Mitocondria

Generalidades



Función

Estos organelos se conocen por su función en la generación del ATP que se usa en la mayor parte de las actividades celulares que requieren energía.

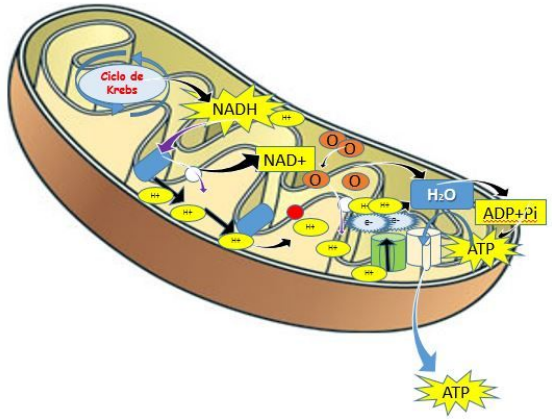
Para lograr esta función

Lo hace a partir de

Hidratos de carbono

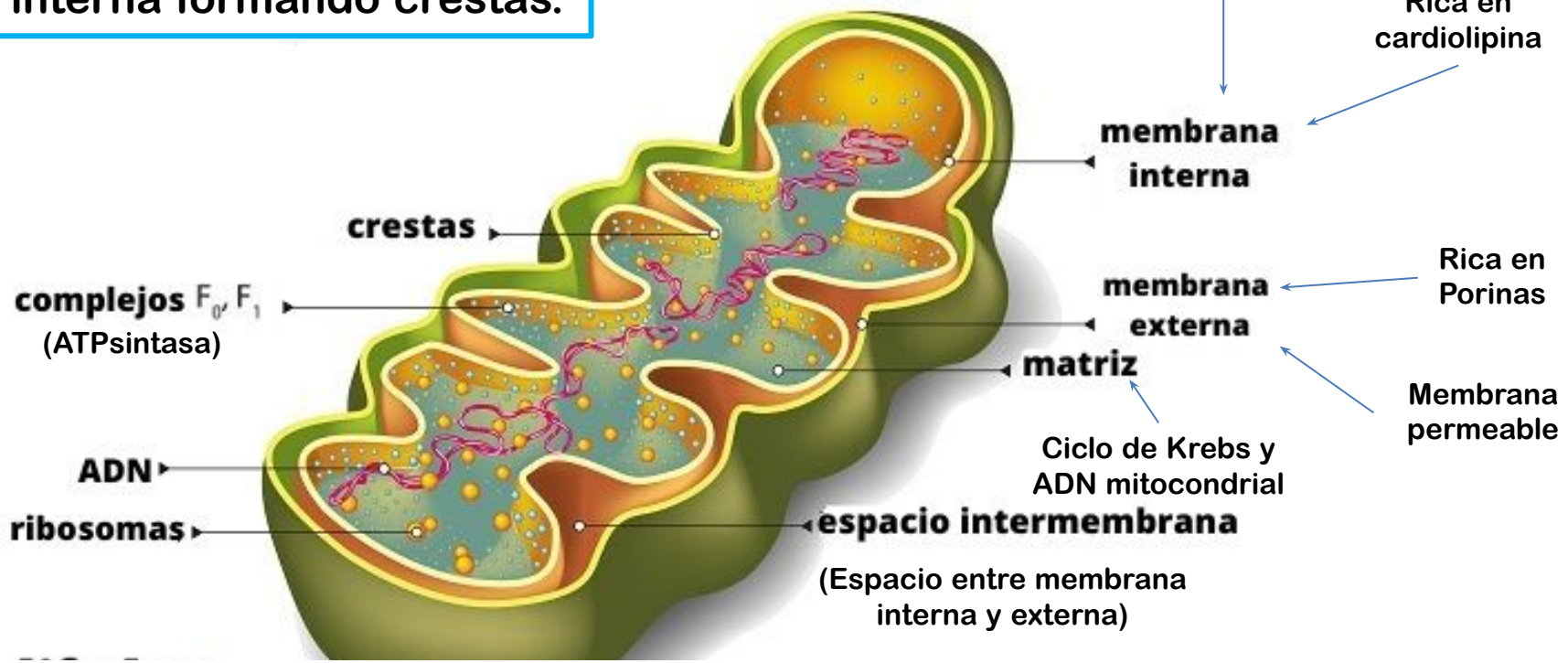
Ácidos Grasos

Proteínas



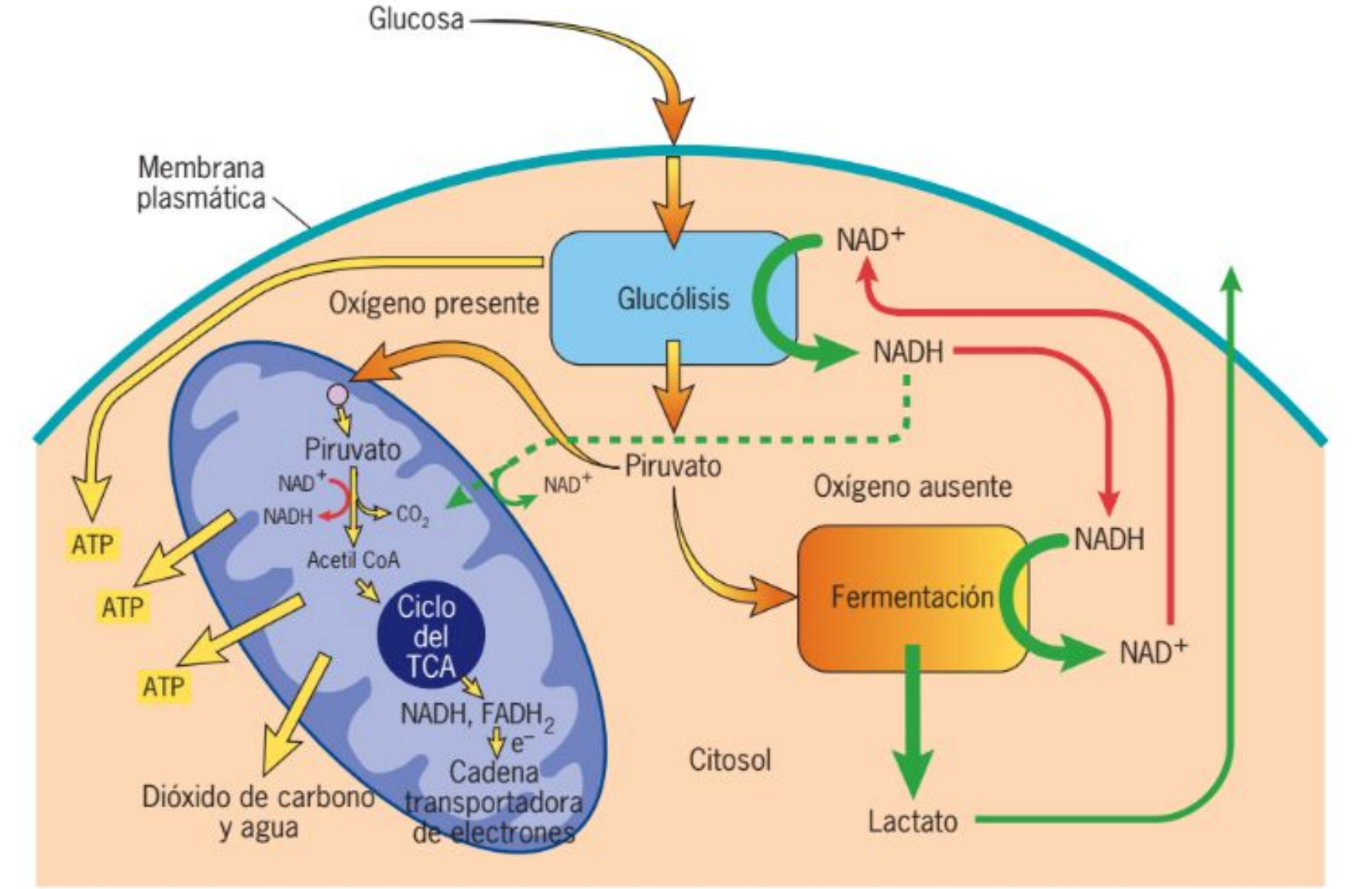
Estructura

Organela con dos compartimientos divididos por una membrana externa e interna formando crestas.



Los dominios que se encuentra dentro de la membrana mitocondrial interna se denomina «Crestas»

Síntesis energética a partir de Hidratos de Carbono

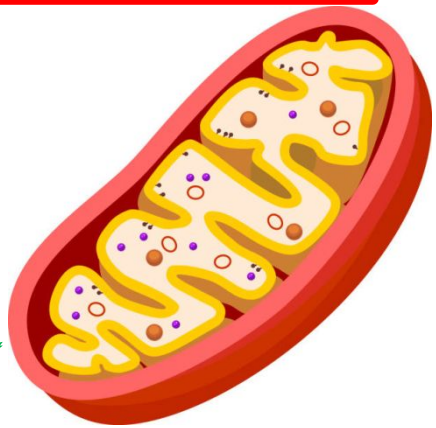


Síntesis energética a partir de Hidratos de Carbono

GLUCOSA

4 ATP−2 $ATP = 2\ ATP$

En presencia de oxigeno (Mitocondrias)



- ✔ Descarboxilación Ox.
- ✔ Cadena de Transporte
- ✔ Ciclo de Krebs

2 NADH

2 NAD+

Ac. Pirúvico

Ac. Pirúvico

2 NADH

2 NAD+

Ac. Láctico

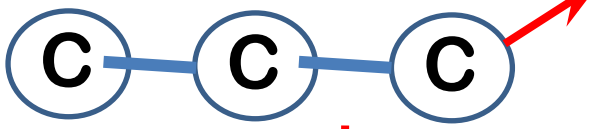
Ac. Láctico

En Ausencia de oxigeno (Fermentación)

