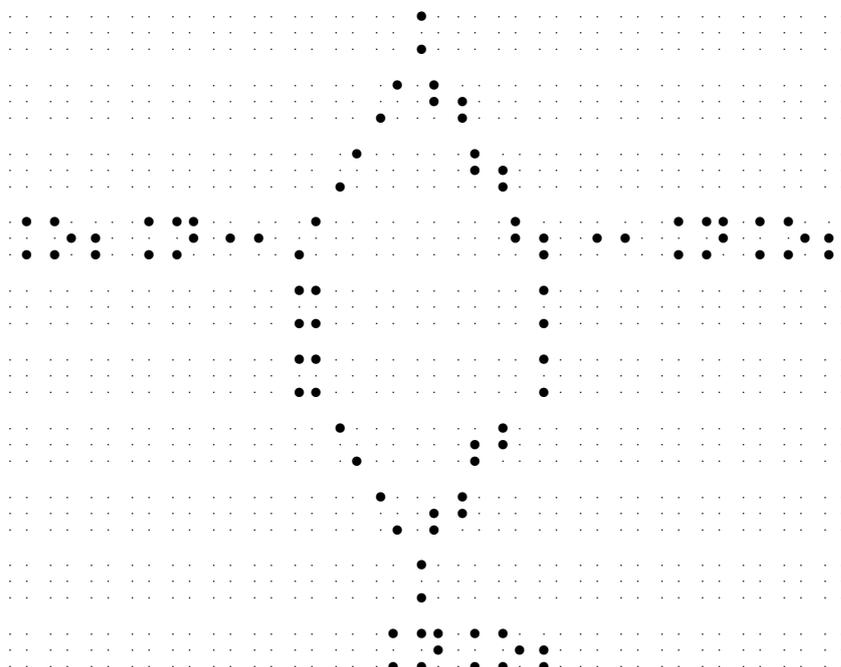


Linealizada:

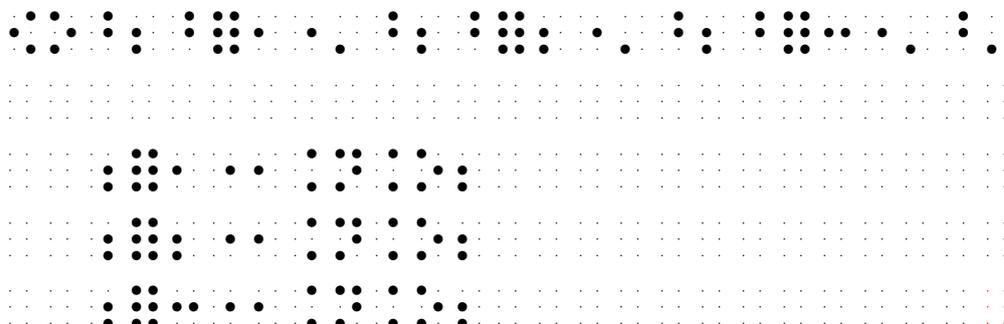


Ejemplo 3.3.D. *2,4,6 trinitrotolueno.*

Bidimensional:

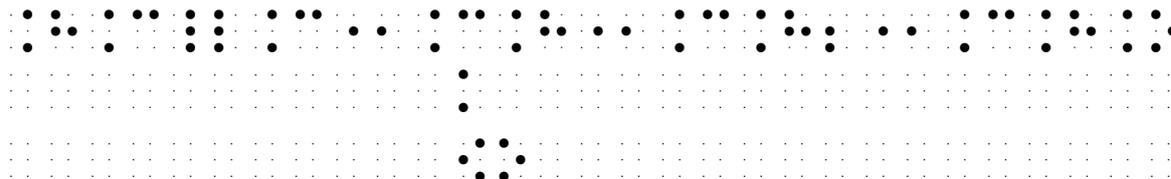
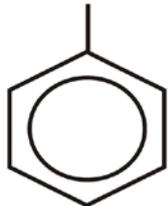
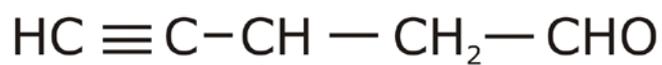


Linealizada:



El segmento de referencia para la transcripción braille puede no ser la estructura cíclica, como se puede observar en el siguiente ejemplo.

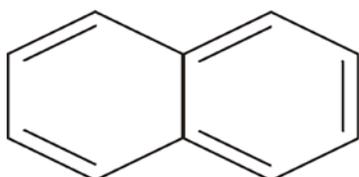
Ejemplo 3.3.E. *3-fenil-4-pentinal.*



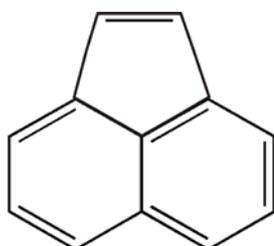
4. Fórmulas moleculares de estructuras policíclicas

Se consideran estructuras policíclicas aquellas en las que aparecen varios ciclos unidos entre sí.

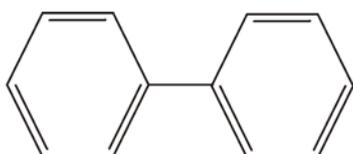
Naftaleno



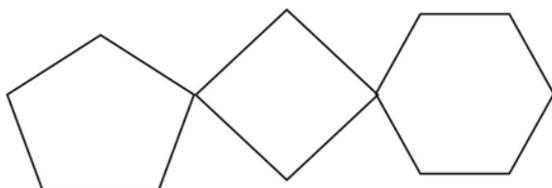
Acenafaileno



Bifenilo



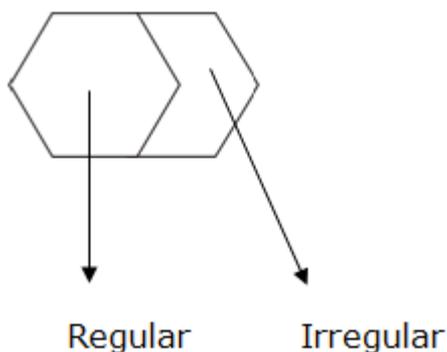
Triespiro [4.1.5.1] tridecano



Para facilitar la transcripción braille se conferirá una importancia fundamental a la descomposición visual de la figura en polígonos regulares o irregulares, cóncavos o convexos. Esto, con independencia de que dicha descomposición se corresponda o no con la nomenclatura del compuesto o con una posible estructura tridimensional.

Ejemplo:

Biciclo [3.3.1.] nonato



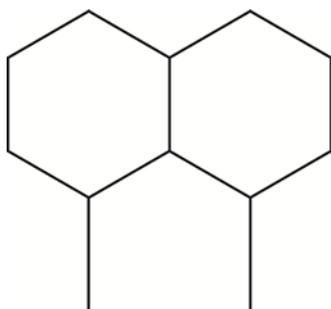
Aunque podría interpretarse como un hexágono con un puente que une los lados de arriba y abajo, sin embargo, para la transcripción braille consideraremos que son dos hexágonos, uno de ellos regular y otro irregular.

Numeración para planificar la transcripción braille

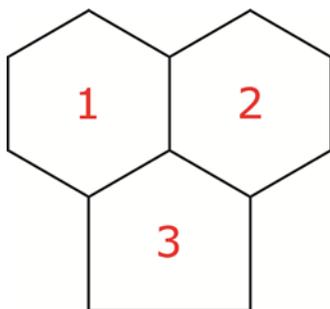
Con independencia de que pudiera aparecer cualquier numeración en polígonos y vértices, se requiere una identificación para la transcripción braille por medio de números, la cual se realizará del siguiente modo:

1) Numeración de polígonos

Tomando como base el siguiente policiclo,

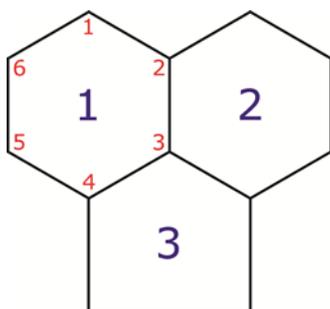


la asignación numérica de los polígonos se hará de la forma que mejor facilite la descripción futura de la figura, teniendo en cuenta la facilidad de lectura de los lados comunes. En términos generales, se recomienda que se haga de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

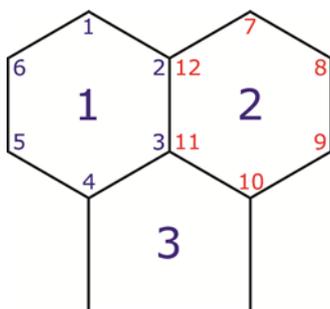


2) Numeración de vértices

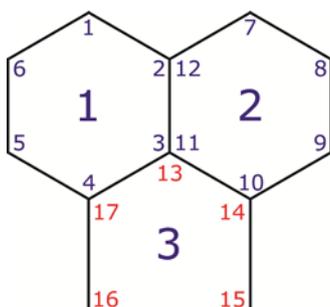
Se numeran los vértices del polígono 1 empezando por el superior o, si hubiera dos a la misma altura, por el más próximo a la derecha, siguiendo el sentido de las agujas del reloj.



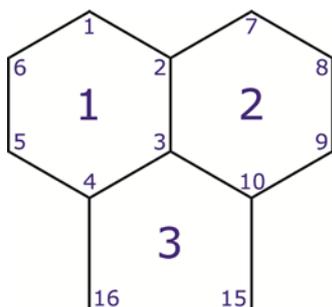
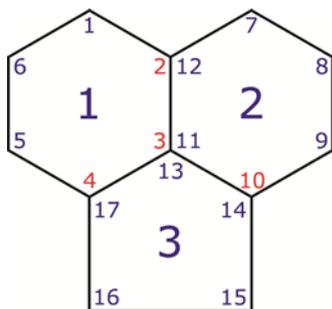
Siguiendo el mismo criterio se «numeran» los vértices del polígono 2, continuando con la numeración anterior.



Se sigue la misma regla para el resto de polígonos.



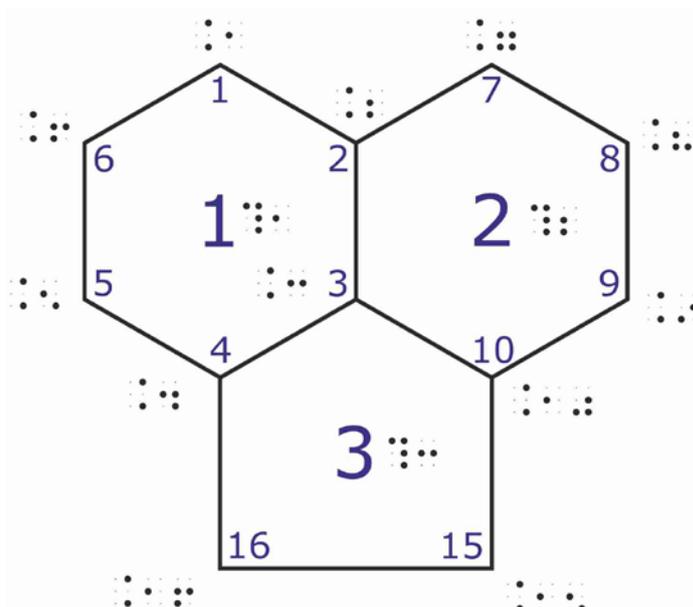
Los vértices con más de un número (por ser comunes a varios polígonos) se identificarán por su número más bajo.



En los apartados y ejemplos que vienen a continuación en este capítulo, se puede observar cómo se aplica esta numeración de polígonos y vértices.

En braille:

- los polígonos se numeran con 1456 seguido de número en posición baja.
- los vértices se numeran con 46 seguido de número en posición baja.

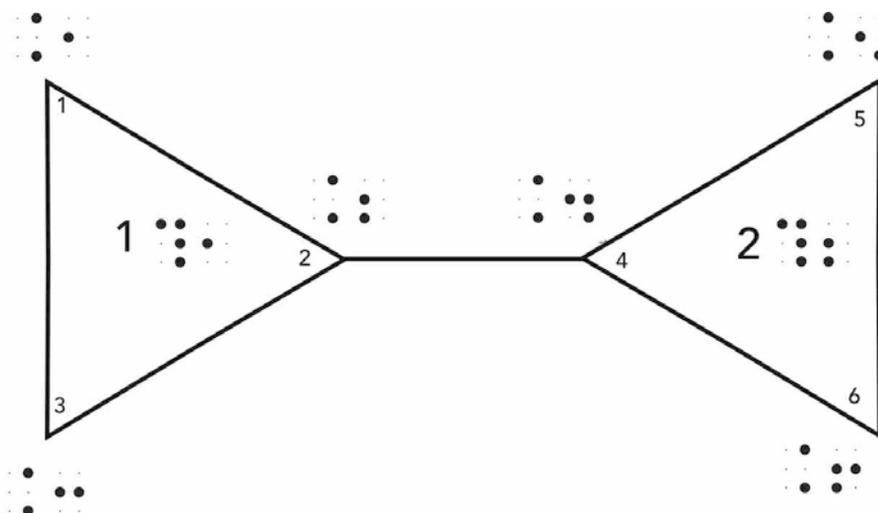


Se ha de tener en cuenta que la numeración de polígonos y vértices se realiza **solo para planificar la transcripción**, por lo que la numeración completa no tiene por qué aparecer en la transcripción braille.

Otros ejemplos:

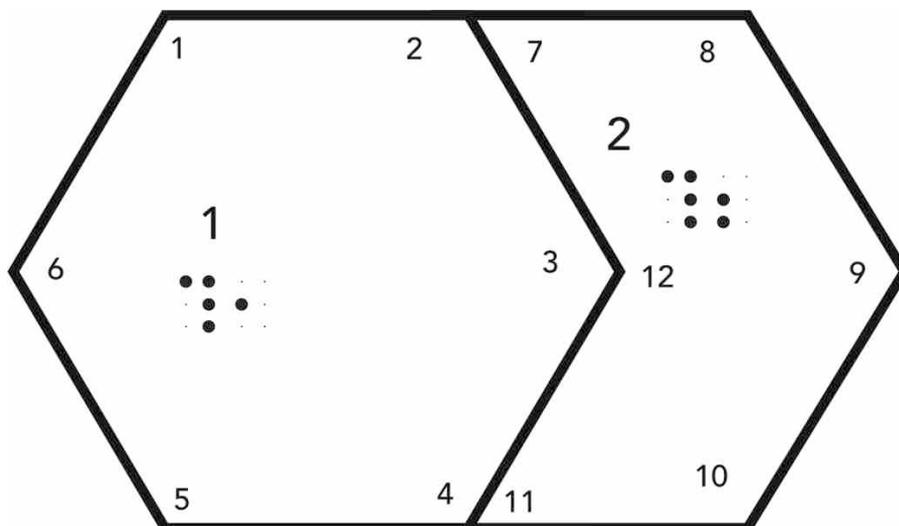
1-1'-biciclopropilo

En este caso no hay vértices comunes, por lo que se numeran a la vez los polígonos y los vértices.