Descarboxilación Oxidativa

CICLO DE KREBS

2 PIRUVATOS
(2 Moléculas de tres carbonos)



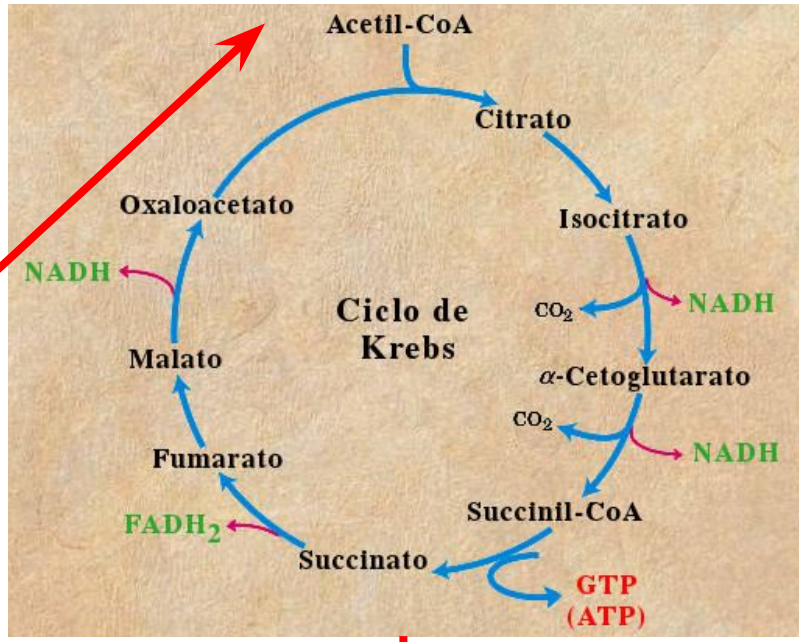
2 CO_2

2 NAD+

Co A

2 Acetil Co A

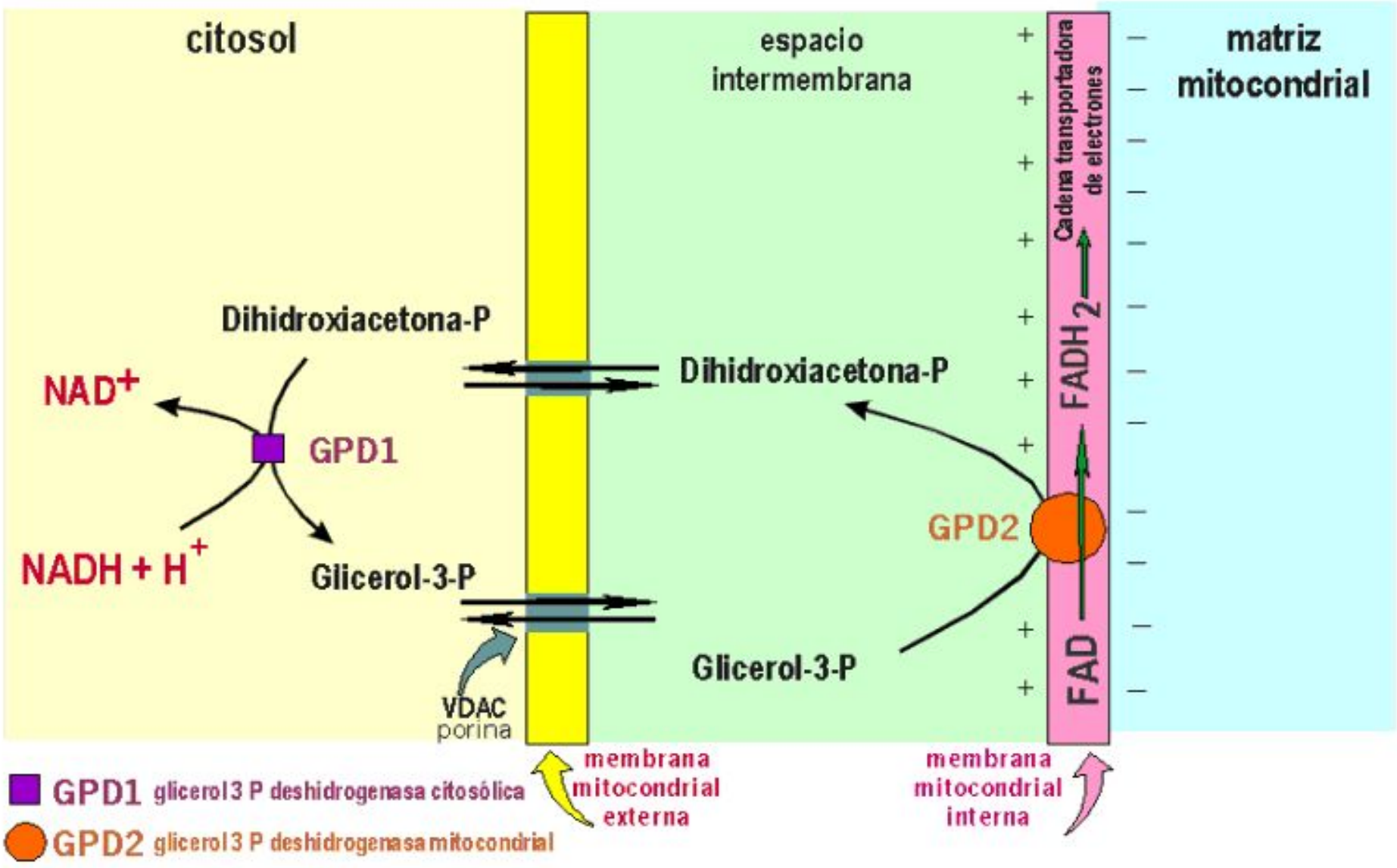
2 NADH



(Son 2 Acetil Coa)

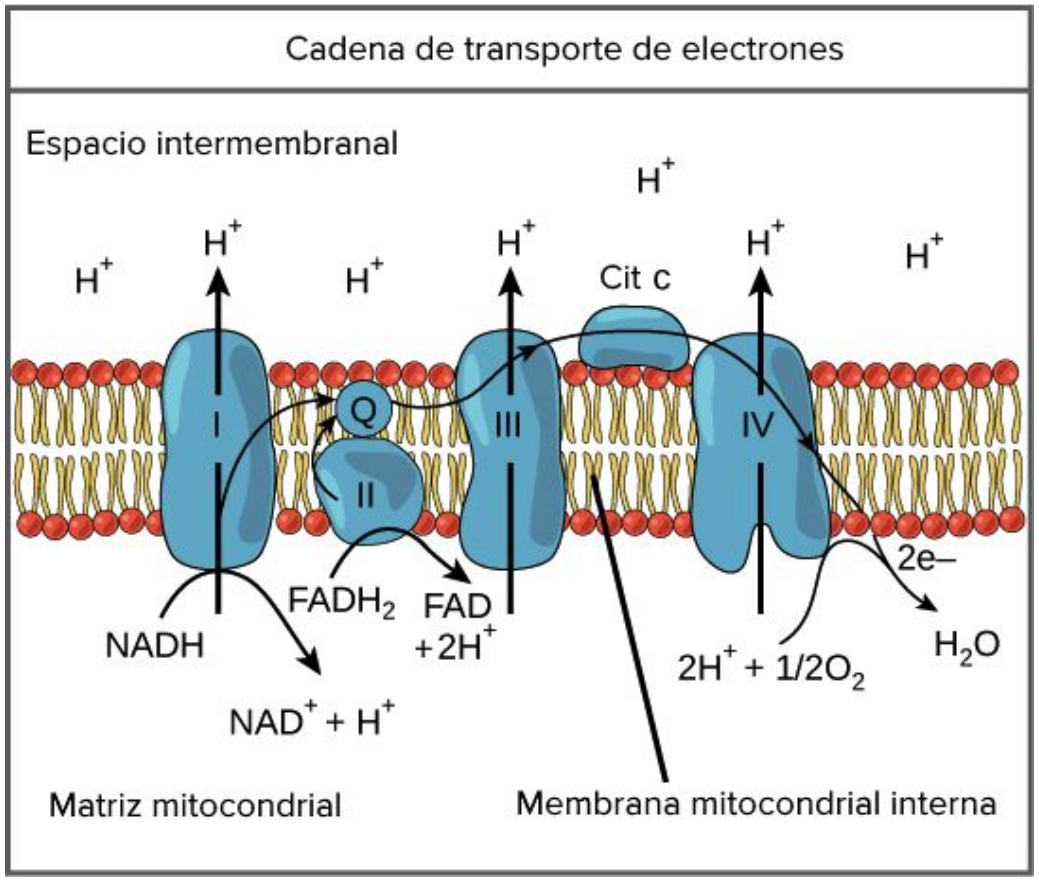
6 NADH 2 $FAFH_2$ 2 GTP 4 CO_2	x2	3 NADH 1 $FAFH_2$ 1 GTP 2 CO_2	Equivalentes de reducción

Lanzadera de Glicerol-3-Fosfato



Cadena de Transporte de Electrones

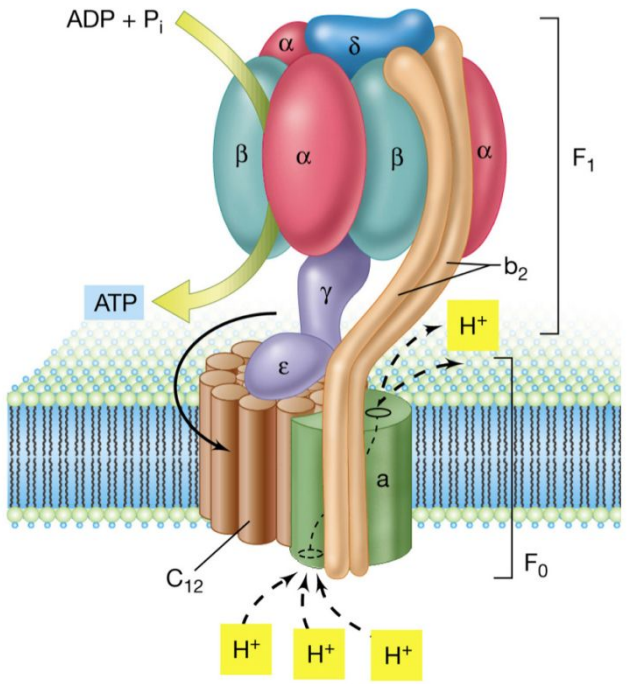
Paso 1: Los electrones que vienen con el FADH2 o NADH se unen a transportadores (cadena de transporte de electrones) localizada en la membrana mitocondrial interna. El paso de los electrones a través de la cadena libera energía.



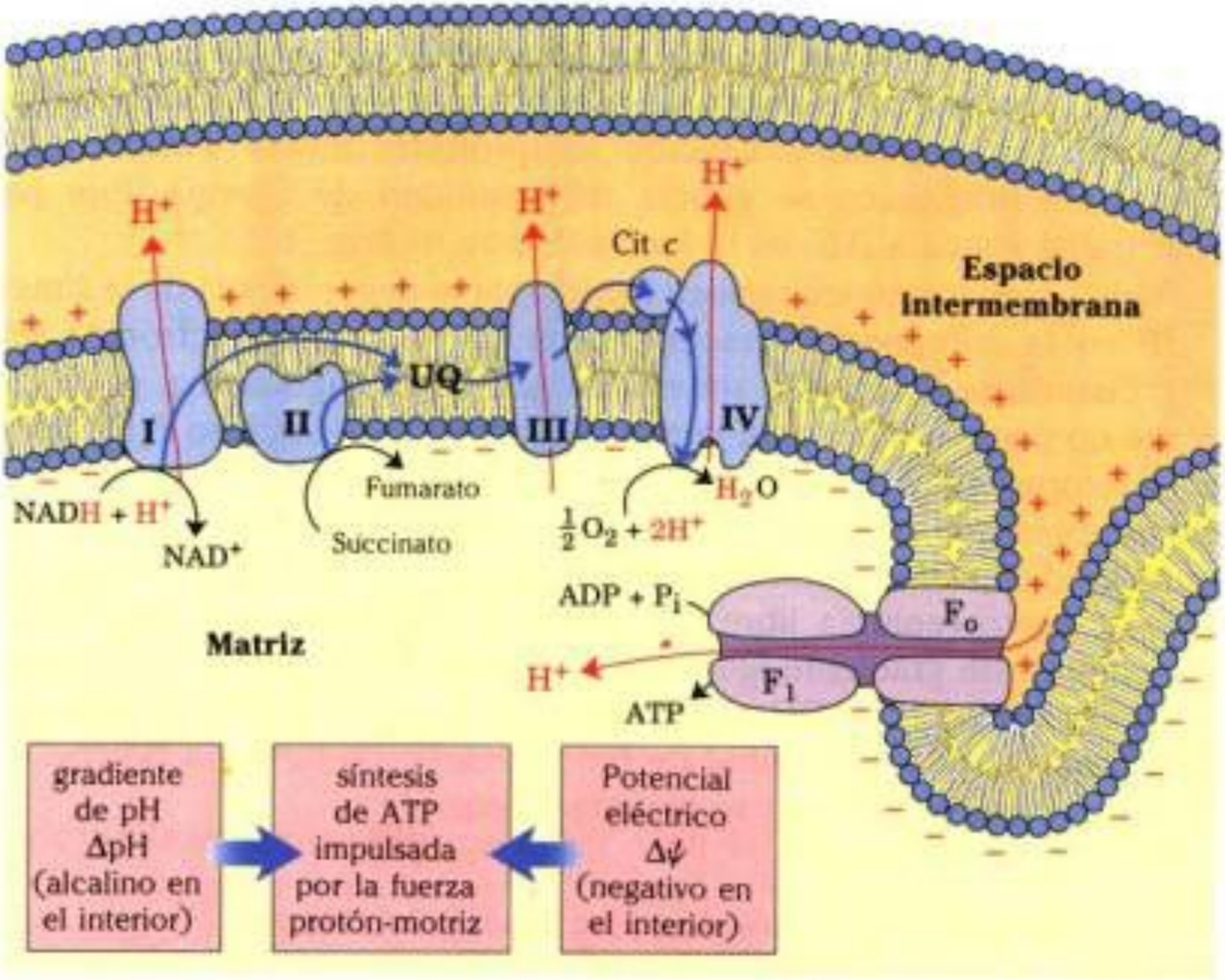
Como resultado de esto de esto la energía se almacena en forma de gradiante electroquímico, <u>el ultimo aceptor de electrones es el oxígeno molecular (O2), que se reduce y forma agua.</u>

FOSFORILACIÓN OXIDATIVA

El movimiento controlado de protones del espacio intermembrana a la matriz mitocondrial es llevado a cabo por una enzima llama que sintetiza ATP, gracias a la energía que se le proporciona fosforila ADP en ATP.



Cada par de electrones transferidos del NADH al oxígeno mediante la cadena de transporte libera energía para tres moléculas de ATP. Cada par donado por el FADH2 libera suficiente energía para la formación de dos moléculas de ATP. Al sumar todas las moléculas de ATP formadas por glucolisis y el ciclo de Krebs la ganancia neta es de 36 moléculas de ATP.


H+
H+
H+
Cit c
Espacio
Intermembrana
UQ
I
II
III
IV
Fumarato
Succinato
NADH + H+
NAD+
H2O
½ O2 + 2H+
ADP + Pi
Fo
Matriz
H+
F1
ATP
gradiente de pH ΔpH (alcalino en el interior)
síntesis de ATP impulsada por la fuerza protón-motriz
Potencial eléctrico Δψ (negativo en el interior)

Potenciales de oxidación-reducción

Si se comparan varios agentes oxidantes, pueden ordenarse en una serie de acuerdo con su afinidad por los electrones:

↑ Mayor afinidad = ↑ Mayor agente oxidante

(Mayor facilidad de reducirse o ganar electrones, oxidando a otros)

Los agentes reductores también pueden clasificarse según sea su afinidad por los electrones:

↓Menor afinidad = ↑ Mayor agente reductor

(Mayor facilidad de liberar protones , reduciendo a otros)

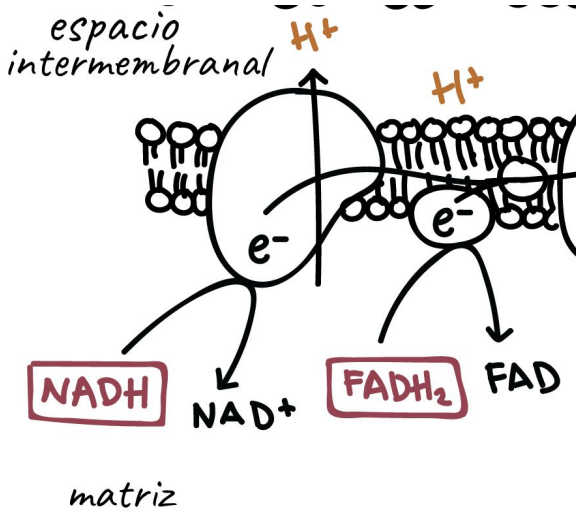
Las sustancias que tienen un gran potencial reductor como NADH, son agentes reductores potentes, mientras que aquellos con un bajo potencial como el H_2O, son agentes reductores débiles.

Tipos de transportadores de electrones

Las reacciones que permiten el movimiento de electrones a través de la cadena de transporte son <u>DESHIDROGENASAS</u>.

Transfieren pares de electrones de sus sustratos a COENZIMAS.

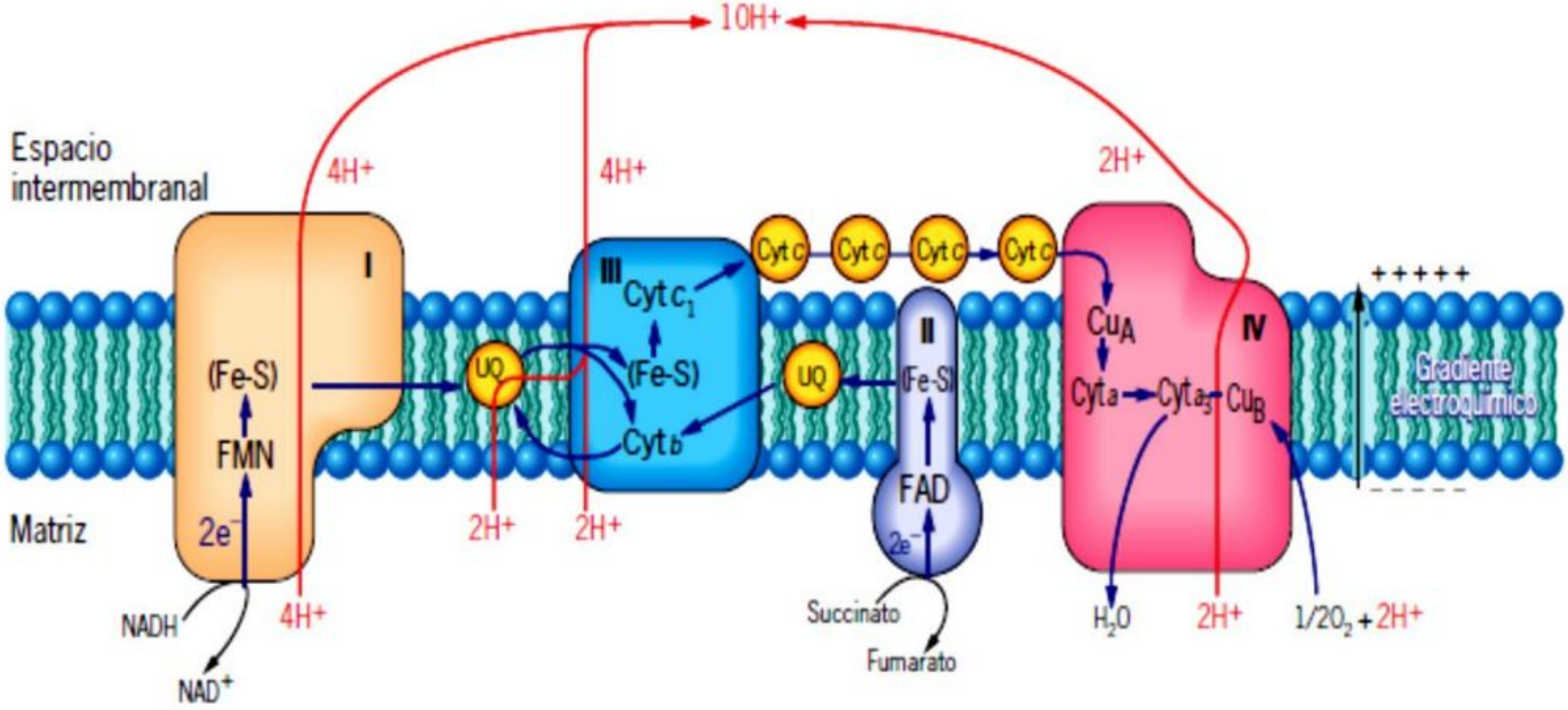
Los electrones de alta energía relacionados con NADH o FADH2 se transfieren.