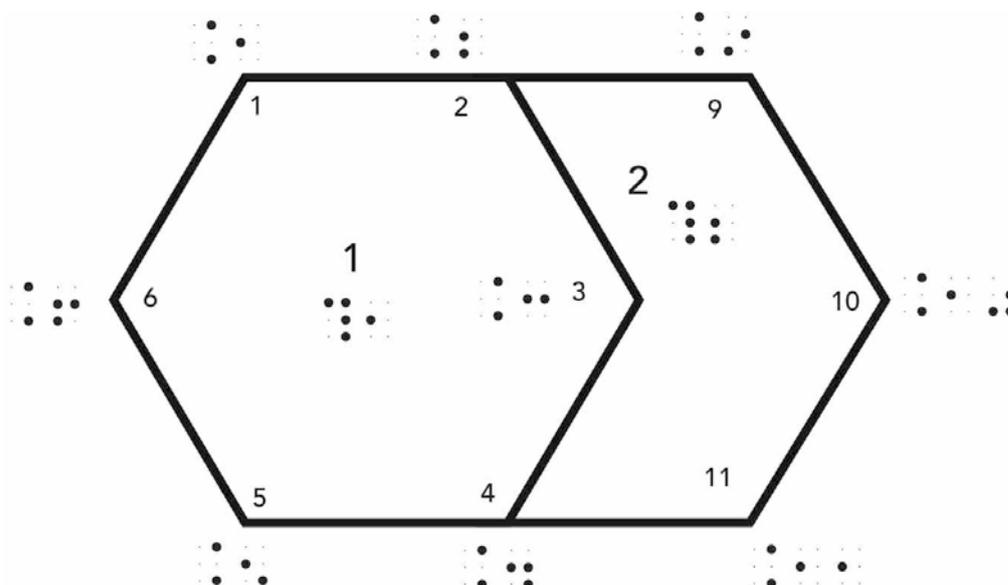


Biciclo [3.3.1.] nonato

Primero numeramos los polígonos



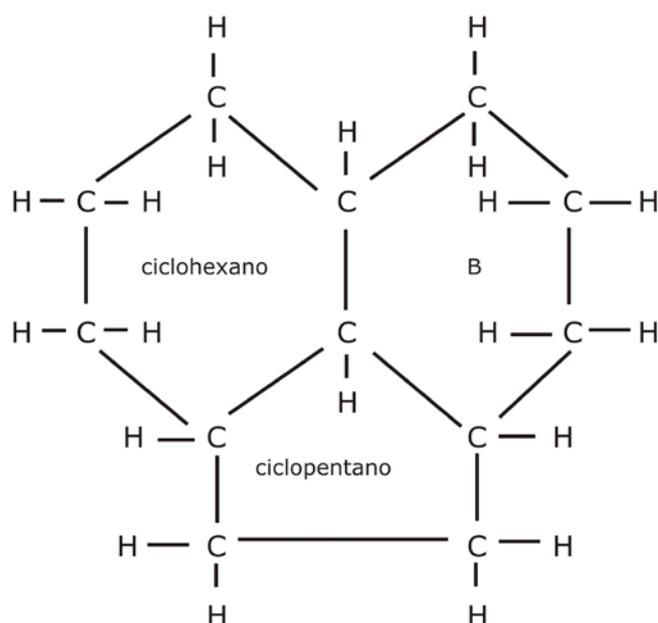
Luego numeramos los vértices, dejando la numeración más baja en los vértices comunes.



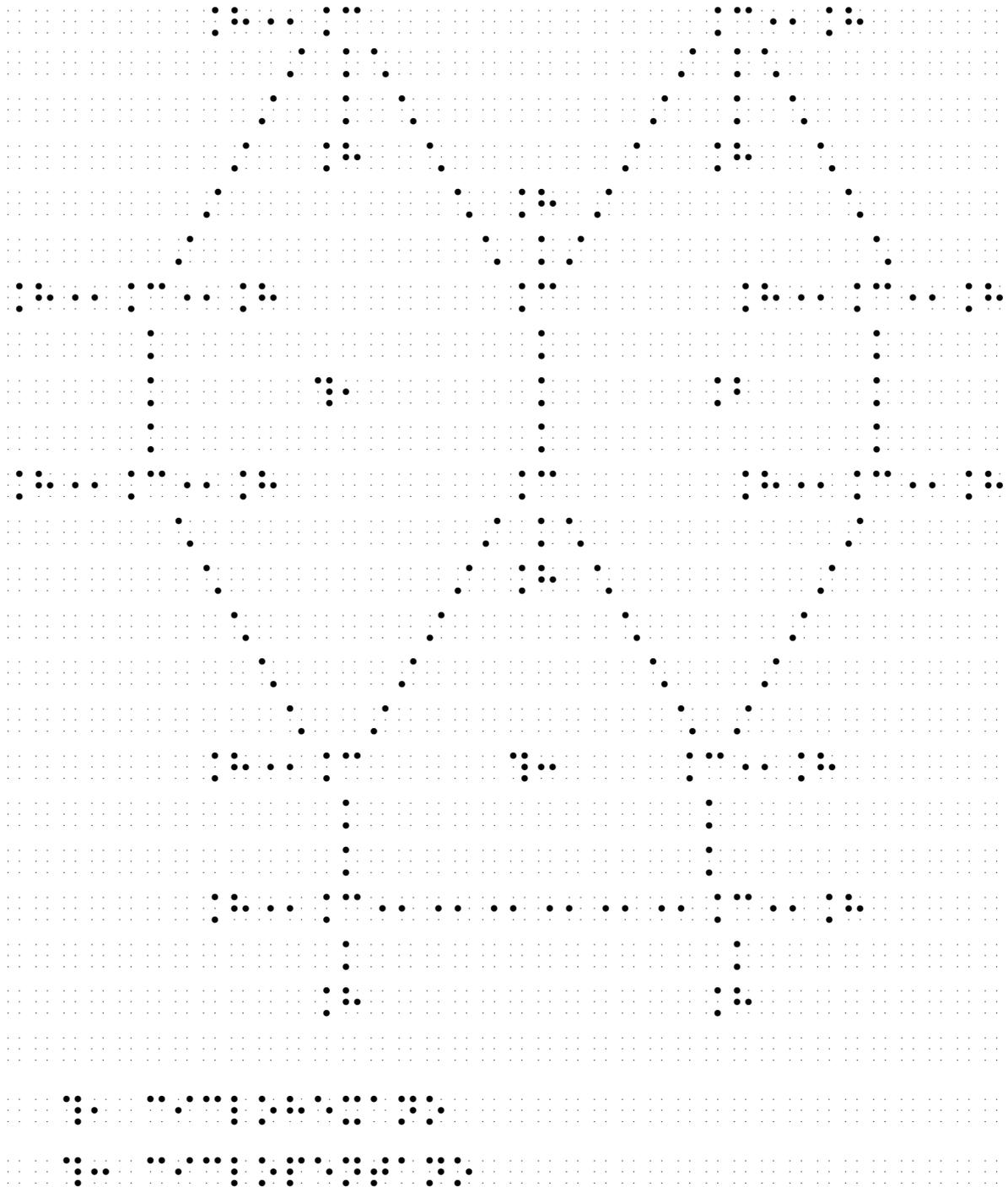
4.1. Policíclicas desarrolladas

Para este tipo de representaciones se utilizarán los signos y normas que se recogen en el apartado 3.1. *Desarrolladas cíclicas*.

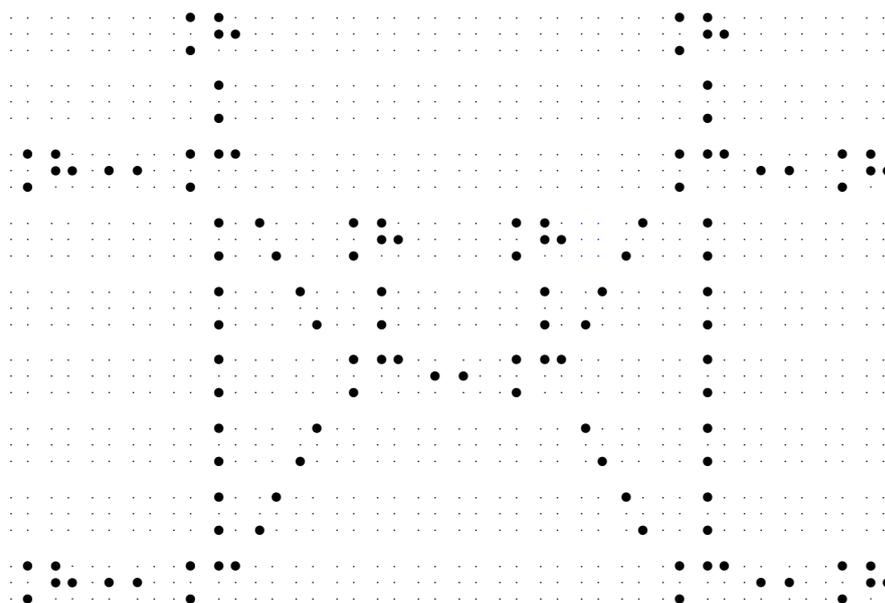
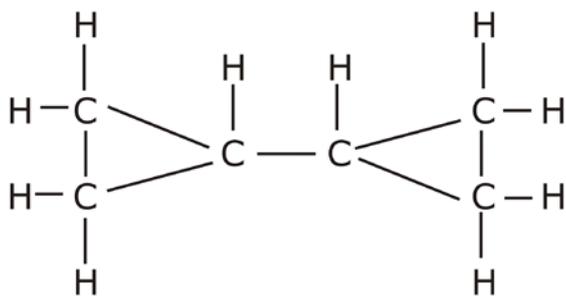
Ejemplo 4.1.A.



La información que aparezca escrita dentro de cada uno de los polígonos se escribirá dentro del mismo. Si por razones de espacio no cupiera, se escribirá a continuación de la figura, utilizando como clave de referencia 1456 seguido de número en posición baja, siendo este el número asignado al polígono según lo establecido en la introducción de este capítulo (v. *Numeración de polígonos*).



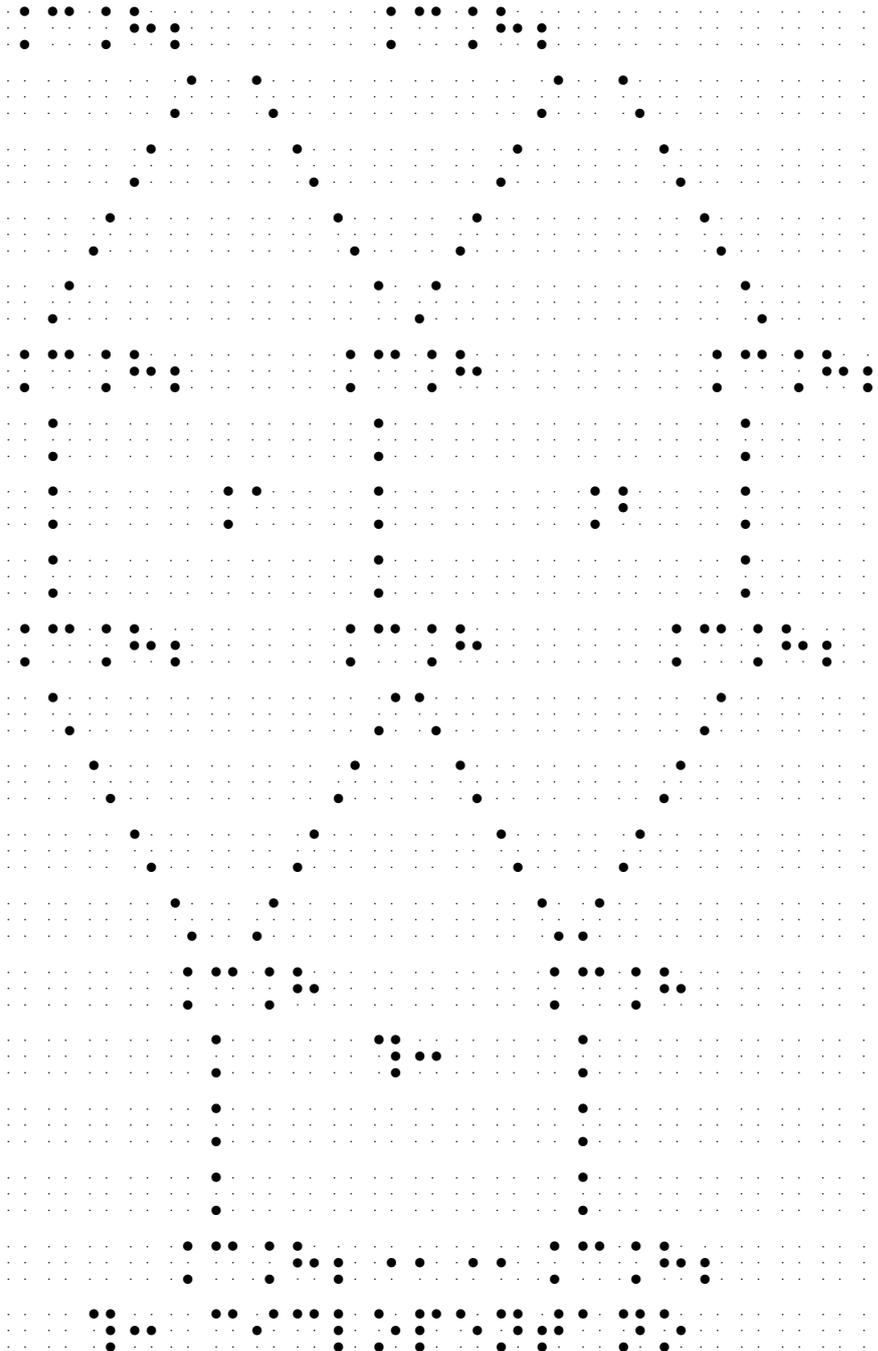
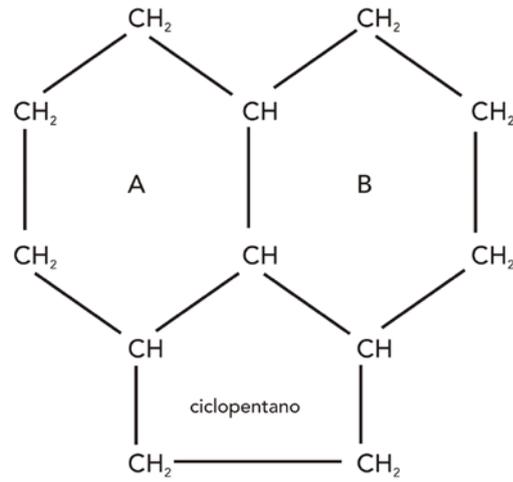
Se puede observar que solo ha sido necesario utilizar dos signos de numeración de la planificación para la transcripción braille: los de los polígonos 1 y 3 (1456 y número en posición baja), necesarios para hacer referencia a la información que aparece dentro del polígono en concreto.

Ejemplo 4.1.B.**4.2. Policíclicas semidesarrolladas**

La representación en braille de estas estructuras puede realizarse de dos formas: bidimensional y linealizada.

Para la **representación bidimensional** se emplearán los mismos signos y se seguirán las mismas normas que en el caso de las desarrolladas cíclicas (apartado 3.1).

Ejemplo 4.2.A.



Para la **representación linealizada** la transcripción se llevará a cabo en dos fases.

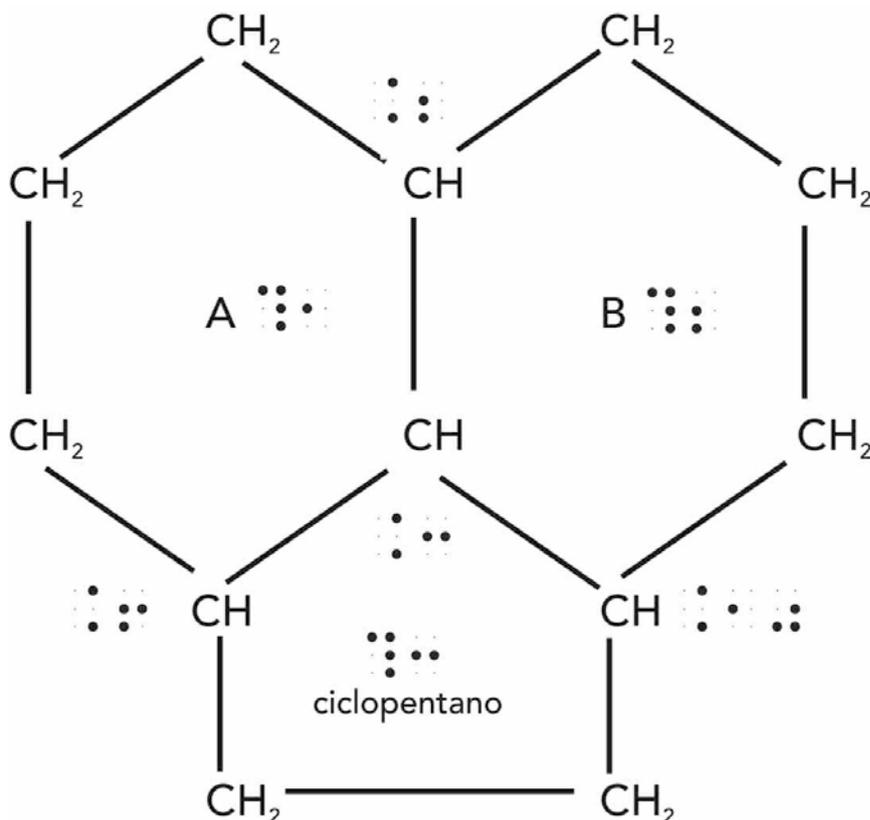
1.ª fase. Esquema de la estructura del policiclo.