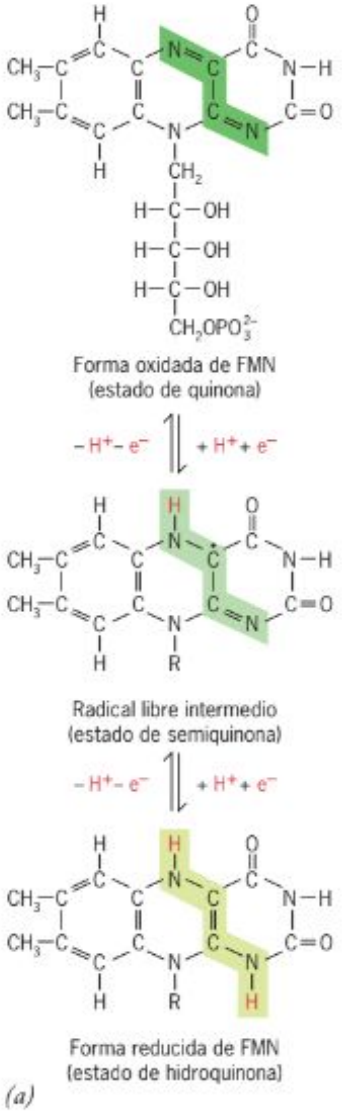
Cadena de transporte de electrones ubicada en la membrana mitocondrial interna.

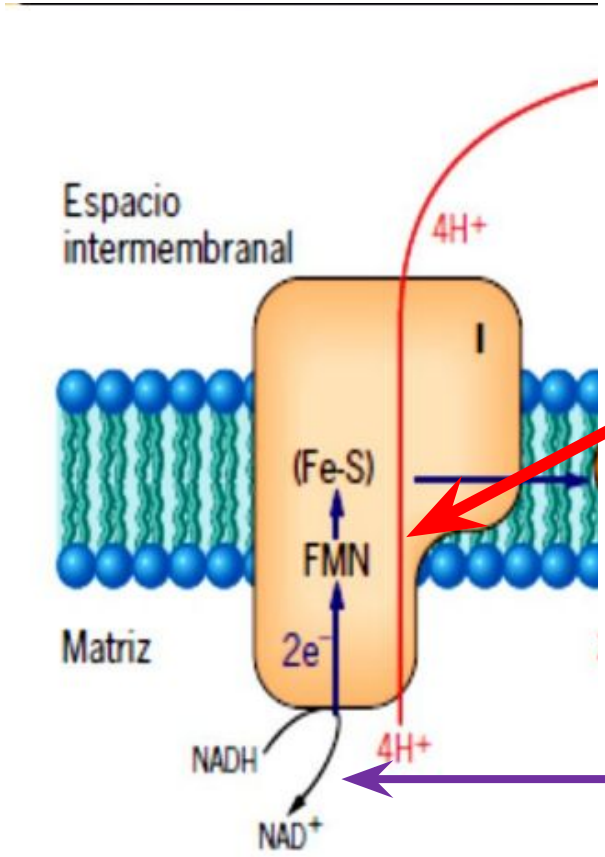
Componentes de la cadena de transporte de electrones

La cadena transportadora de electrones se compone de cinco tipos de portadores de electrones unidos con la membrana: flavoproteínas, citocromos, átomos de cobre, ubiquinona y proteínas con hierro y azufre.



Las flavoproteínas: Consisten en un polipéptido unido con fuerza a uno de dos grupos prostéticos relacionados. Puede ser Flavina Adenina Dinucleotido (FAD) o Mononucleotido de flavina (FMN).

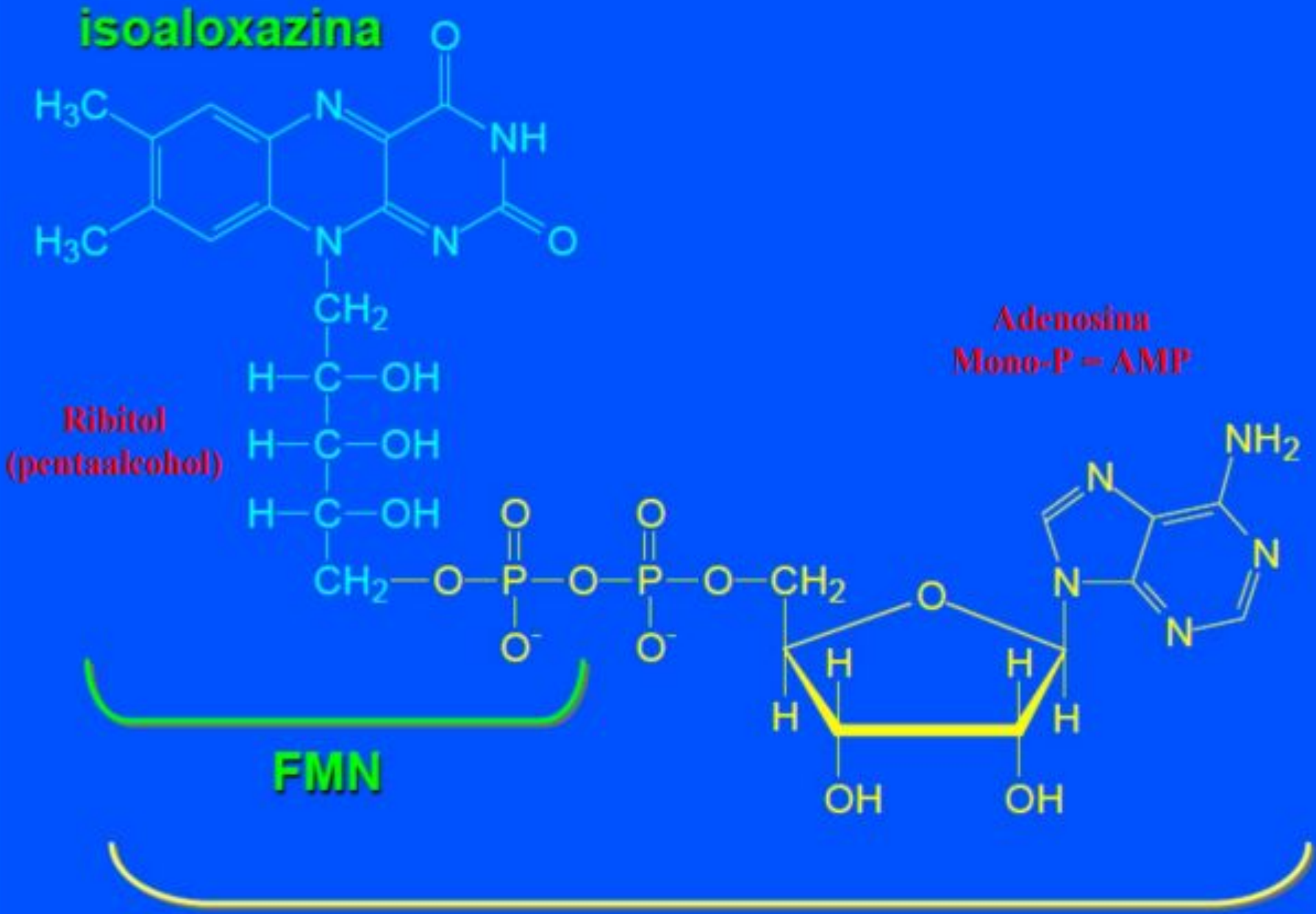




Los grupos prostéticos de las flavoproteínas derivan de la vitamina RIBOFLAVINA (vitamina B2)

La enzima que cataliza esta reacción es la NADH-Deshidrogenasa

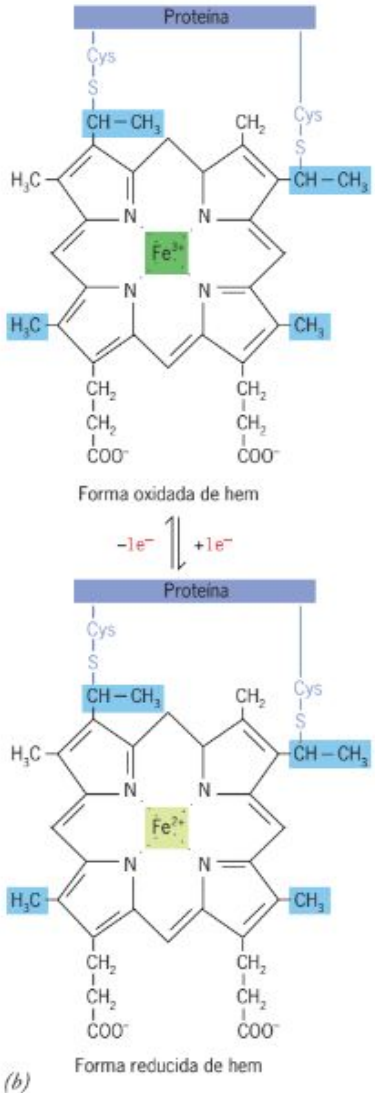
Es capaz de aceptar y donar dos protones y dos electrones.



FAD: Flavin Adenin Dinucleótido

Citocromos: Son proteínas que contienen grupos prostéticos HEM.

El átomo de hierro de un grupo HEM presenta una transición reversible de los estados de oxidación Fe 3+ y una reducción de Fe 2+ (Resultado de la perdida y aceptación de un solo electrón.