A fin de dar una idea general del policiclo, se transcribirán cada uno de los polígonos que lo forman en líneas independientes, indicando:

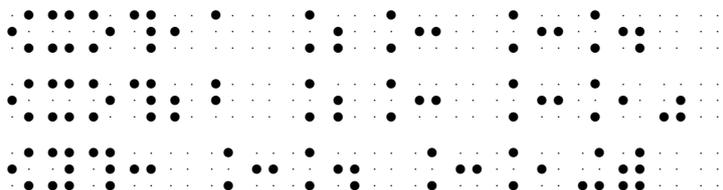
- a) Signo braille del polígono.
- b) Número identificativo del polígono conforme a lo establecido en la introducción de este capítulo, *Numeración de polígonos*. Este número se escribe con el prefijo 1456 seguido del número de orden correspondiente en posición baja.
- c) Información que se encuentra dentro del polígono.
 - c.1) Si esta información ocupa cuatro caracteres o menos, se escribirá a continuación.
 - c.2) Si esta información excede de cuatro caracteres, se escribirá el signo de cierre de corchete, recogiendo dicha información al final de la transcripción completa de la figura. Para esta explicación, se hará referencia a ella con el número de polígono correspondiente.
- d) A continuación, y separada por un espacio en blanco, la relación de vértices compartidos o que enlazan con otros polígonos conforme a las reglas siguientes:
 - Cada vértice se representará con la numeración braille asignada en la introducción de este capítulo, apartado *Numeración de vértices*. Esta numeración se realiza con 46 seguido de número en posición baja.
 - Cuando se trate de un lado común se escribirá el par de vértices que lo determinan, uno a continuación de otro, no pudiendo separarse en caso de cambio de línea.
 - Los números aislados o pares de números irán separados por espacios en blanco.
- e) En el caso de que la descripción supere el número de caracteres de una línea, se continuará su transcripción en la siguiente usando sangría francesa de dos cajetines.

Ejemplo 4.2.B.

En la imagen solo están escritos en braille los números de polígono y vértices que se utilizarán en la descripción.



Idea generalizada

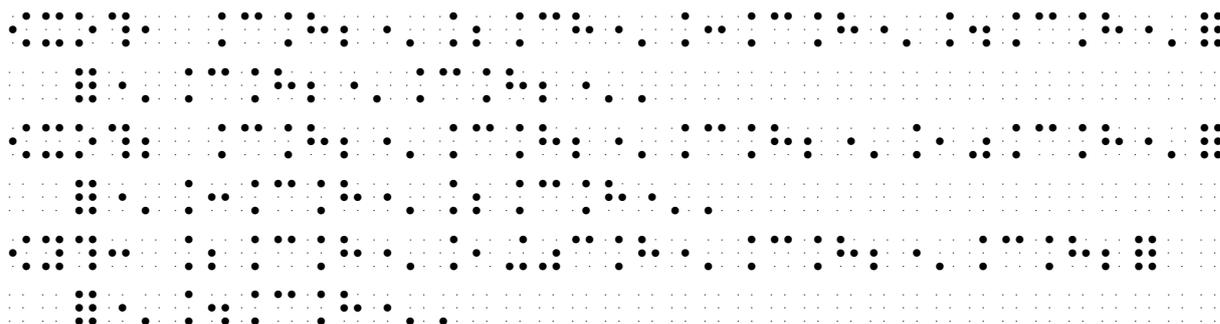


2.^a fase. Detalle individualizado de cada polígono.

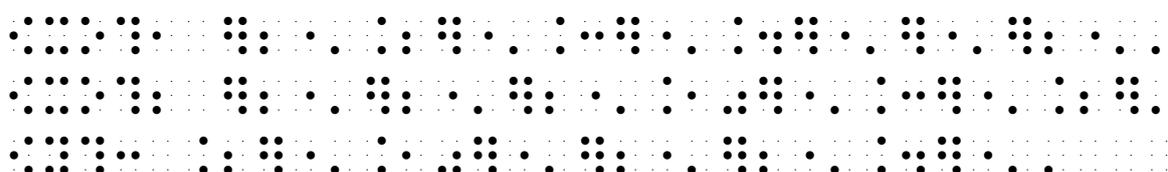
Separado del esquema anterior por una línea en blanco se comienza la descripción completa de cada uno de los ciclos.

- El inicio de la descripción de cada uno de estos elementos se corresponde con los apartados a, b y c del esquema del policiclo.
- Desarrollo lineal del polígono conforme a lo recogido en 3.2.
- En cada vértice compartido se escribirá en primer lugar el número que se le asignó como base para la representación braille.

Acudiremos a la numeración realizada para la planificación de la transcripción braille.



En el detalle individualizado, se podrán utilizar las abreviaturas normalizadas establecidas en el apartado 2 del capítulo 2.

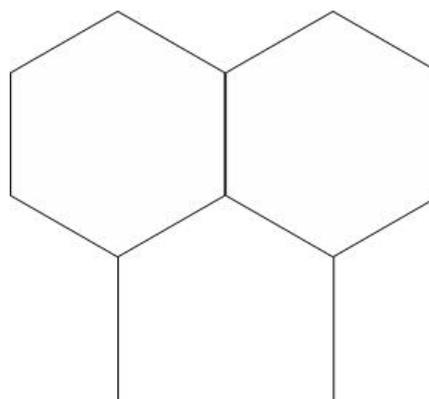
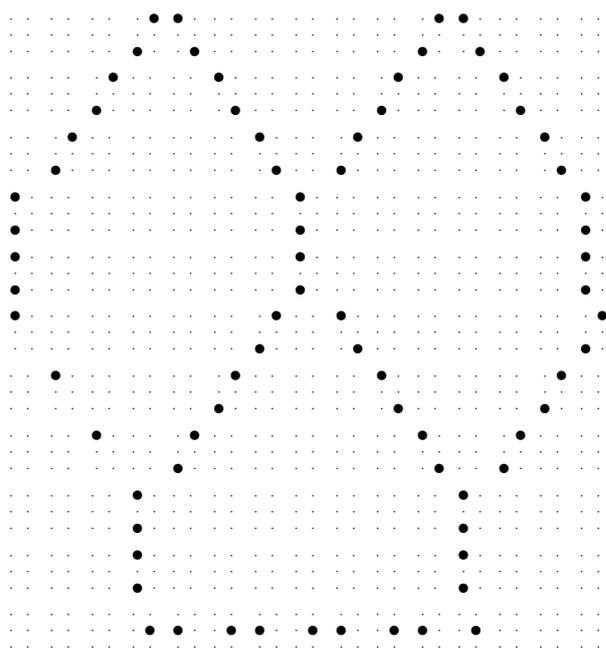


4.3. Policíclicas esquemáticas

La representación en braille de estas estructuras puede realizarse de dos formas: bidimensional y linealizada.

Para la **representación bidimensional** se emplearán los mismos signos y se seguirán las mismas normas que en el caso de las desarrolladas cíclicas (apartado 3.1).

Ejemplo 4.3.A.



Para la representación linealizada la transcripción se llevará a cabo en dos fases.

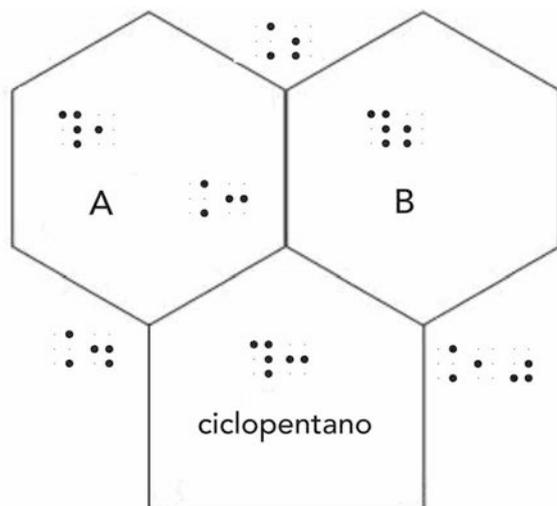
1.ª fase. Esquema de la estructura del políciclo.

A fin de dar una idea general del políciclo, se transcribirá cada uno de los polígonos que lo forman en líneas independientes, indicando:

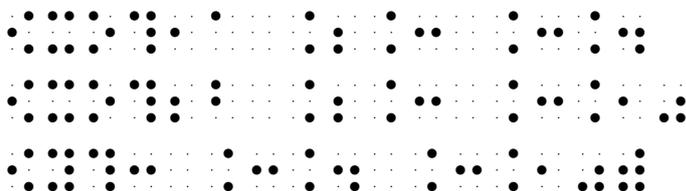
- a) Signo braille del polígono.
- b) Número identificativo del polígono conforme a lo establecido en la introducción de este capítulo, *Numeración de polígonos*. Este número se escribe con el prefijo 1456 seguido del número de orden correspondiente en posición baja.
- c) Información que se encuentra dentro del polígono.
 - c.1) Si está información ocupa cuatro caracteres o menos, se escribirá a continuación.
 - c.2) Si está información excede de cuatro caracteres, se escribirá el signo de cierre de corchete, recogiendo dicha información al final de la transcripción completa de la figura. Para esta explicación, se hará referencia a ella con el número de polígono correspondiente.
- d) A continuación, y separada por un espacio en blanco, la relación de vértices compartidos o que enlazan con otros polígonos conforme a las reglas siguientes:
 - Cada vértice se representará con la numeración braille asignada en la introducción de este capítulo, apartado *Numeración de vértices*. Esta numeración se realiza con 46 seguido de número en posición baja.
 - Cuando se trate de un lado común se escribirá el par de vértices que lo determinan, uno a continuación de otro, no pudiendo separarse en caso de cambio de línea.
 - Los números aislados o pares de números irán separados por espacios en blanco.
- e) En el caso de que la descripción supere el número de caracteres de una línea, se continuará su transcripción en la siguiente usando sangría francesa de dos cajetines.

Ejemplo 4.3.B.

En la imagen solo están escritos en braille los números de polígono y vértices que se utilizarán en la descripción.



Idea generalizada

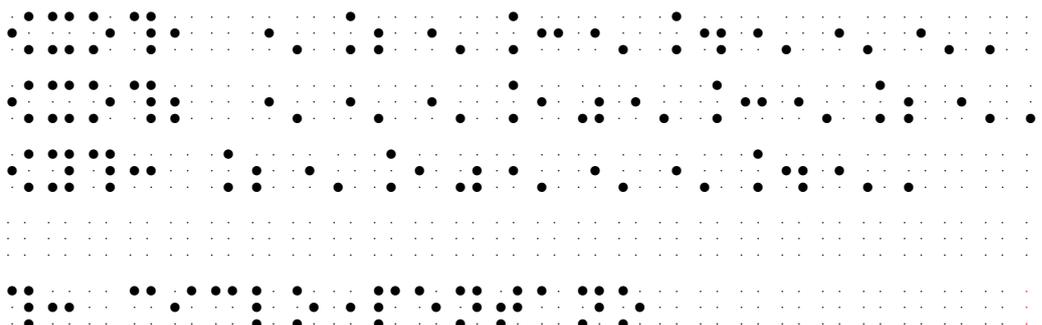


2.ª fase. Detalle individualizado de cada polígono.

Separado del esquema anterior por una línea en blanco, se comienza la descripción completa de cada uno de los ciclos.

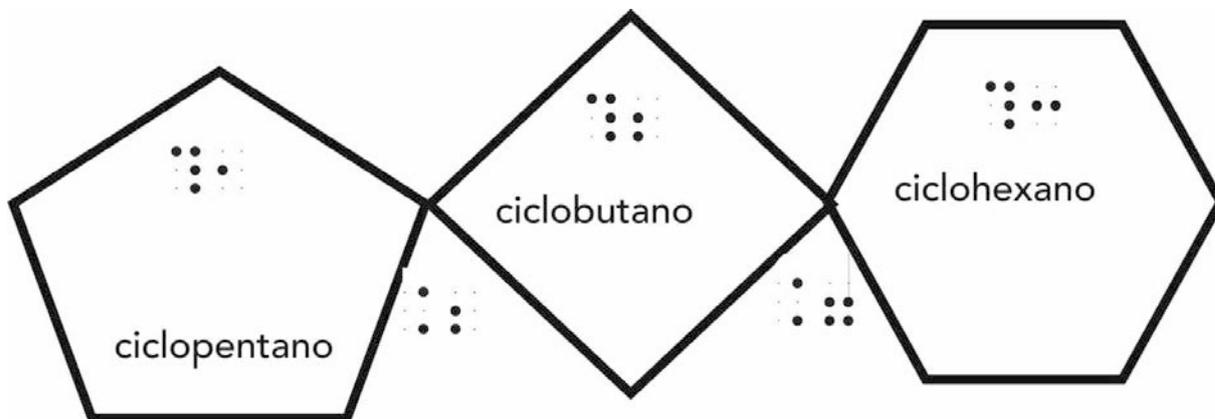
- El inicio de la descripción de cada uno de estos elementos se corresponde con los apartados a, b y c del esquema del policiclo.
- Desarrollo lineal del polígono conforme a lo recogido en 3.2.
- En cada vértice compartido se escribirá, en primer lugar, el número que se le asignó como base para la representación braille.

Acudiremos a la numeración realizada para la planificación de la transcripción braille.



Ejemplo 4.3.C.

Solo se incluyen en braille los números de polígono y de vértice determinados por la preparación para la transcripción.



esquema general

Polígono 1

Polígono 2

Polígono 3

Renglón en blanco

Texto en polígono 1

Texto en polígono 2

Texto en polígono 3

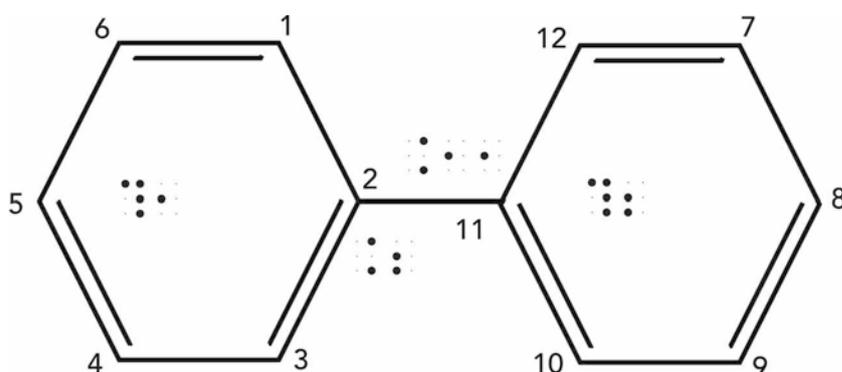
Casos especiales

1.º) Ciclos unidos por enlaces.

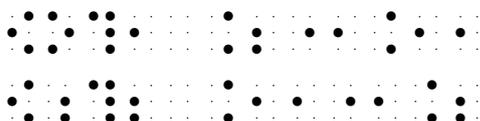
En este caso, en el esquema de la estructura del policiclo, además de seguir las reglas descritas anteriormente, se escribirá el signo de enlace correspondiente entre los vértices de cada polígono que están unidos por el enlace.

Ejemplo 4.3.D.

Solo aparecen en braille los números de polígonos y de vértices comunes.



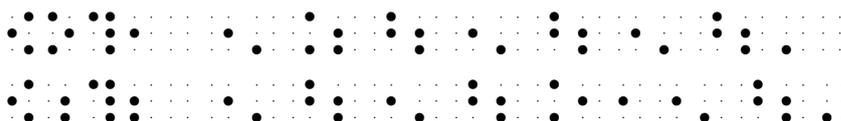
Esquema general



Como se puede observar, el primer vértice que se escribe en cada polígono es el que pertenece al polígono (en el primer polígono el vértice 2 y en el segundo el vértice 11).

También se puede observar que se utiliza el signo de polígono específico del benceno (246-135) en vez del genérico de hexágono.

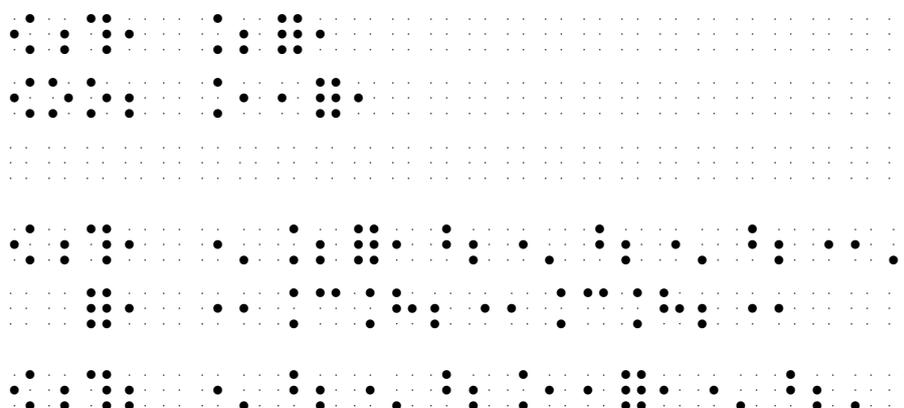
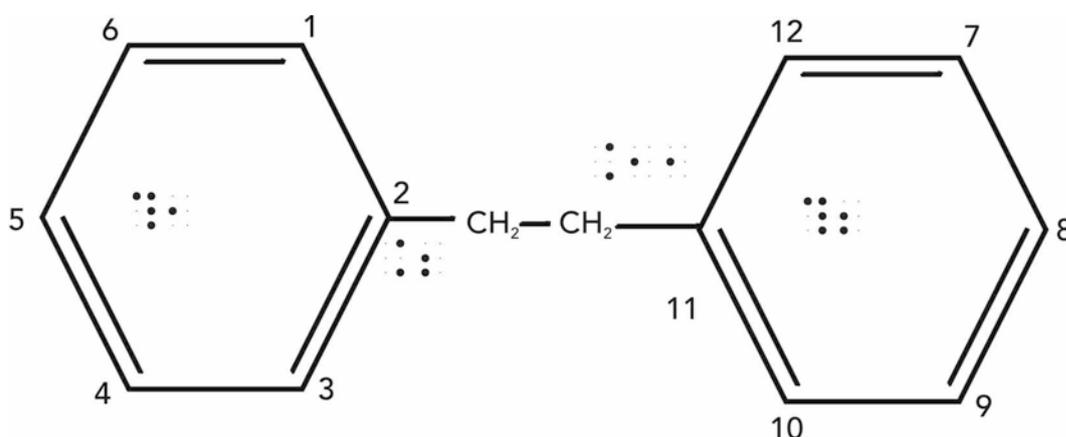
Detalle individualizado



2.º) Ciclos unidos por una cadena lineal.

Se utilizará el signo de anclaje (123456 y número en posición baja). El anclaje se desarrolla después del detalle individualizado del primer polígono con el que se une la cadena lineal.

Ejemplo 4.3.E.



Esquema general

Renglón en blanco

Polígono 1

Explicación del anclaje

Polígono 2

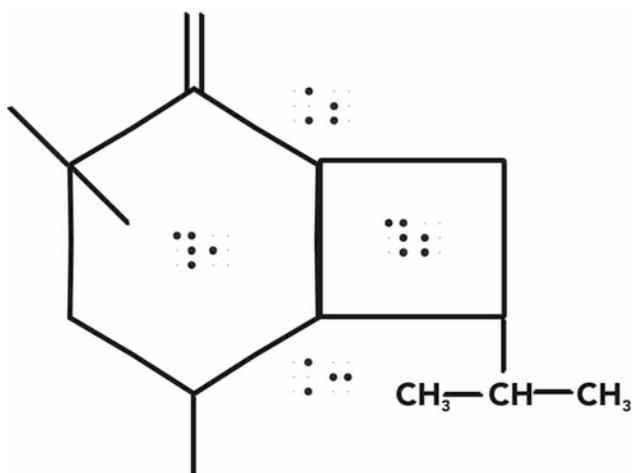
3.º) Cuando de los vértices de alguno de los polígonos salen enlaces que se unen con una molécula o cadena lineal que no se une con otro polígono.

En estos casos, en el detalle individualizado de cada polígono se escribe el signo de dirección de anclaje que corresponda a continuación del vértice afectado.

Tabla de signos de dirección de anclaje

Signo braille	Puntos braille	Definición
⠠	45	Sencillo hacia el exterior
⠡	56	Sencillo hacia el interior
⠢	45-2	Doble hacia el exterior
⠣	56-2	Doble hacia el interior

Ejemplo 4.3.F.



Esquema general



Renglón en blanco



Polígono 1



Polígono 2

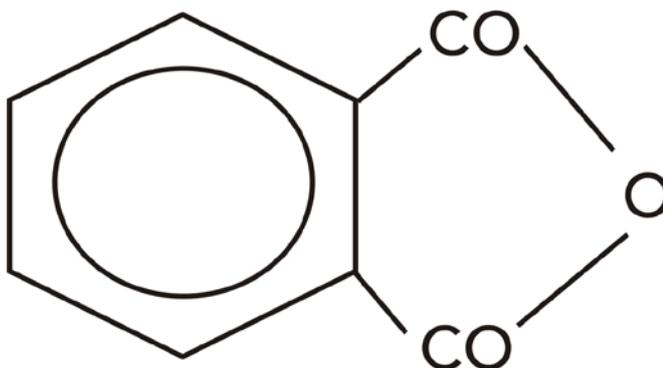


Ramificación polígono 2

Como se puede observar, los signos de anclaje solo se incluyen en la descripción individualizada de cada polígono y no en el esquema general.

Ejemplo 4.3.G.

En él aparece un benceno unido a un polígono con algunos vértices semidesarrollados y otros esquematizados.





Esquema general



Renglón en blanco



Polígono 1



Polígono 2

5. Estructura de Lewis

Las estructuras de Lewis, al representar los diferentes átomos de una determinada molécula, muestran los electrones de la capa más externa de los átomos usando su símbolo químico y una serie de marcas tipográficas —tales como puntos, aspás, líneas, etc.— que se sitúan alrededor y entre los átomos que se unen entre sí. Los electrones que no participan en los enlaces se representan también en torno al símbolo del átomo al que pertenecen.

En ocasiones, es necesario distinguir a qué átomo pertenecen determinados electrones, para lo cual se utilizan cambios de colores en la misma marca (por ejemplo, puntos rojos y puntos azules) o distintas marcas (por ejemplo, puntos y aspás).

También, en ocasiones, se utilizan trazos continuos o rayas alrededor del átomo para representar aquellos pares de electrones que no se enlazan con otros átomos.

En este capítulo se recogen los recursos para la escritura de estas estructuras de forma bidimensional y linealizada.

En los ejemplos se ha utilizado un punto rojo como marca preferente y un aspá azul como segunda marca.

5.1. Representación bidimensional

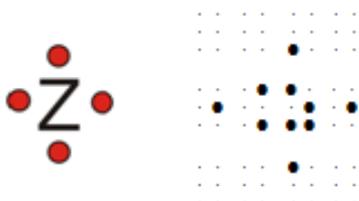
Para la representación bidimensional de varias estructuras de Lewis que en el original aparecen en líneas distintas, estas deberán separarse en braille por una línea en blanco.

5.1.1. Un solo elemento

Un electrón por posición

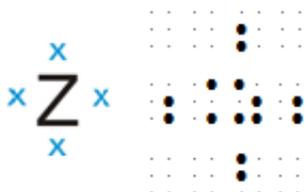
a) Con marca preferente:

- A la derecha o a la izquierda del símbolo atómico: 5.
- Sobre el símbolo atómico: 3 (encima de la primera letra del símbolo).
- Bajo el símbolo atómico: 1 (debajo de la primera letra del símbolo).

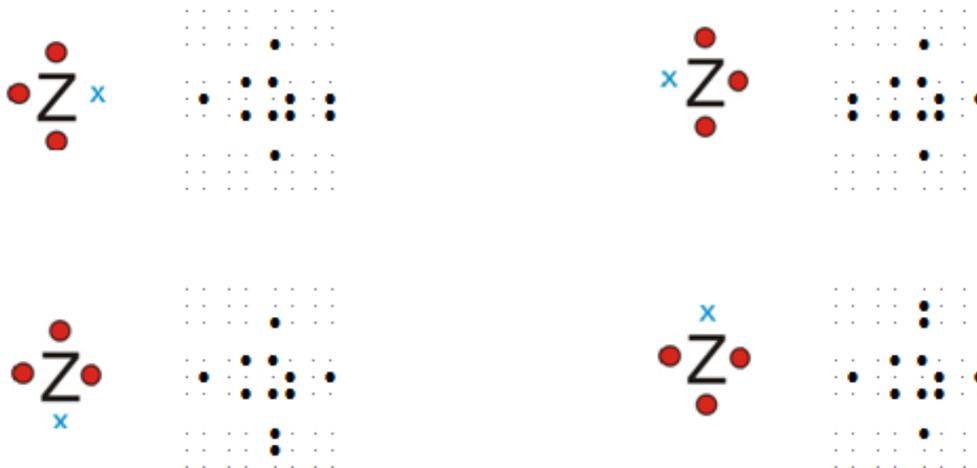


b) Con marca secundaria:

- A la derecha o a la izquierda del símbolo atómico: 56.
- Sobre el símbolo atómico: 23 (encima de la primera letra del símbolo).
- Bajo el símbolo atómico: 12 (debajo de la primera letra del símbolo).



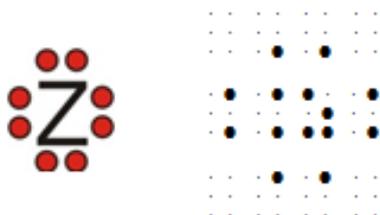
Combinaciones de ambas marcas:



Dos electrones por posición

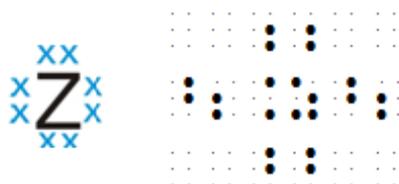
a) Posiciones de dos electrones con marca preferente:

- A la derecha o a la izquierda del símbolo atómico: 46.
- Sobre el símbolo atómico: 6-6 (empezando en el primer carácter braille).
- Bajo el símbolo atómico: 4-4 (empezando en el primer carácter braille).



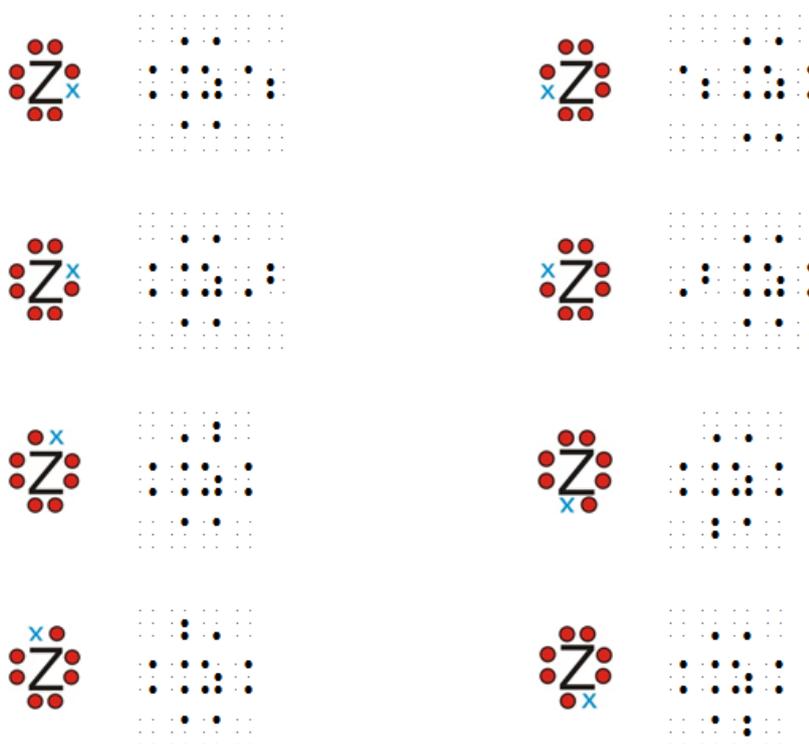
b) Posiciones de dos electrones con marca secundaria:

- A la derecha o a la izquierda del símbolo atómico: 45-23.
- Sobre el símbolo atómico: 56-56 (empezando en el primer carácter braille).
- Bajo el símbolo atómico: 45-45 (empezando en el primer carácter braille).



c) Cuando en un mismo átomo sea necesario distinguir marca preferente y marca secundaria:

- A la izquierda o a la derecha del símbolo atómico:
 - 4-23, si la marca preferente está arriba;
 - 6-12, si la marca preferente está abajo.
- Sobre el símbolo atómico:
 - 6-56, si la marca preferente está a la izquierda;
 - 56-6, si la marca preferente está a la derecha.
- Bajo el símbolo atómico:
 - 4-45, si la marca preferente está a la izquierda;
 - 45-4, si la marca preferente está a la derecha.



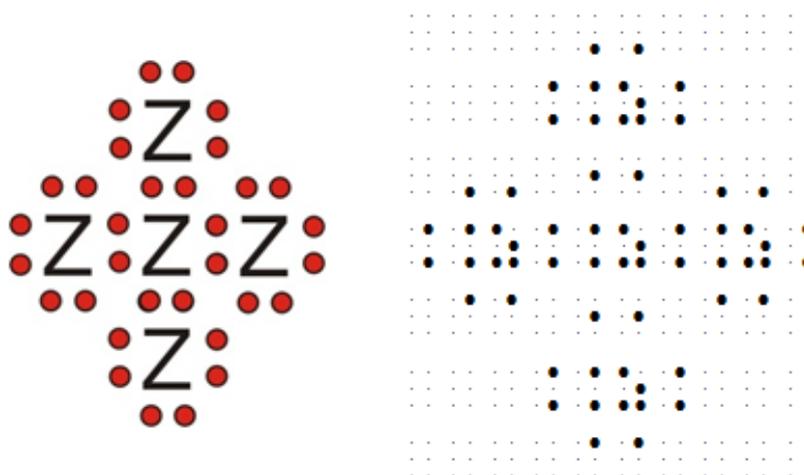
5.1.2. Moléculas

Dos electrones entre átomos

a) Dos electrones con marca preferente:

- A la izquierda o a la derecha: 46.
- Encima y bajo el símbolo atómico: 5-5.

Para la representación de electrones sin átomos a los lados se recurrirá a lo ya dicho en los dos apartados anteriores.



b) Dos electrones con marca secundaria:

- A la izquierda o a la derecha: 45-23.
- Encima y bajo el símbolo atómico: 56-45.

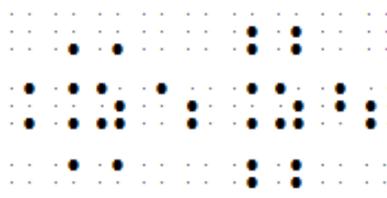
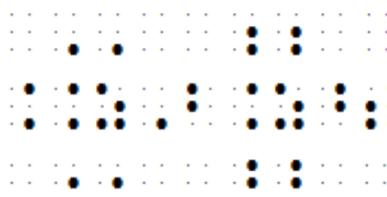
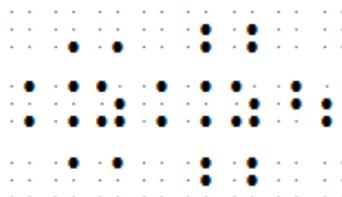
Para la representación de electrones sin átomos a los lados se recurrirá a lo ya dicho en los dos apartados anteriores.