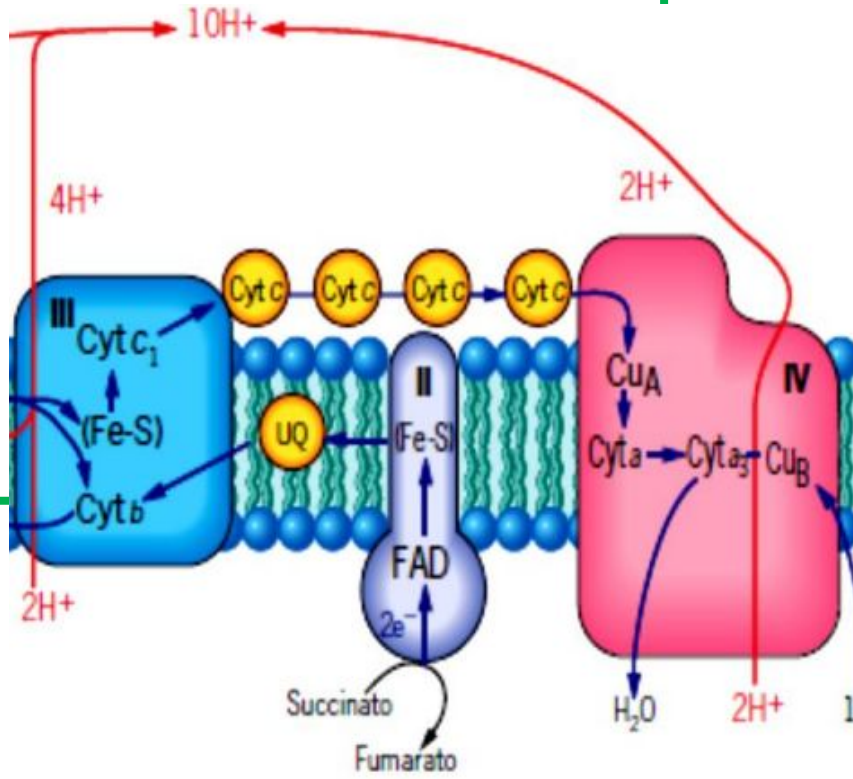


Hay tres tipos distintos de citocromo:
a, b y c

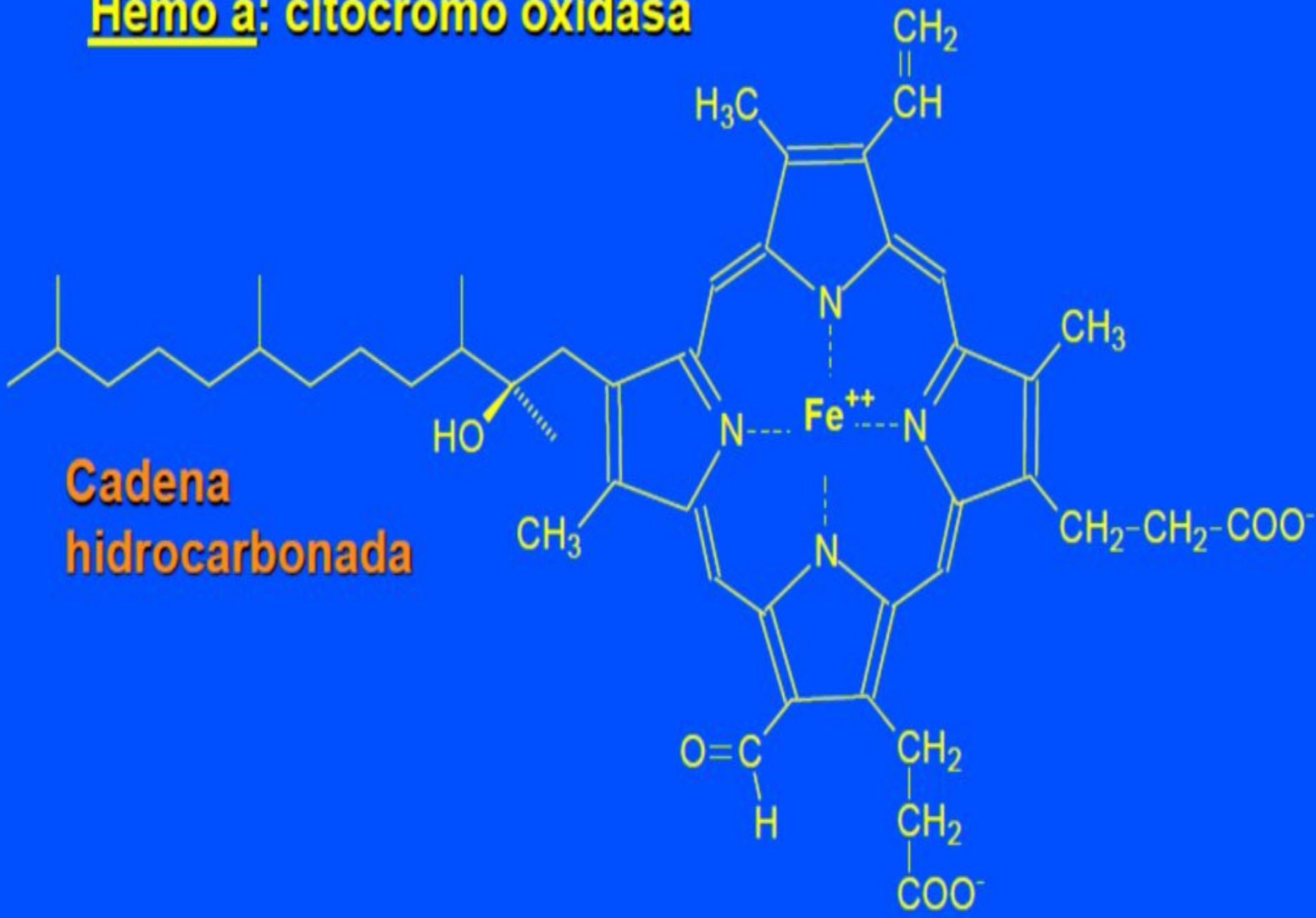
Citocromos a = con alto potencial de reducción.

Citocromos c = potencial redox intermedio.

Citocromos b = bajo potencial redox.