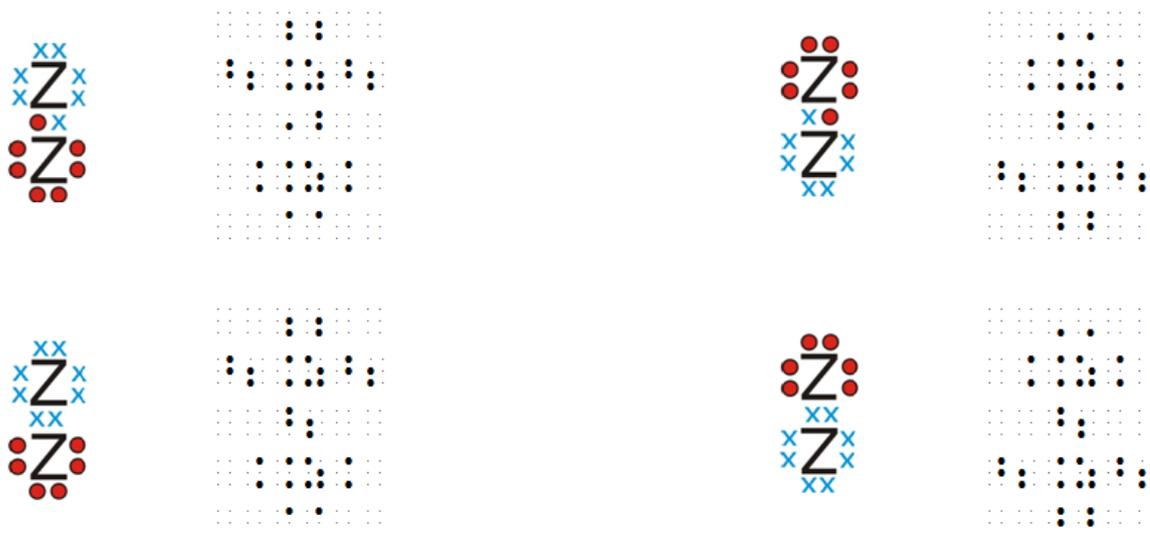


c) Dos electrones con marcas de distinto tipo.

- En horizontal (izquierda-derecha):
 Marca preferente arriba y secundaria abajo: 4-23.
 Marca secundaria arriba y preferente abajo: 6-12.
- En vertical (arriba y abajo):
 Marca preferente a la izquierda y secundaria a la derecha: 5-45.
 Marca secundaria a la derecha y preferente a la izquierda: 56-5.

Observación: Puede ocurrir que no se corresponda la contigüidad de los signos braille que diferencian color o marca con el átomo al que corresponde el electrón. Se ha sacrificado esta correspondencia espacial por una mayor sencillez en la representación —tanto en la variedad de símbolos como en la interpretación de las fórmulas— para evitar posibles confusiones.

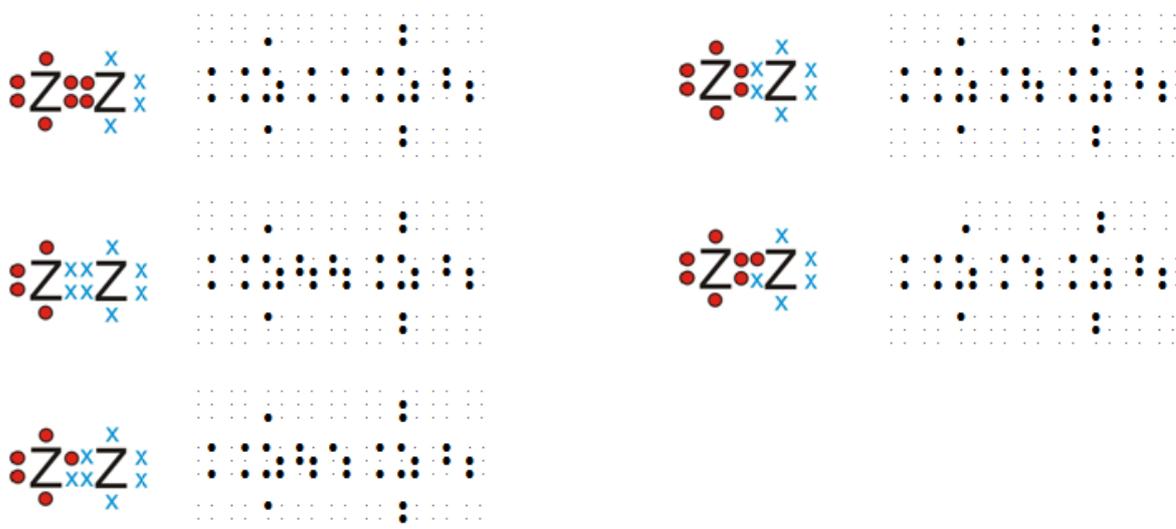


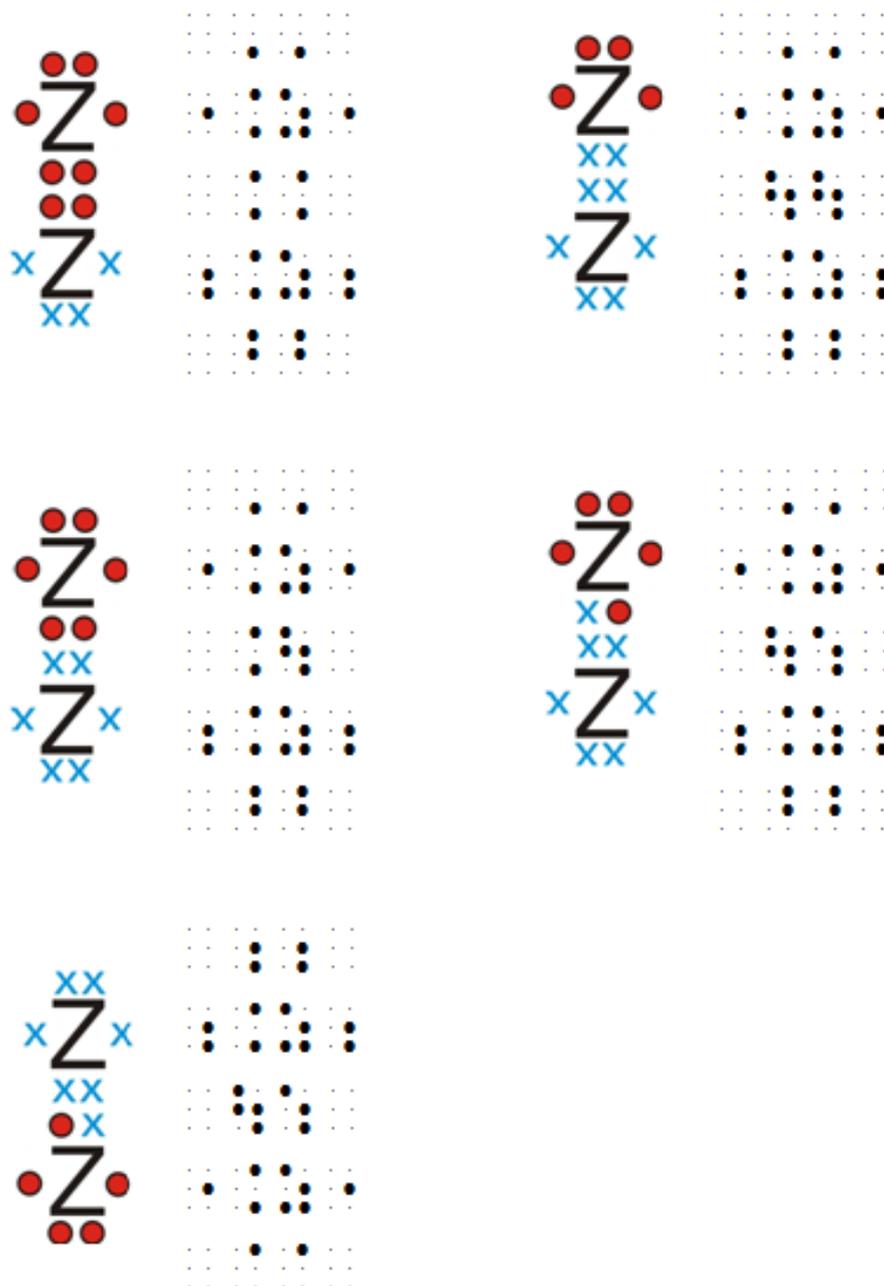


Cuatro electrones entre átomos

Tanto en horizontal como en vertical:

- Cuatro con marca preferente: 46-46.
- Cuatro con marca secundaria: 1256-1256.
- Dos electrones con marca preferente y dos con marca secundaria: 46-1256.
- Tres electrones con una marca y un electrón con otra:
 - si hay tres con marca preferente y uno con marca secundaria: 46-156.
 - si hay tres con marca secundaria y uno con marca preferente: 1256-156.



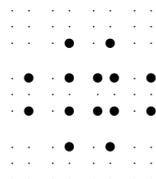


Representación de pares de electrones mediante segmentos

En ocasiones, para representar los pares de electrones de un elemento químico en alguna de las posiciones se utiliza como marca un segmento.

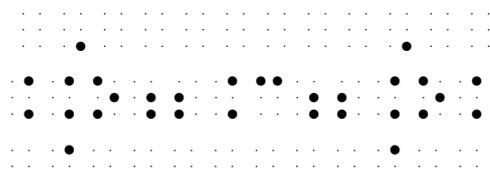
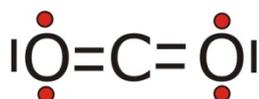
La representación braille será la misma que para marcar un par de electrones en posición preferente, que, como se ha dicho antes, son:

- A la derecha o a la izquierda del símbolo atómico: 46.
Sobre el símbolo atómico: 6-6.
Bajo el símbolo atómico: 4-4.



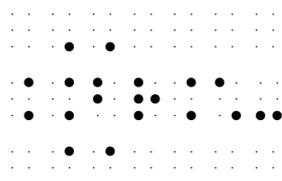
Se ha de tener en cuenta que en la estructura de Lewis la marca de trazo se emplea para representar dos electrones que no se unen a otro átomo. Si apareciera un segmento o trazo entre dos elementos, se utilizarán los signos de enlace horizontal, vertical u oblicuo recogidos en el capítulo 1.

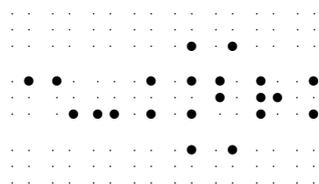
No confundir esta representación con la representación de enlaces entre elementos.



Representación de iones

Se escribirá, en el lugar que corresponda, el signo relativo a la carga (negativa o positiva) precedido del signo de superíndice correspondiente.





5.2. Representación linealizada

El orden de transcripción de un átomo será el siguiente:

- 1.º) electrones situados a la izquierda del símbolo atómico;
- 2.º) electrones situados sobre el símbolo atómico;
- 3.º) símbolo atómico;
- 4.º) electrones situados debajo del símbolo atómico;
- 5.º) electrones situados a la derecha del símbolo atómico.

Un electrón por posición

a) Con marca preferente:

- A la izquierda o a la derecha del símbolo atómico: 5.
- Sobre el símbolo atómico: 4.
- Bajo el símbolo atómico: 6.

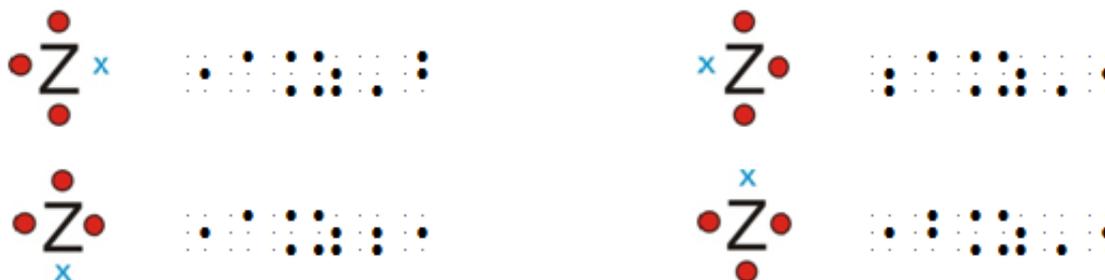


b) Con marca secundaria:

- A la izquierda o bajo el símbolo atómico: 56.
- A la derecha o sobre el símbolo atómico: 45.



Combinaciones de ambas marcas:



Dos electrones por posición

a) Con marca preferente:

- A la izquierda o a la derecha del símbolo atómico: 46.
- Sobre el símbolo atómico: 4-4.
- Bajo el símbolo atómico: 6-6.



b) Con marca secundaria:

- A la izquierda y a la derecha del símbolo atómico: 45-23.
- Sobre el símbolo atómico: 45-45.
- Bajo el símbolo atómico: 56-56.

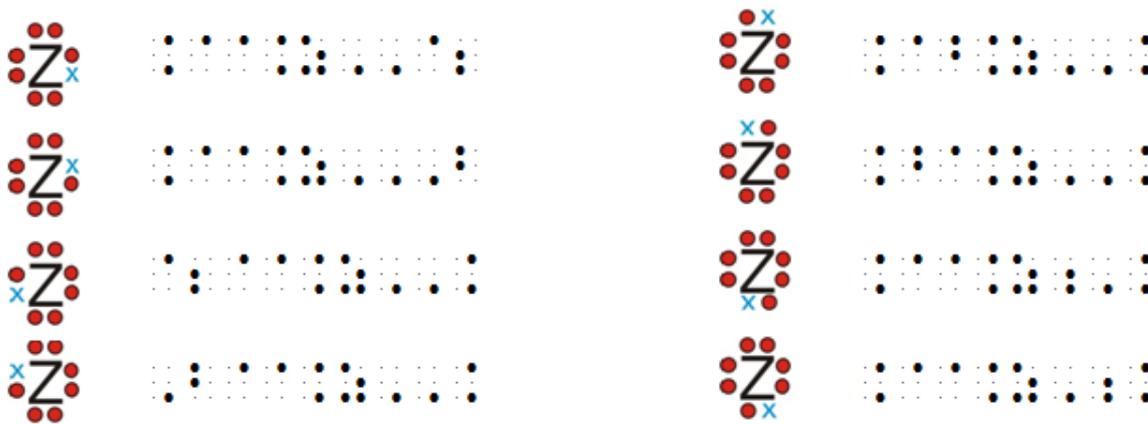


Dos electrones con marcas de distinto tipo

Cuando en un mismo átomo sea necesario distinguir marca preferente y marca secundaria.

- A la derecha del símbolo atómico:
 - 4-23 si la marca preferente está arriba;
 - 6-12 si la marca preferente está abajo.

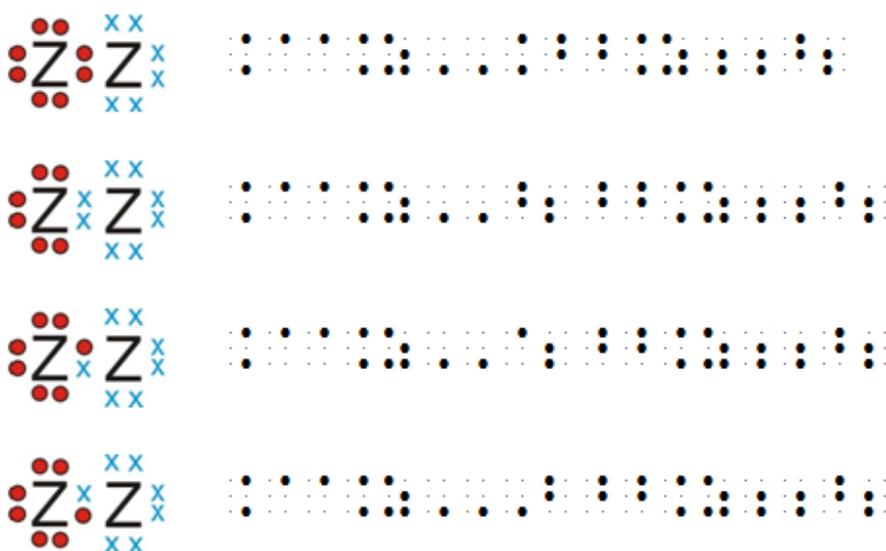
- A la izquierda del símbolo atómico:
4-23 si la marca preferente está arriba;
6-12 si la marca preferente está abajo.
- Sobre el símbolo atómico:
4-45 si la marca preferente está a la izquierda;
45-4 si la marca preferente está a la derecha.
- Bajo el símbolo atómico:
6-56 si la marca preferente está a la izquierda;
56-6 si la marca preferente está a la derecha.



5.2.1. Moléculas

Dos electrones entre átomos

Se sigue la misma secuencia de representación que en el caso de los átomos aislados y se utilizan los mismos signos.



Cuatro electrones entre átomos

Se sigue la misma secuencia de representación que en el caso de los átomos aislados y se utilizan los siguientes signos (que son iguales a los utilizados en la representación bidimensional de cuatro electrones compartidos):

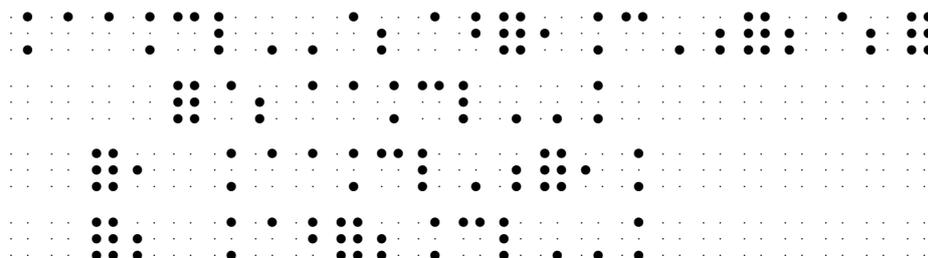
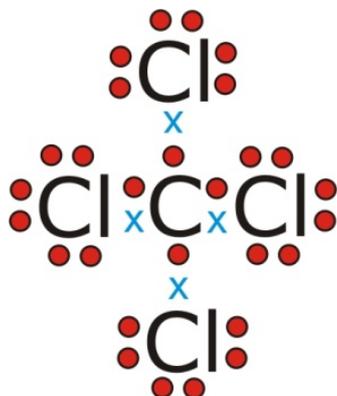
- Tanto en horizontal como en vertical:
 - Cuatro con marca preferente: 46-46.
 - Cuatro con marca secundaria: 1256-1256.
 - Dos electrones con marca preferente y dos con marca secundaria: 46-1256.
 - Tres electrones con una marca y un electrón con otra:
 - si hay tres con marca preferente y uno con marca secundaria: 46-156.
 - si hay tres con marca secundaria y uno con marca preferente: 1256-156.



5.2.2. Linealización de cadenas no lineales

Se utiliza una cadena de representación braille que será la horizontal más larga. En ella se incluirán los signos de anclaje para su posterior desarrollo.

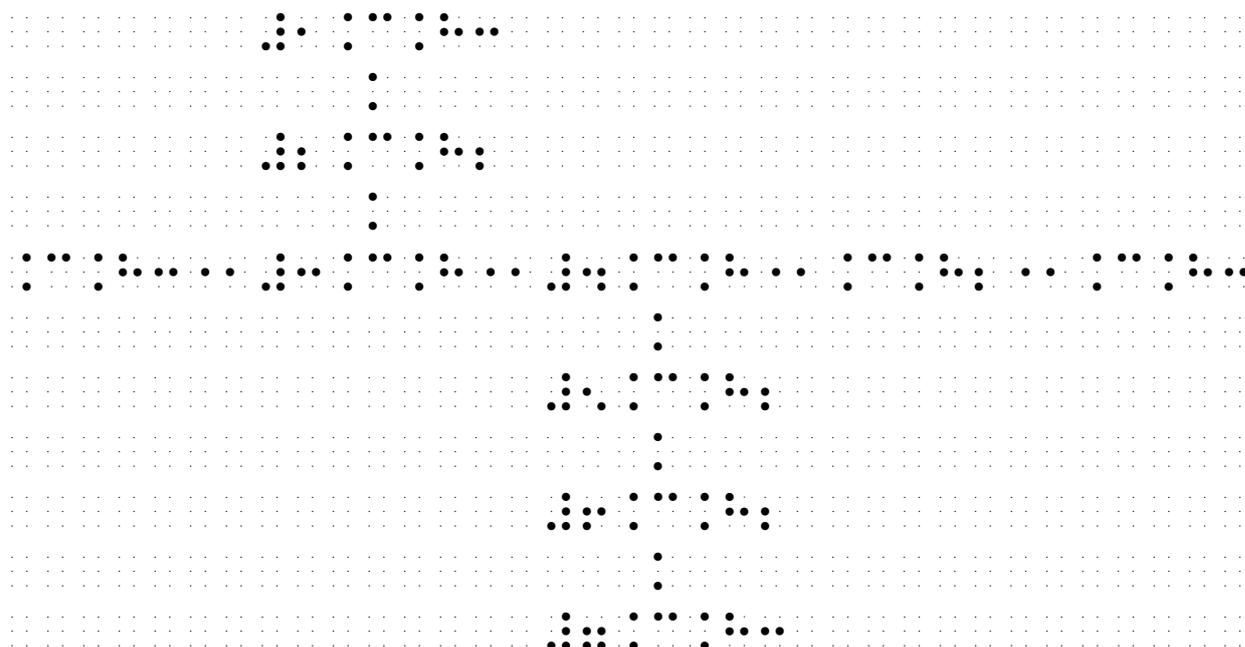
Al igual que en la linealización de cadenas ramificadas (capítulo 2) el signo de anclaje se escribirá con el signo generador seguido de número en posición baja. Se escribirá a continuación de los electrones que enlazan hacia arriba o hacia abajo.



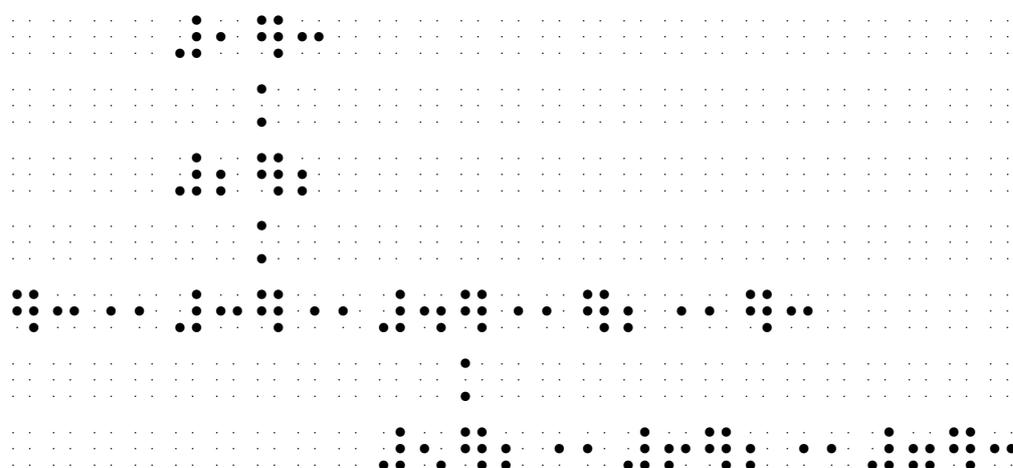
Norma 13 QB.

Para dividir una expresión linealizada se utilizará el guión químico entre átomos, sin separar los electrones del símbolo atómico. En la línea siguiente se repetirán el guión químico y los electrones entre átomos.

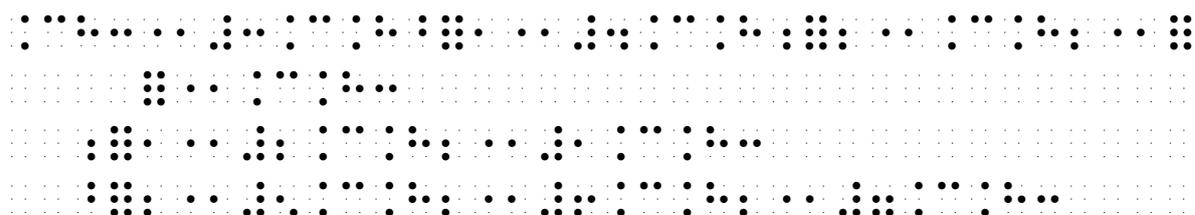
Representación bidimensional en braille:



Representación bidimensional utilizando abreviaturas normalizadas (v. capítulo 1, sección 1.2):



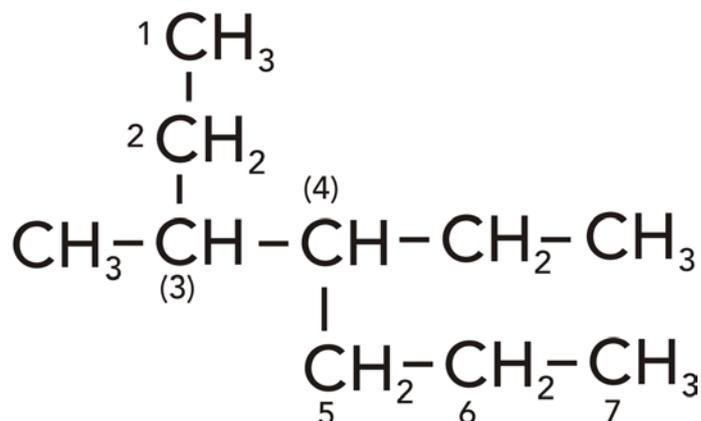
Representación linealizada:



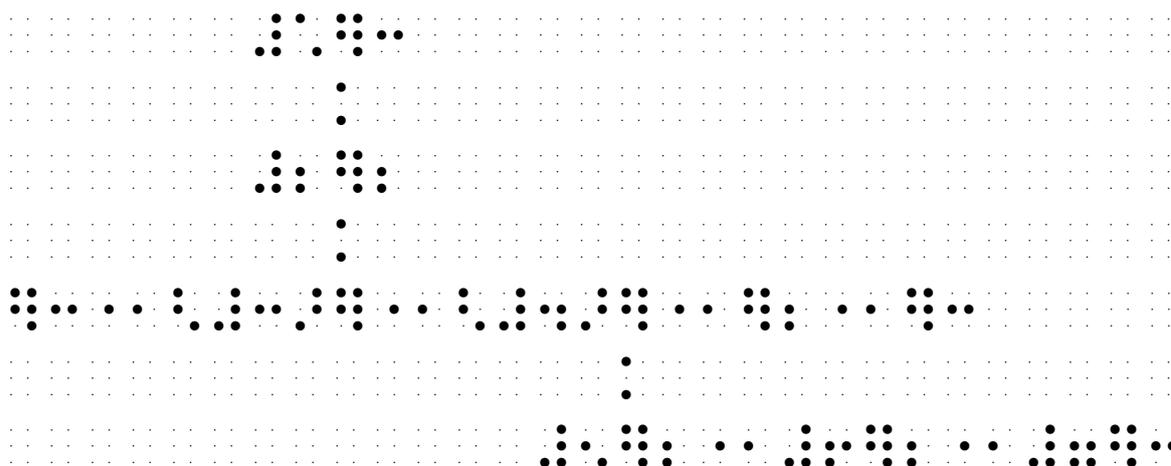
Como se puede ver, en la transcripción braille se ha horizontalizado la totalidad de la primera ramificación de la cadena principal para evitar

tener que realizar una subramificación que haría más complicada la lectura de la estructura química y que ocuparía un renglón más.

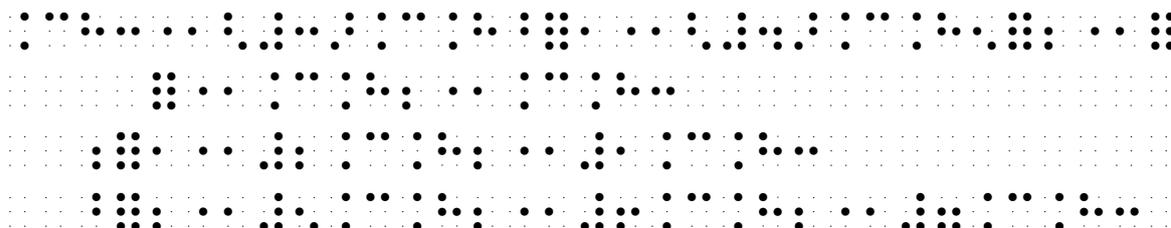
Ejemplo 6.1.B. *4-etil-3-metilheptano* con algunos números entre paréntesis que afectan a átomos:



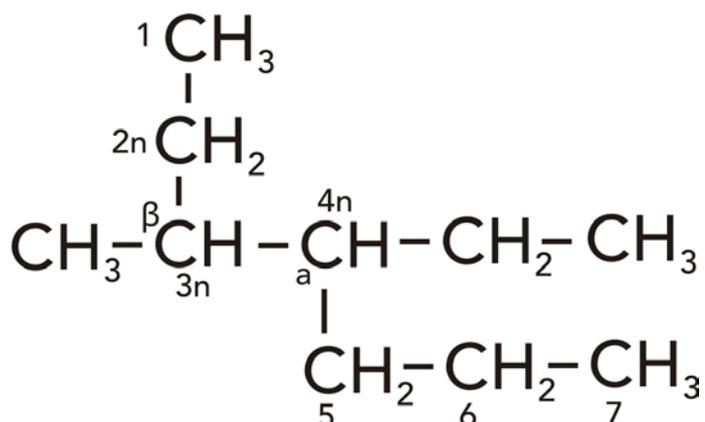
Representación bidimensional con abreviaturas normalizadas:



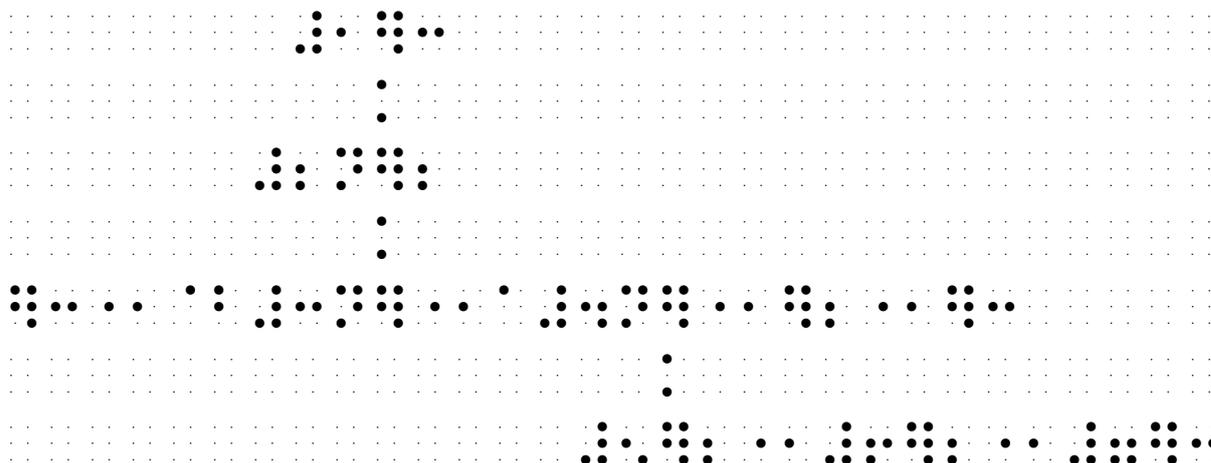
Representación linealizada:



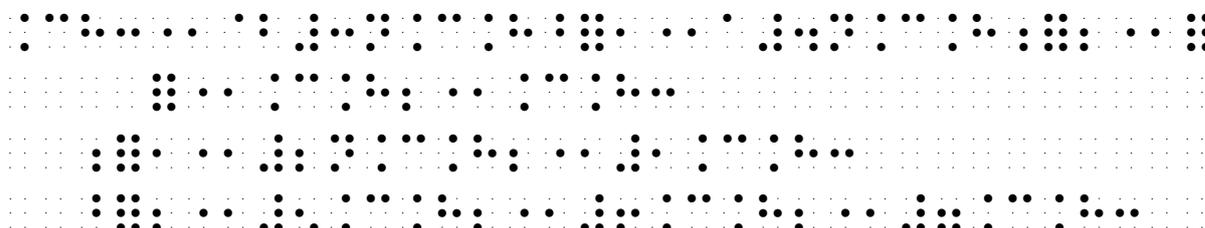
Ejemplo 6.1.D. 4-etil-3-metilheptano con números y letras asociadas y no asociadas que afectan a algunos átomos:

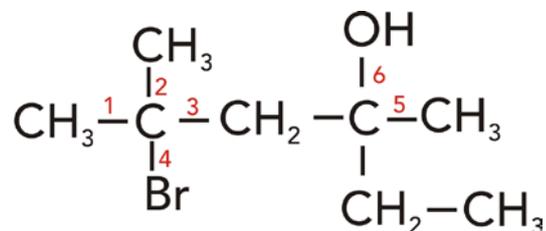


Bidimensional con abreviaturas normalizadas:

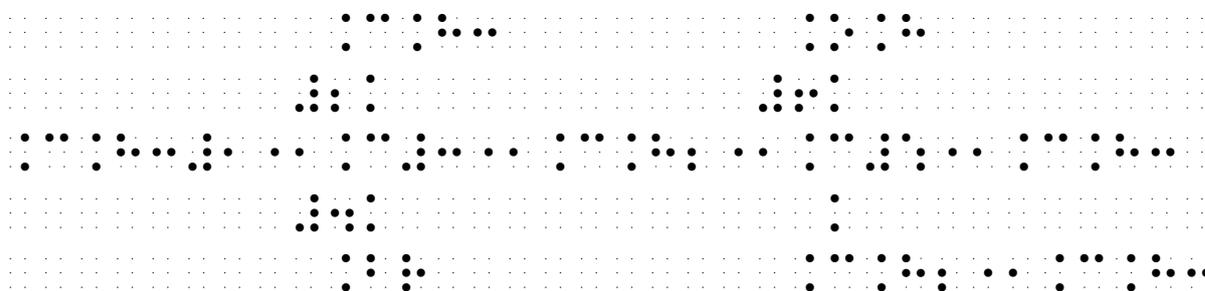


Linealizada:

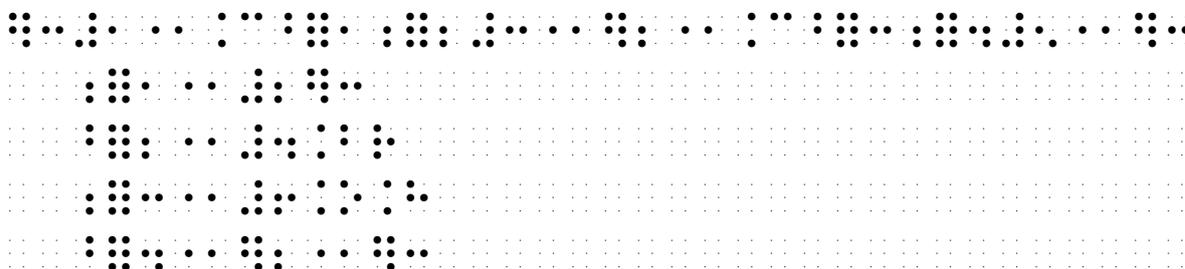
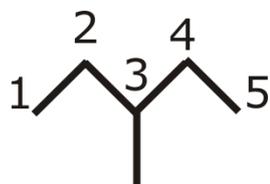


Ejemplo 6.1.E.**Números que afectan a enlaces.***2,4 metil-2bromil-4-hidroxihexano*

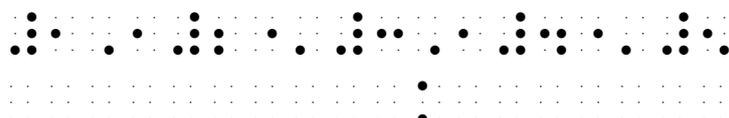
Representación bidimensional:



Linealizada con abreviaturas:

**Ejemplo 6.1.F.** Fórmula esquemática con numeración en diversos vértices:

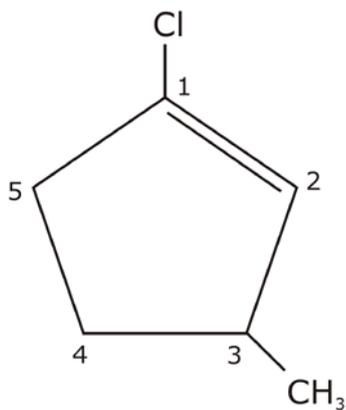
Bidimensional:



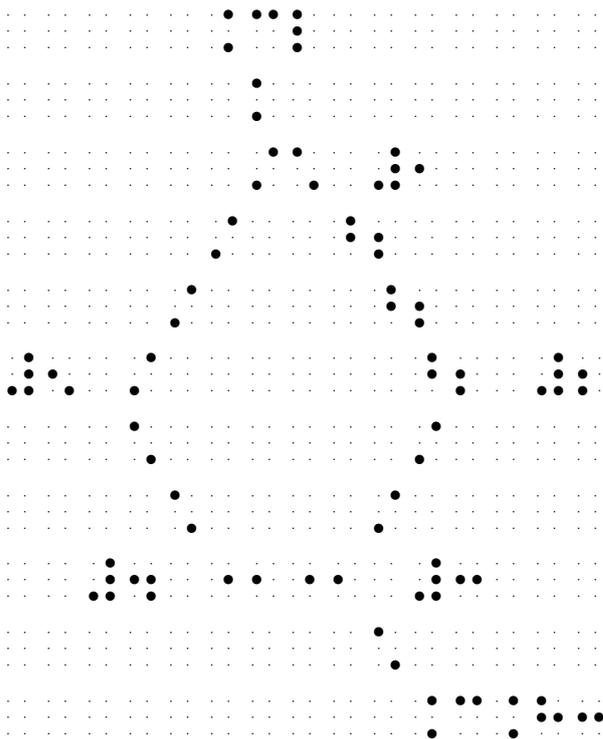
Linealizada:



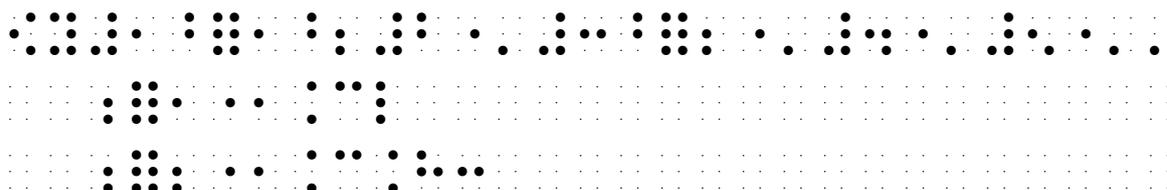
Ejemplo 6.1.G. Polígono con los vértices numerados:



Bidimensional:



Linealizada:



Más de una numeración o serie alfanumérica en la cadena

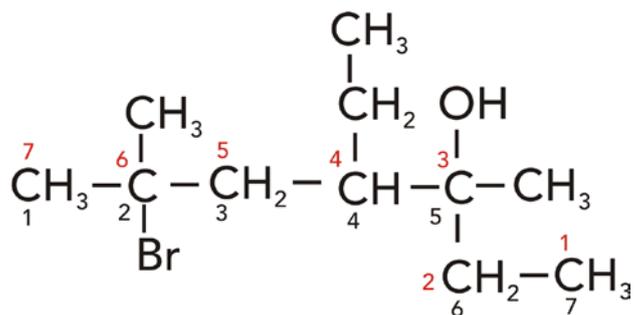
Norma 15 QB.

Si hay más de una numeración, se actuará de la siguiente manera:

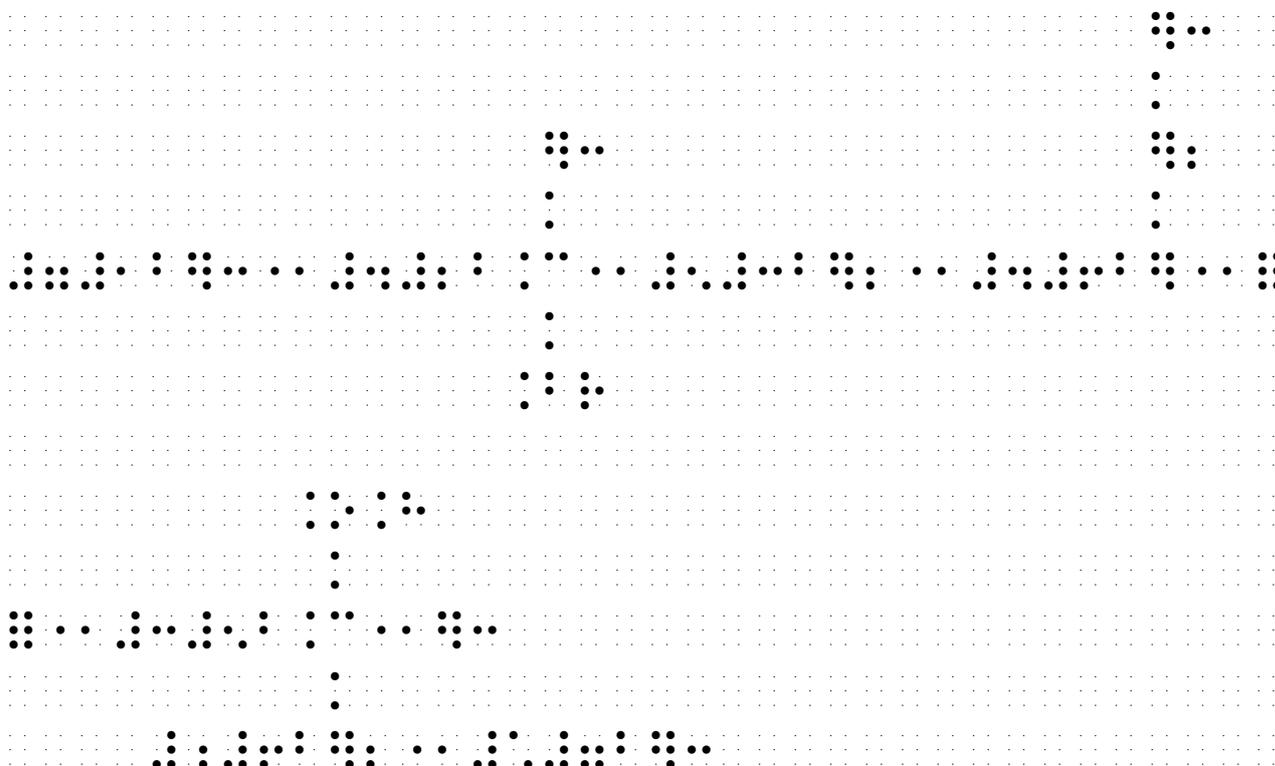
1. *Se elegirá una numeración principal que se escribirá como cuando es única. Se recomienda que sea la más abundante.*
2. *El resto de numeraciones se transcribirán de la misma manera pero añadiendo en posición alta el número de orden que se le haya asignado, de forma que, por ejemplo, el número 1 de la segunda numeración se escribiría con un 1 en posición baja seguido de un 2 en posición alta; el número 1 de la tercera numeración sería un 1 en posición baja seguido de un 3 en posición alta, etc.*
3. *Cuando un elemento esté afectado por dos o más numeraciones distintas se escribirán en el orden que se les haya asignado. Si ambas numeraciones, o una de ellas, estuvieran afectadas por una letra, se deberá usar el punto 5 para separar el número de la letra cuando esta pertenezca a la primera serie.*
4. *La representación braille de la fórmula se iniciará siempre con una nota de transcripción, describiendo la diferencia tipográfica, de posición, color o marca que presentan las numeraciones en el original.*

	1.^a numeración	2.^a numeración	3.^a numeración	...
1	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	...
2	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	...
3	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	⠠⠠⠠	...
...

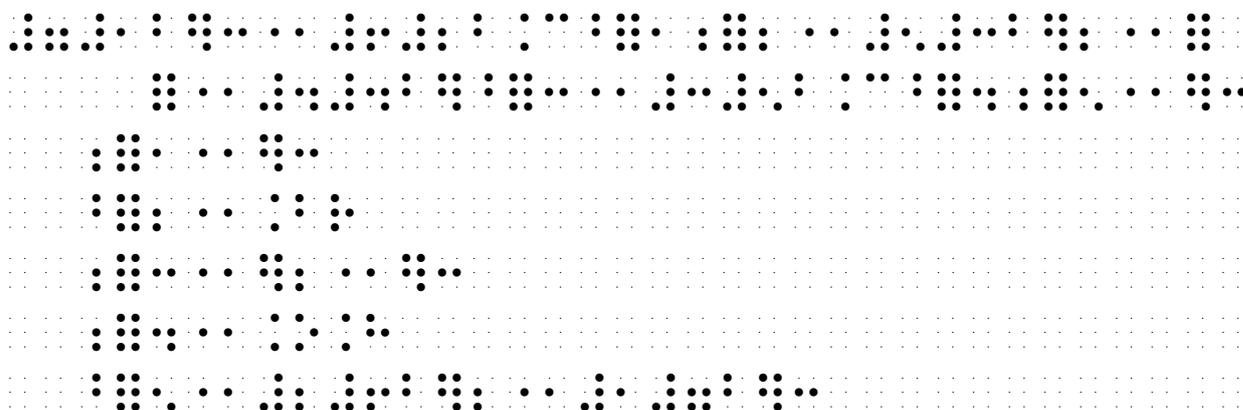
Ejemplo 6.1.H.

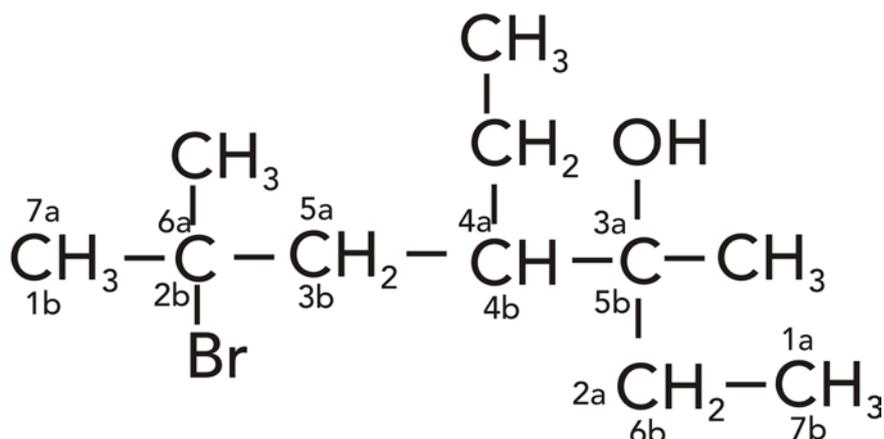


Con escritura bidimensional y abreviaturas normalizadas:

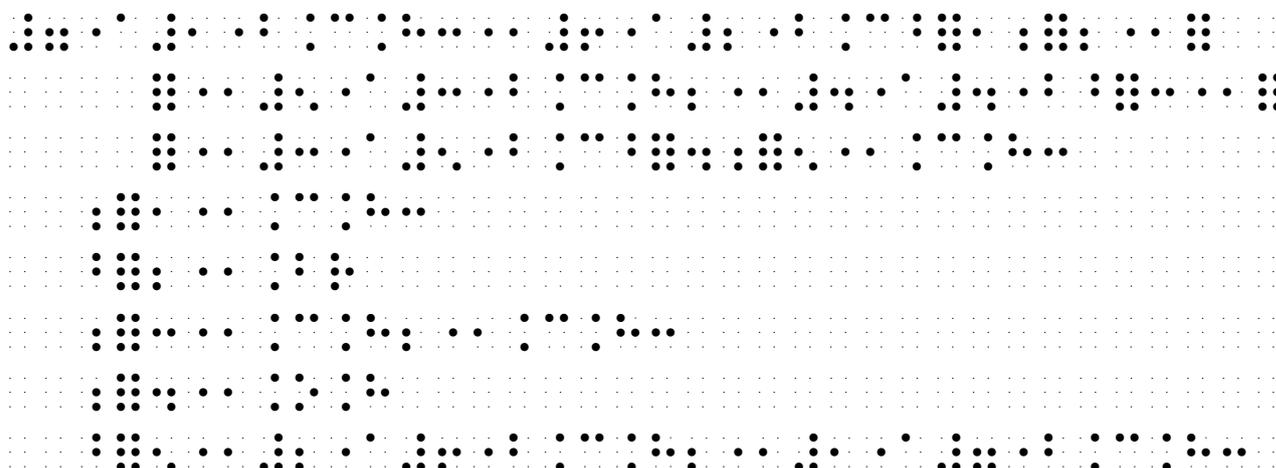


Escritura linealizada y abreviaturas normalizadas:



Ejemplo 6.1.I.