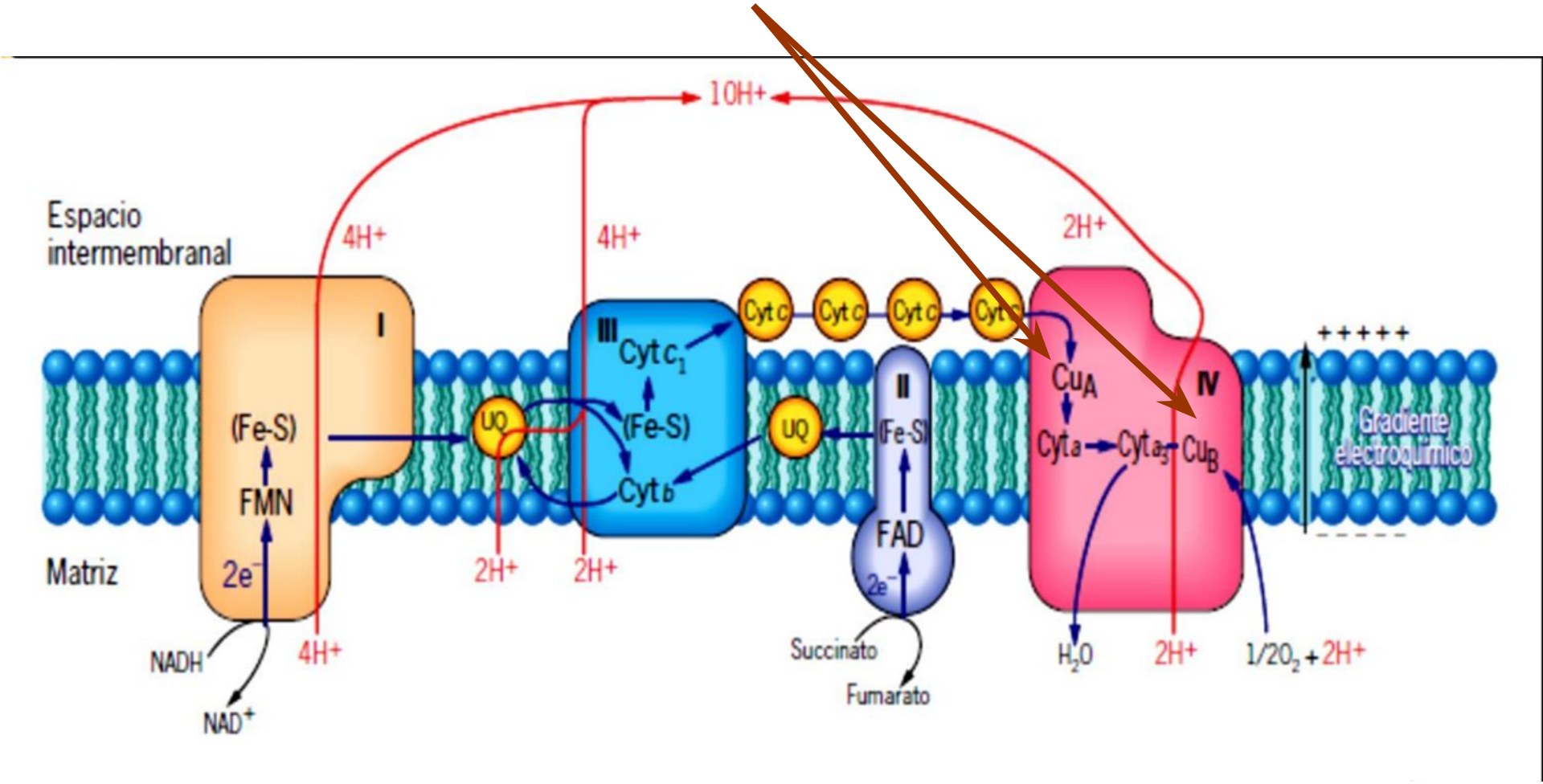


Hemo a: citocromo oxidasa

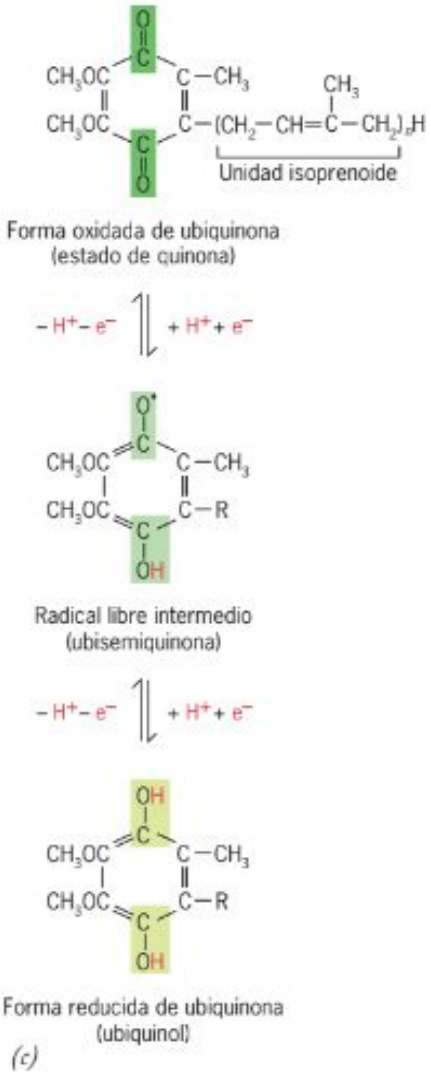


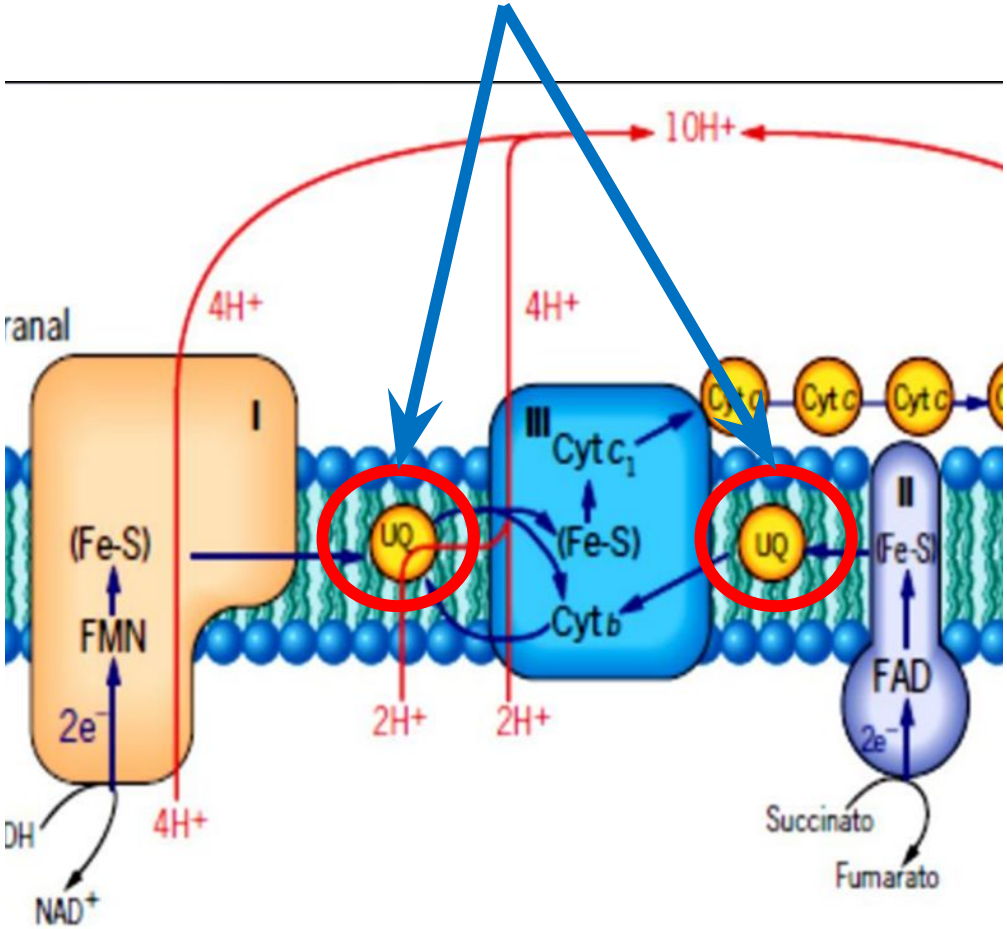
Cadena hidrocarbonada

Tres átomos de cobre: Que se localizan dentro de un solo complejo proteico de la membrana mitocondrial interna, aceptan y donan un solo electrón cuando alternan entre los estados de oxidación Cu2+y reducción de Cu1+.



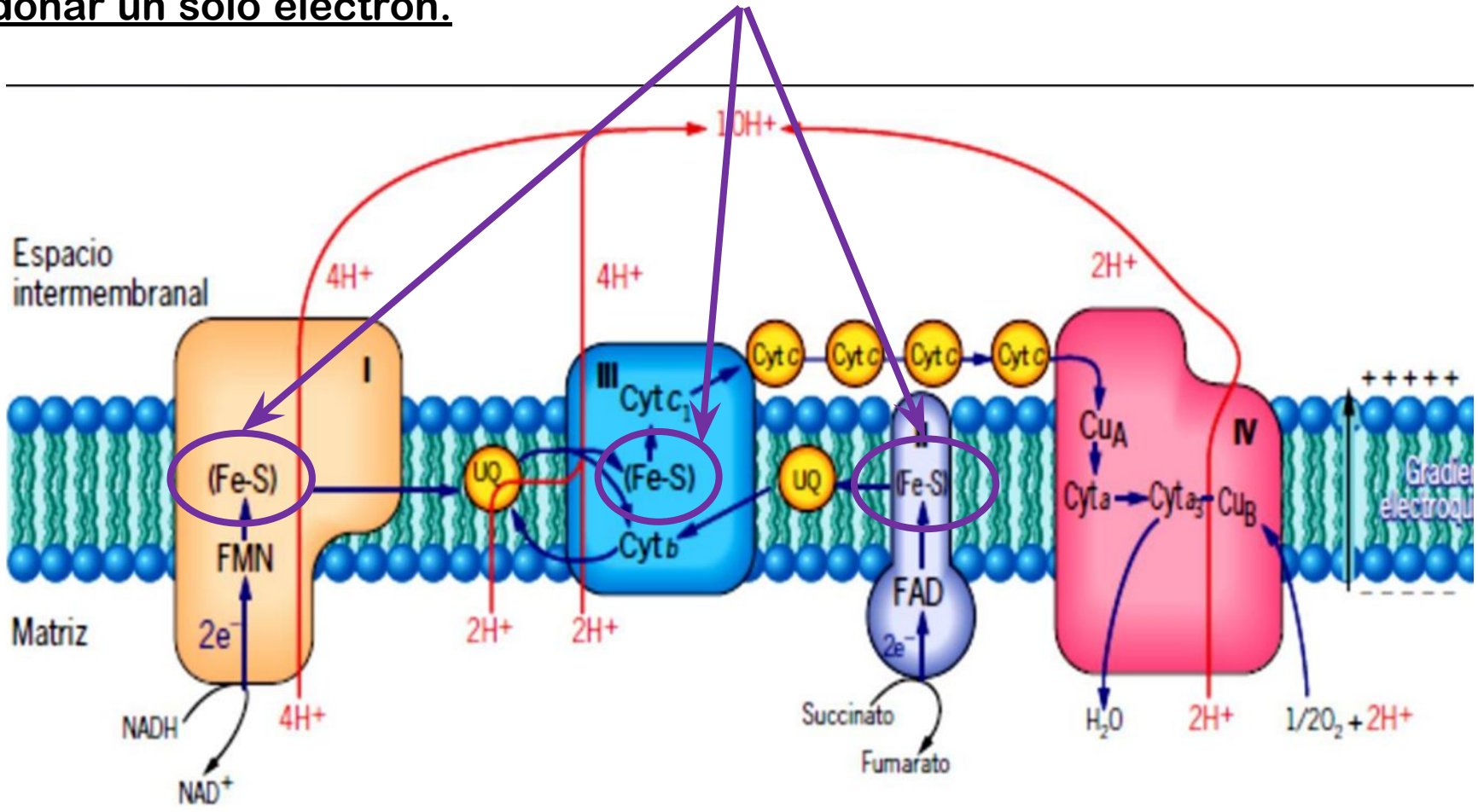
Ubiquinona (UC o coenzima Q): Al igual que las flavoproteínas, cada ubiquinona puede aceptar y donar dos electrones y dos protones. La molécula en estado de reducción parcial es el radical libre ubisemiquinona y <u>la molécula reducida por completo es ubiquinol.</u>



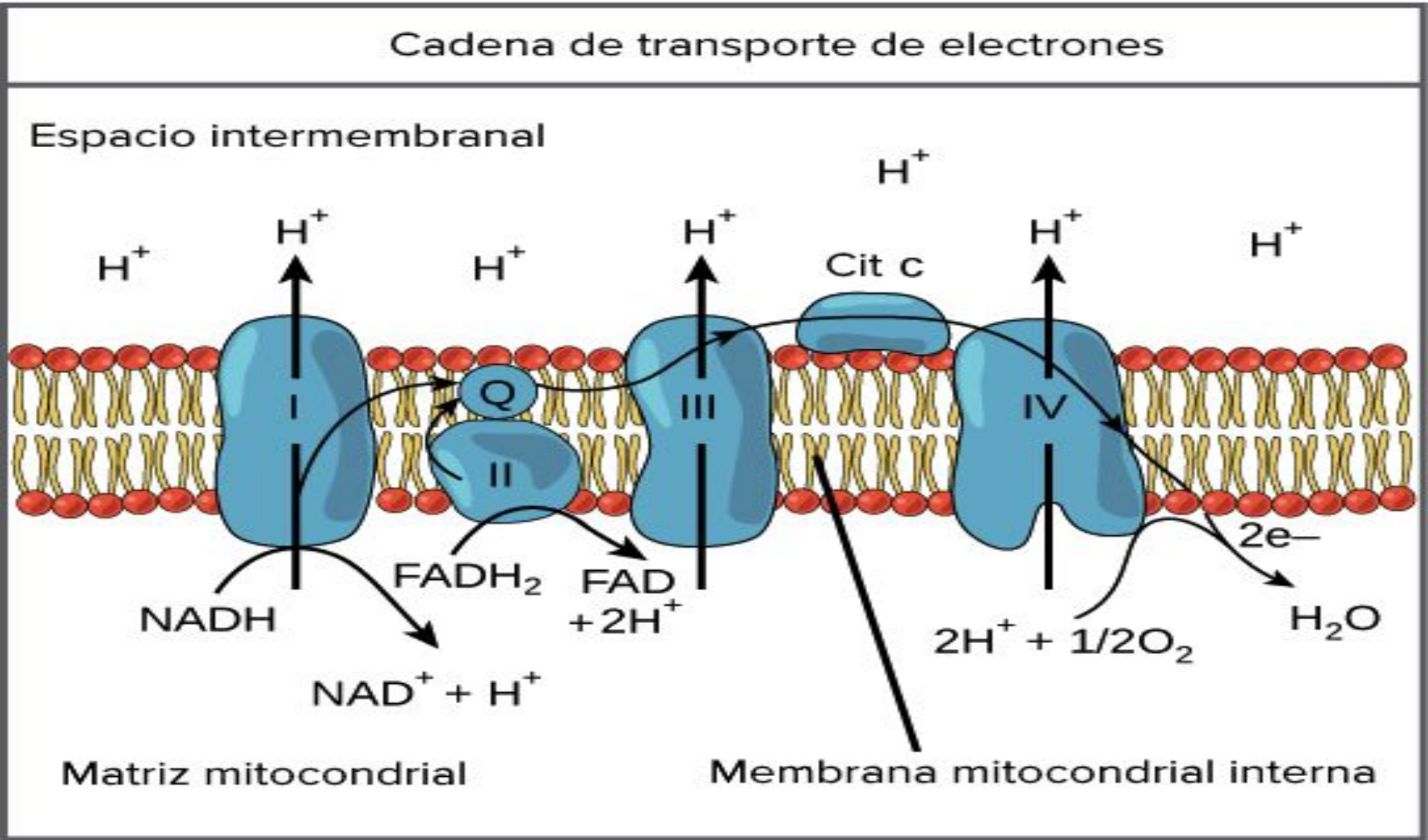


Es capaz de difundirse con rapidez hacia los lados dentro de la bicapa lipidica

Proteínas con hierro y azufre: Son proteínas que contienen hierro en las que los átomos de este metal no se localizan dentro de un grupo hem, sino que están unidos con átomos de azufre inorgánico como parte del centre de Hierro-Azufre. <u>Es capaz de aceptar y donar un solo electrón.</u>

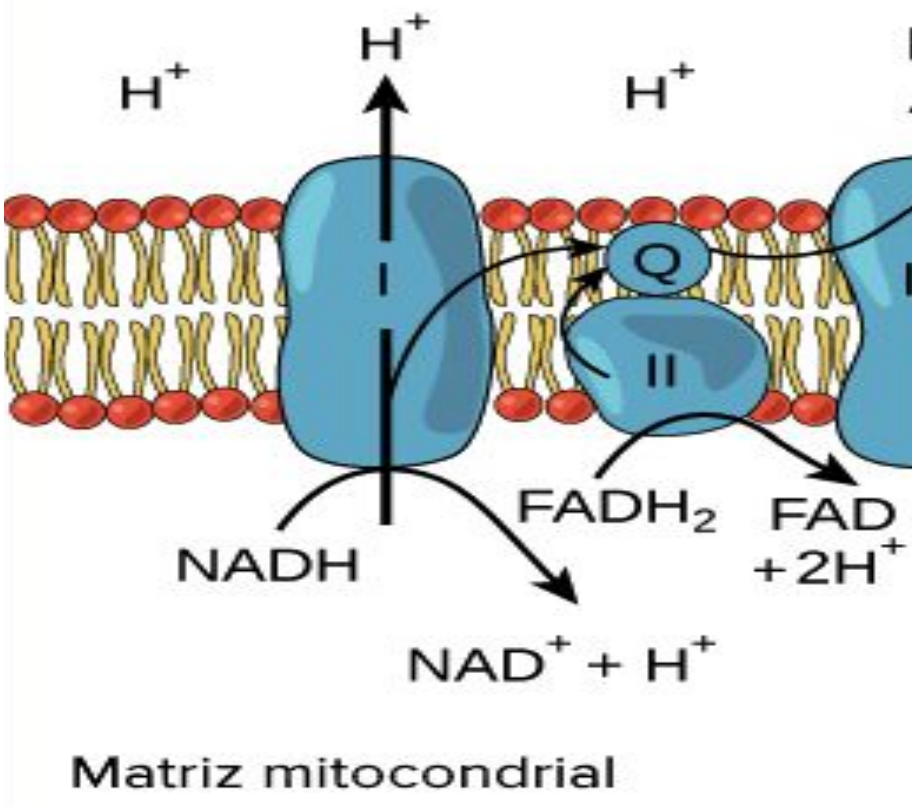


Complejos transportadores de electrones



Llegada de los equivalentes de reducción

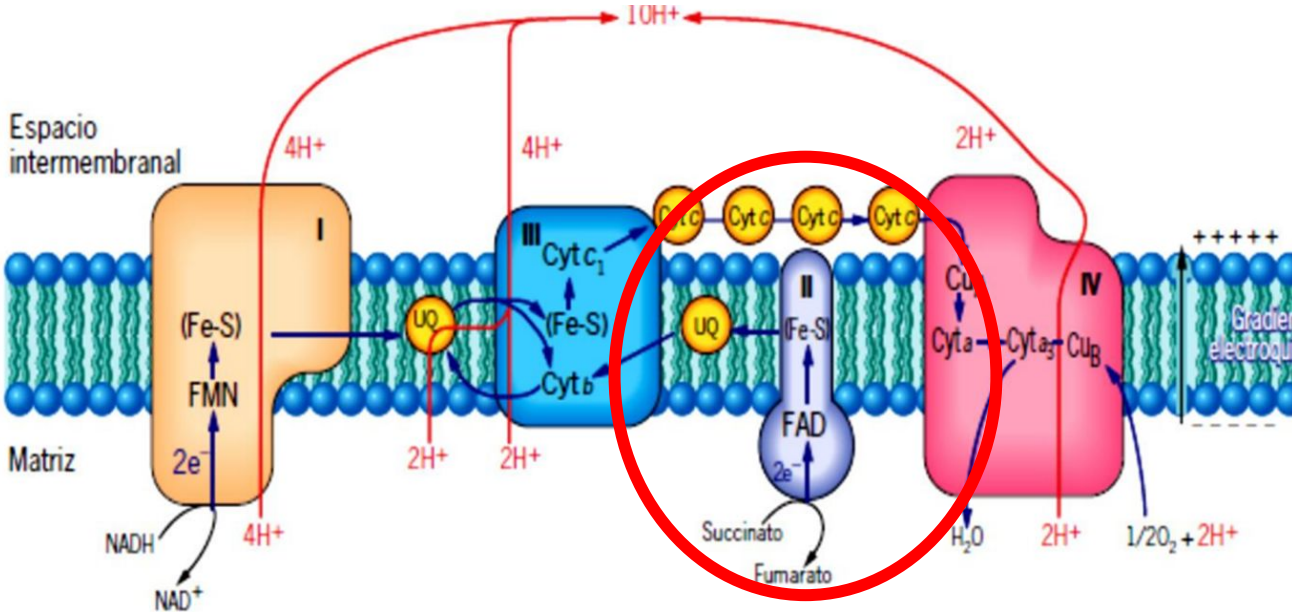
Cuando el NADH es el donador de electrones, éstos entran a la cadena respiratoria a través del complejo I, aceptados por la flavo proteína oxidándose. el cual transfiere electrones a la ubiquinona y genera ubiquinol.



El FADH2 permanece unido con un enlace covalente a la deshidrogenasa de succinato, un componente del complejo II.

Complejo II (o Deshidrogenasa de Succinato)

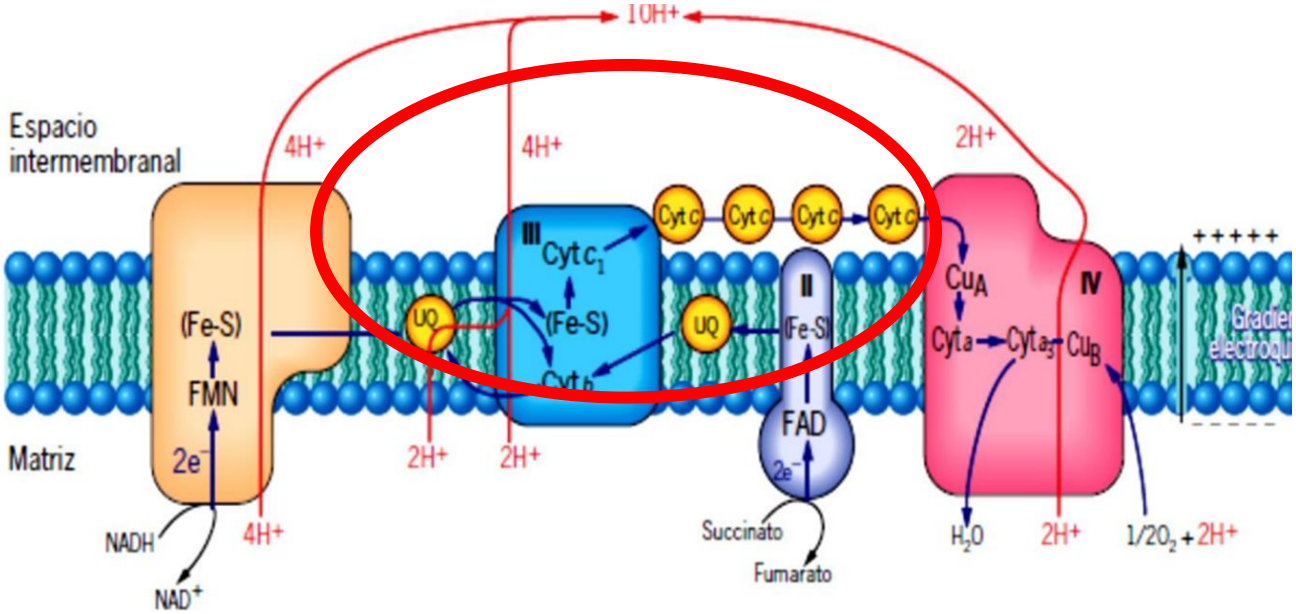
Comprende la enzima del ciclo del TCA deshidrogenasa de succinato.



El complejo II también contiene un grupo hem, el cual se piensa que atrae a los electrones escapados.

Complejo III (o citocromo bc1)

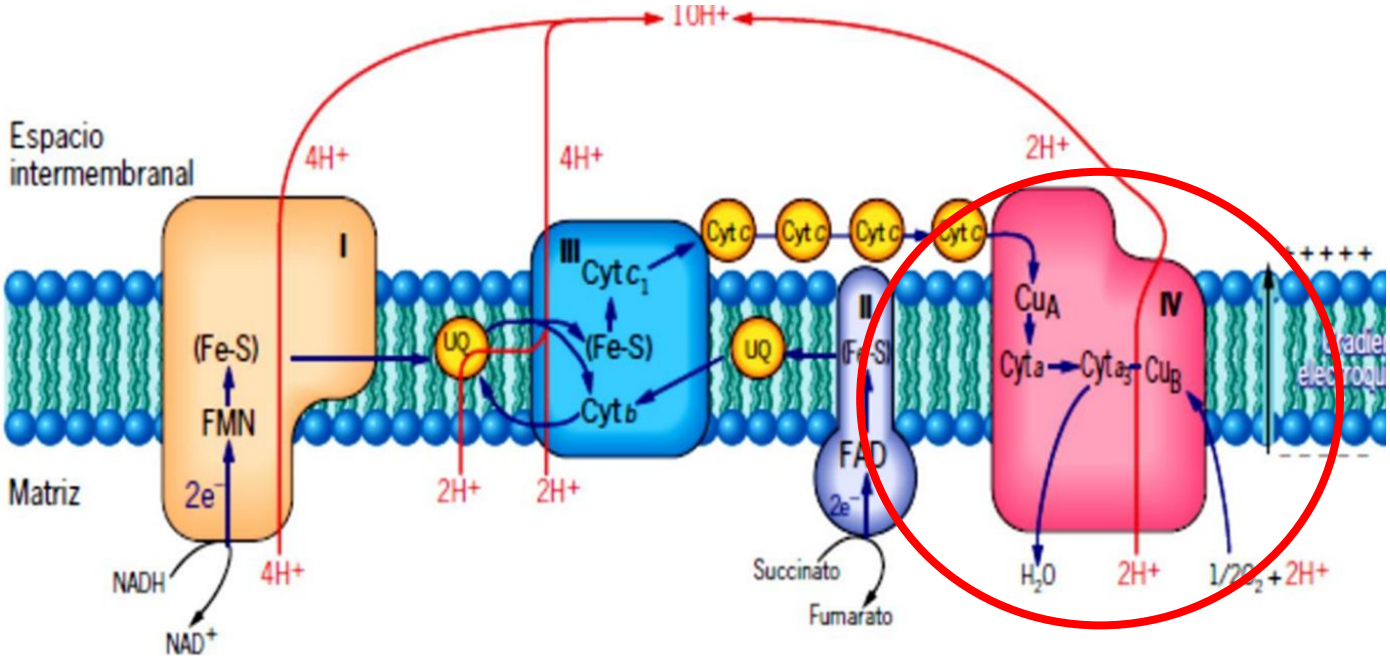
El complejo III cataliza la transferencia de electrones del ubiquinol al citocromo c.



Tres de las subunidades del complejo III contienen grupos redox: el citocromo b posee dos moléculas hem b con diferentes potenciales redox, citocromo c1

Complejo IV (o citocromo oxidasa c)

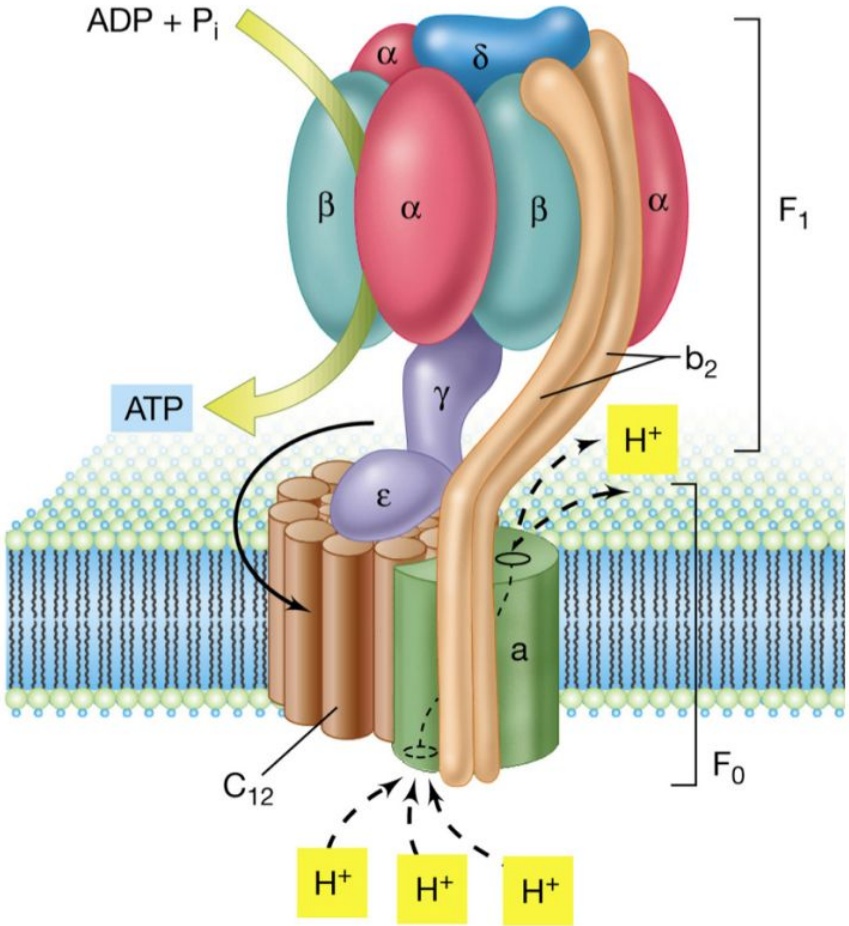
El paso final en el transporte de electrones en una mitocondria es la transferencia sucesiva de electrones del citocromo c reducido al oxígeno



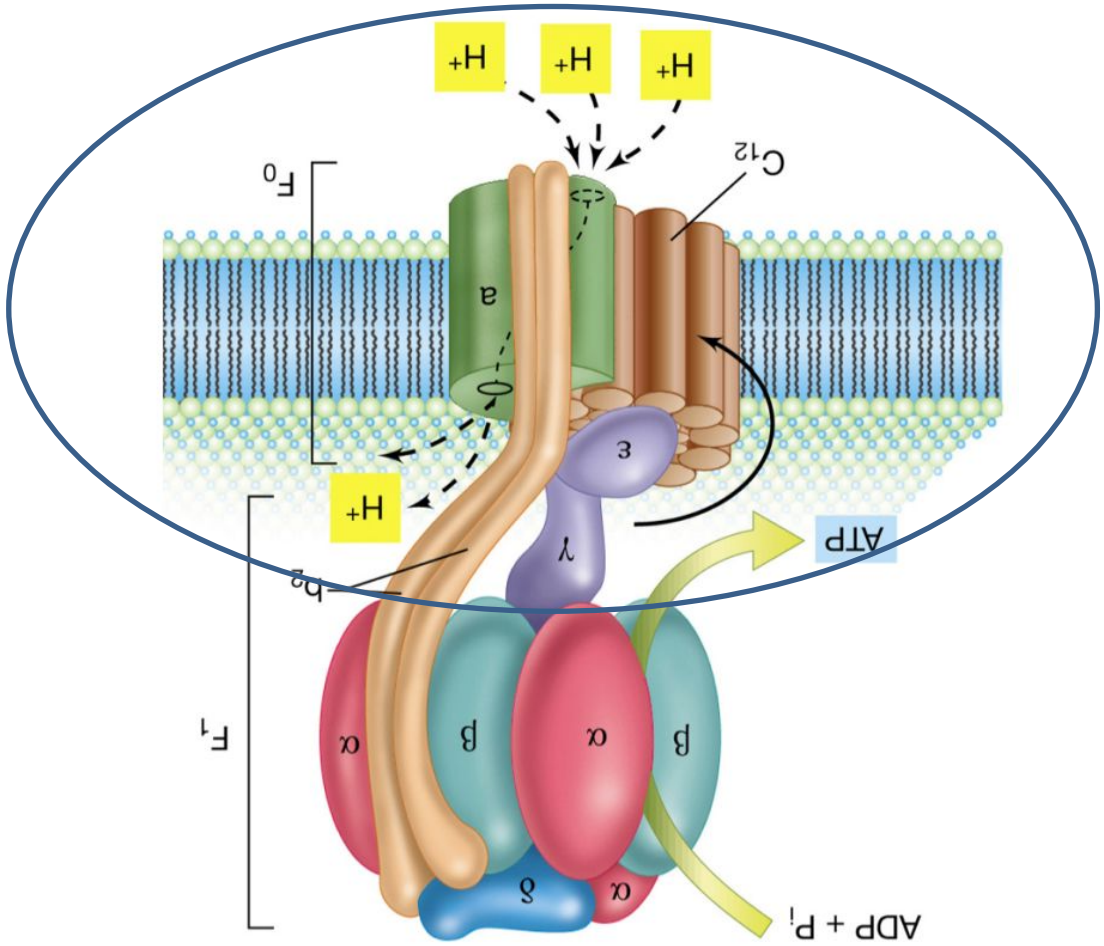
El complejo IV cataliza la reducción de O2, este complejo es una enorme estructura de polipéptidos conocida como citocromo oxidasa.

La estructura de la sintasa de ATP

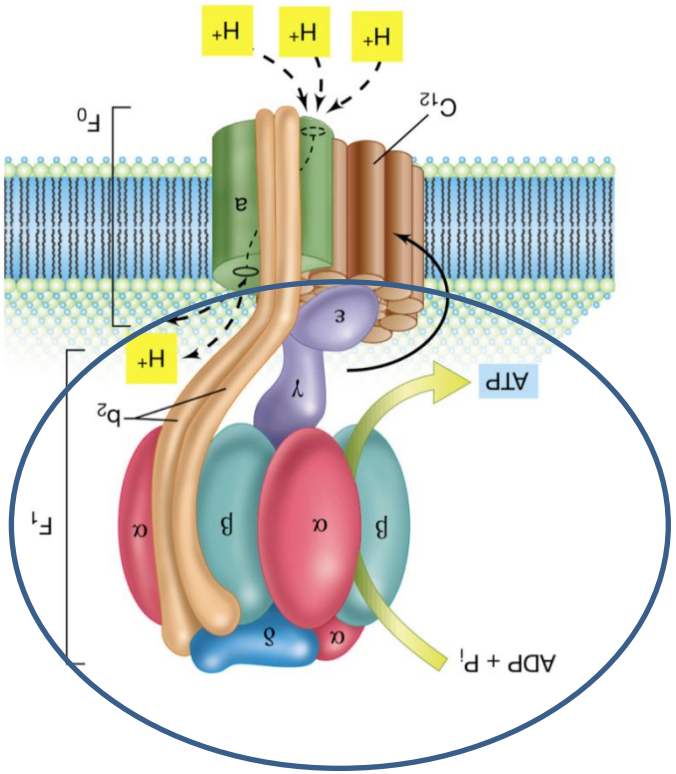
La enzima productora de ATP, la sintasa de ATP, es un complejo proteínico en forma de hongo. Conformada por dos subunidades, la porción F0 (sobre la membrana mitocondrial interna) y la porción F1 (ubicada hacia la matriz mitocondrial).



La base F0 contiene un canal por el cual se conducen los protones desde el espacio intermembranal a la matriz.



El complejo F1 tiene tres sitios catalíticos, uno en cada una de las tres subunidades β.



Un sitio está en la conformación "laxa" o L, en la que el ADP y el Pi están unidos con soltura; un segundo sitio está en la conformación "ajustada" o T, en la que los nucleótidos (sustratos ADP + sustratos Pi o producto ATP) están unidos con fuerza; y el tercer sitio está en la conformación "abierta" u O, que permite la liberación del ATP porque posee una afinidad muy baja por los nucleótidos.