Con escritura linealizada y sin abreviaturas normalizadas.

**6.2. Marcas**

Para indicar su posición se utilizarán los siguientes signos, escritos a continuación del elemento al que afecten:

Signo braille	Puntos braille	Significado
⠠	16	en superíndice a la derecha
⠡	16	en superescrito
⠠⠠	4-16	en superíndice a la izquierda

Las marcas más habituales que suelen afectar a elementos en una fórmula son:

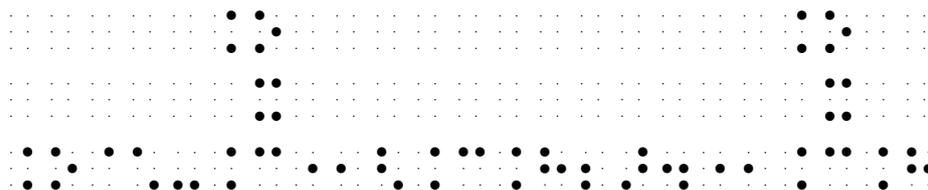
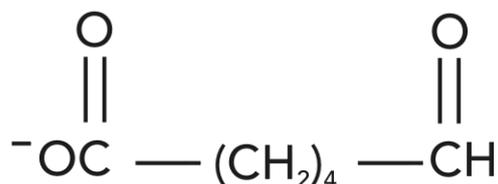
Signo braille	Puntos braille	Signo gráfico	Significado
⠠	256	*	asterisco
⠡	1256	'	prima
⠢	1256-1256	"	segunda
⠣	235	+	carga positiva
⠤	235-235	+ +	dos cargas positivas
⠥	36	-	carga negativa
⠦	36-36	--	dos cargas negativas

Para escribir cualquier otra marca se utilizarán los signos establecidos al efecto en el Código Matemático Unificado.

Ejemplo 6.2.A.



Ejemplo 6.2.B.



Ejemplo 6.2.C.**6.3. Colores y otros recursos tipográficos**

En ocasiones, algunos elementos de las fórmulas moleculares están representados con recursos tipográficos, tales como colores, una curva que los delimita, fondos distintos, etc.

Norma 16 QB.

El uso de distintos colores o recursos tipográficos en una fórmula química —de diferenciación de fondos o de delimitación por líneas— se considerarán como equivalentes a efectos de su representación braille, y se ajustarán a lo recogido en esta Norma.

1. *La transcripción braille de una fórmula en la que aparezcan distintos colores o recursos tipográficos, fondos o líneas de separación, deberá ir precedida de una «Nota de transcripción braille» en la que se especifique la correspondencia entre los signos braille empleados en esa fórmula y el valor gráfico que cada uno de ellos representa.*
2. *Si un elemento o dos seguidos están escritos con una misma tipografía o color, distintos de los de la base, en braille se les antepondrá a cada uno de ellos:*
 - *el signo formado por los puntos 456 cuando solo se precise una diferenciación gráfica en esa fórmula;*
 - *el signo formado por los puntos 456 seguido de un número de orden si en la fórmula fuera preciso hacer más de una diferenciación gráfica: así, el signo irá seguido de los números 2, 3, etc., en posición baja para las diferenciaciones 2.^a, 3.^a, etc.*

Signo braille	Puntos braille	Definición
⠠	456	indica el primer cambio tipográfico
⠠⠠	456-23 (n.º 2 en posición baja)	indica el segundo cambio tipográfico
⠠⠠⠠	456-25 (n.º 3 en posición baja)	indica el tercer cambio tipográfico
⠠⠠⠠⠠	456 y sucesivos números en posición baja

- A estos efectos, el subíndice de un símbolo atómico se considera parte suya. Si debieran diferenciarse entre sí, el subíndice se escribiría de forma no abreviada (empleando el signo formado por los puntos 34 para el subíndice, el signo de número y el número en posición alta).
 - Si fuera preciso emplear el guión químico, los signos indicadores de cambio tipográfico son inseparables de los elementos a los que se refiere, por lo que el indicativo de color deberá repetirse, en su caso, con el elemento a diferenciar.
3. Si hubiera más de dos elementos consecutivos con una misma diferenciación gráfica distinta de la base, se utilizará el signo de «periodo de diferenciación gráfica»:
- si solo se precisa una diferenciación gráfica en esa fórmula, el periodo se abre con el signo formado por los puntos 2346, a escribir antes del primer elemento afectado;
 - si en la fórmula fuera preciso hacer más de una diferenciación gráfica, se utilizará el signo formado por los puntos 2346 seguido de los números 2, 3, etc., en posición baja para las diferenciaciones 2.^a, 3.^a, etc.
 - Igualmente, se cerrará con el signo formado por los puntos 156 después del último elemento gráfico afectado por la diferenciación. Cuando haya más de una diferenciación, a este signo le seguirá el número de orden correspondiente en posición baja.

Signo braille	Puntos braille	Definición
⠠	2346	indica el primer cambio tipográfico
⠠⠠	2346-23 (n.º 2 en posición baja)	indica el segundo cambio tipográfico
⠠⠠⠠	2346-25 (n.º 3 en posición baja)	indica el tercer cambio tipográfico
	2346 y sucesivos números en posición baja	
⠡	156	indica el cierre del primer cambio tipográfico
⠡⠠	156-23 (n.º 2 en posición baja)	indica el cierre del segundo cambio tipográfico
	156 y sucesivos números en posición baja	

4. Si un segmento o periodo de diferenciación gráfica se encuentra interrumpido por uno o dos elementos consecutivos en representación gráfica base (u otra diferenciación), se antepondrá a cada uno de ellos el signo formado por los puntos 456, seguido —en su caso— del correspondiente número en posición baja. Si fueran más de dos elementos consecutivos, deberá cerrarse dicho periodo de diferenciación gráfica y volver a abrirlo donde corresponda, o abrir un nuevo periodo de diferenciación para esos elementos.
5. Si fuera necesario emplear el guión químico en el interior de un periodo de diferenciación gráfica, se escribirá de nuevo el indicador de inicio de periodo de diferenciación inmediatamente antes de la repetición del guión químico en la línea siguiente.
6. En las fórmulas desarrolladas, se aplicarán las variantes tipográficas línea a línea.
7. En las linealizaciones de fórmulas ramificadas y cíclicas, las variantes tipográficas se indicarán en la descripción de cada ramificación o ciclo.

Ejemplo 6.3.A.



Ejemplo 6.3.B.

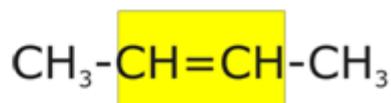
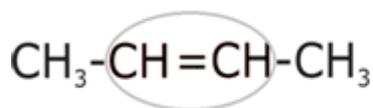


Empleo de periodos de cambio tipográfico, de color o de delimitación de región

Ejemplo 6.3.C.



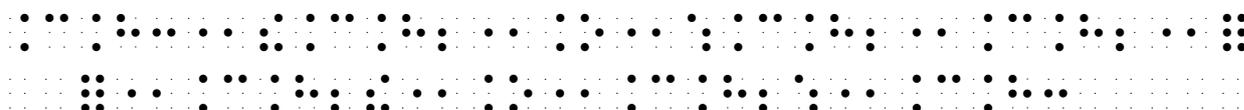
De la misma manera, se representan en braille recursos tipográficos que engloben determinados segmentos de la fórmula o que estén sobre fondos de color.

**Ejemplo 6.3.D.**

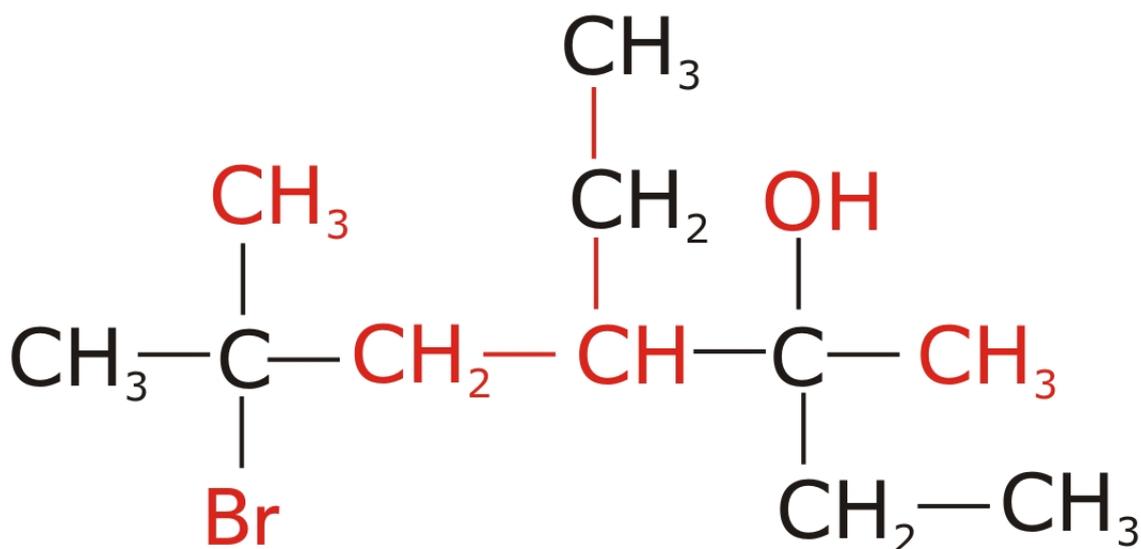
Aparece un elemento con tipografía base que interrumpe un periodo de tipografía distinta de la base.

**Ejemplo 6.3.E.**

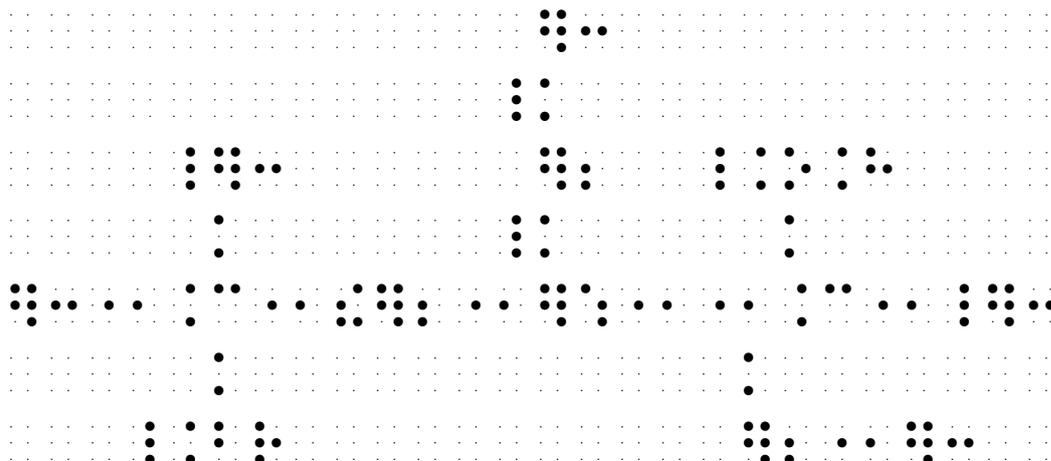
Es necesario abrir dos periodos de cambio tipográficos.



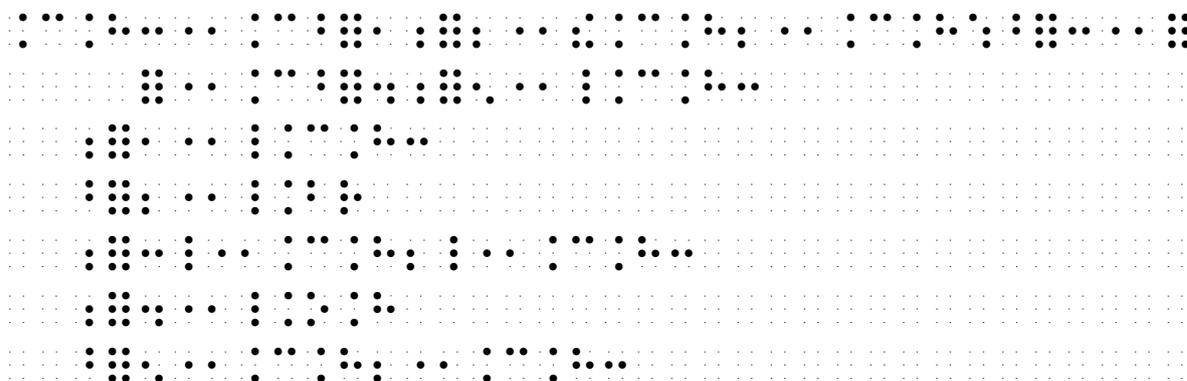
Ejemplo 6.3.F. Representación de una fórmula semidesarrollada con cambios tipográficos en distintas líneas.



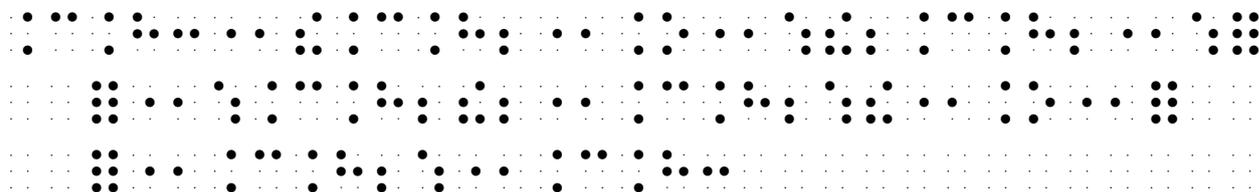
Representación bidimensional utilizando abreviaturas normalizadas:



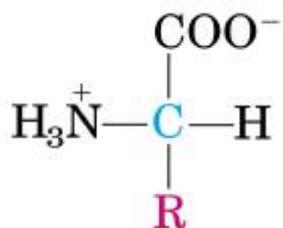
Representación linealizada:



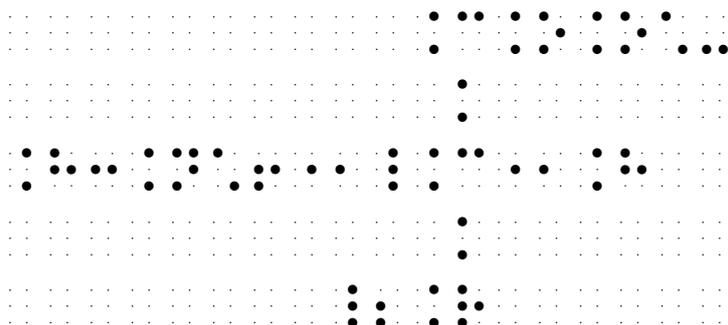
Ejemplo 6.3.G.



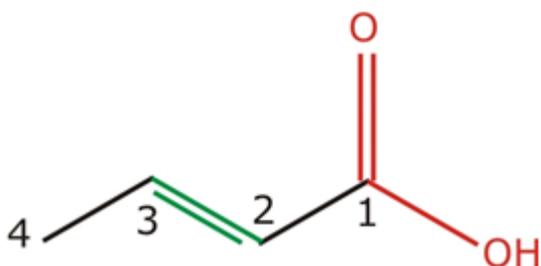
Ejemplo 6.3.H.



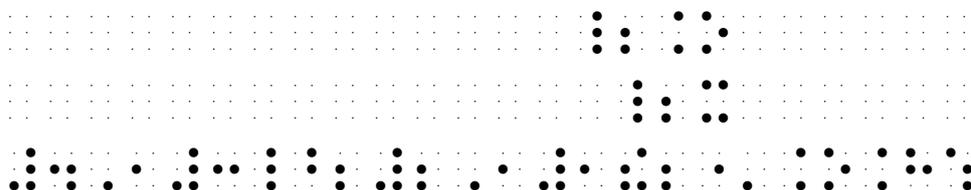
Representación bidimensional:



Ejemplo 6.3.I.



Bidimensional:



Linealizada:

