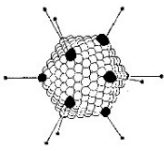


Parti del testo “Introduzione alla Virologia Moderna” da consultare per questa lezione

Capitolo 2 fino a pg. 14 e paragrafi 2.4, 2.5, 2.6 e 2.7

Capitolo 3

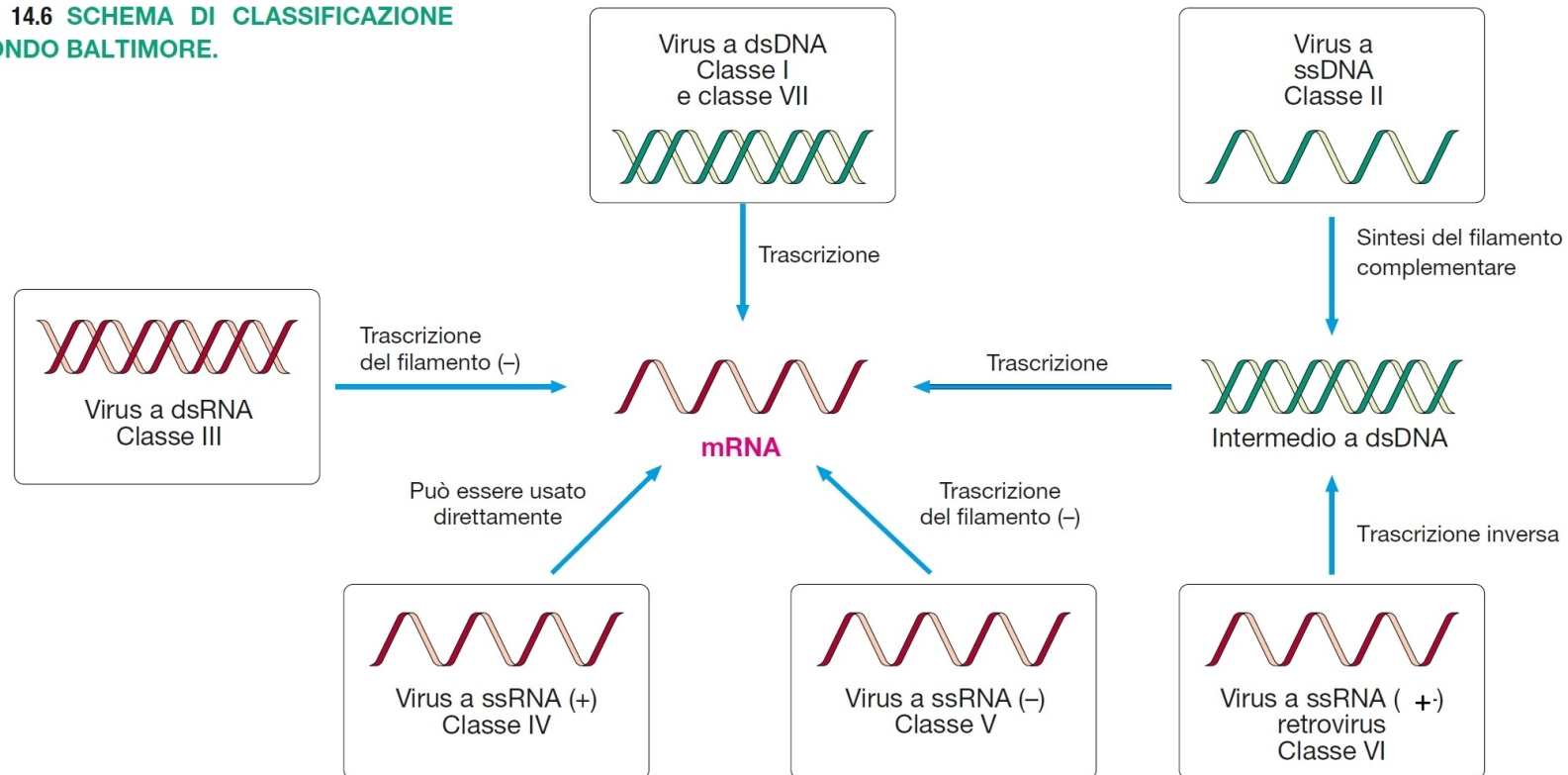


Classificazione secondo Baltimore (suddivisione in classi di replicazione)

Tutti i virus devono produrre un mRNA che possa essere tradotto dal macchinario traduzionale della cellula. In questo sistema di classificazione, la particolare via che dal genoma virale porta alla produzione di mRNA definisce una specifica classe virale basata sulla natura e sulla polarità dell'acido nucleico.

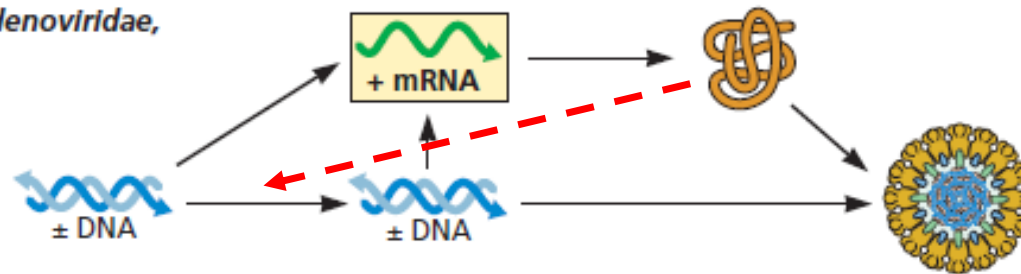
Classificazione secondo Baltimore (suddivisione in classi di replicazione)

Figura 14.6 SCHEMA DI CLASSIFICAZIONE SECONDO BALTIMORE.

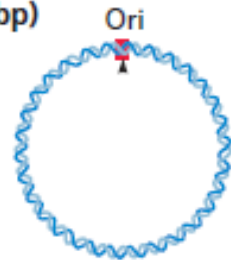


CLASSE 1 (dsDNA)

A dsDNA genome: *Polyomaviridae*, *Adenoviridae*, *Herpesviridae*, *Poxviridae*



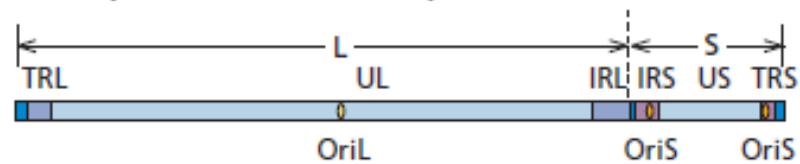
B *Polyomaviridae* (5 kbp)



C *Adenoviridae* (36–48 kbp)



D *Herpesviridae* (120–220 kbp)

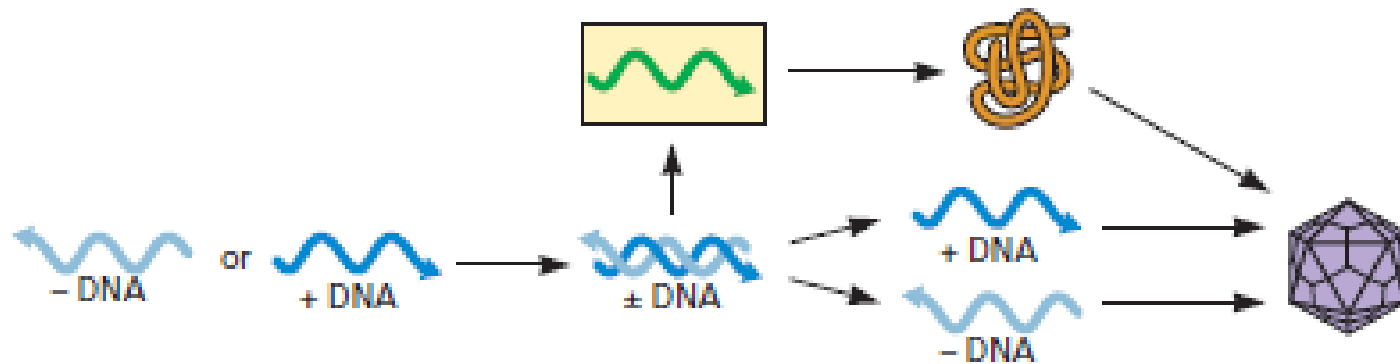


E *Poxviridae* (130–375 kbp)

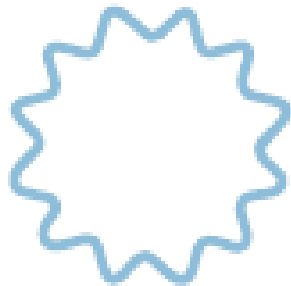


CLASSE 2 (ssDNA)

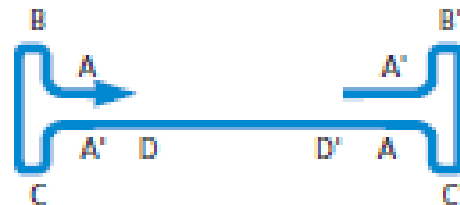
A ssDNA genome: *Circoviridae*, *Parvoviridae*



B *Circoviridae* (1.7–2.2 kb)

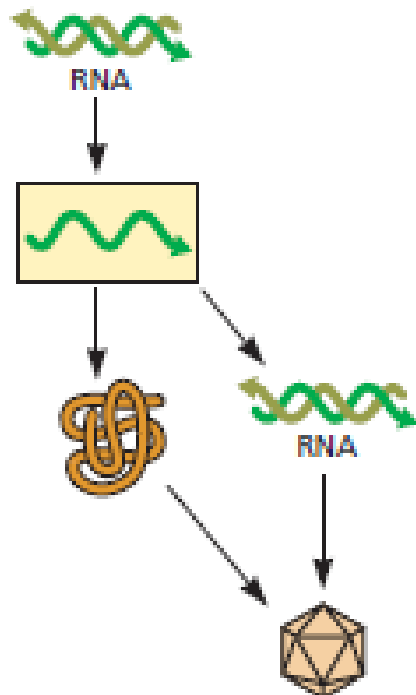


C *Parvoviridae* (4–6 kb)

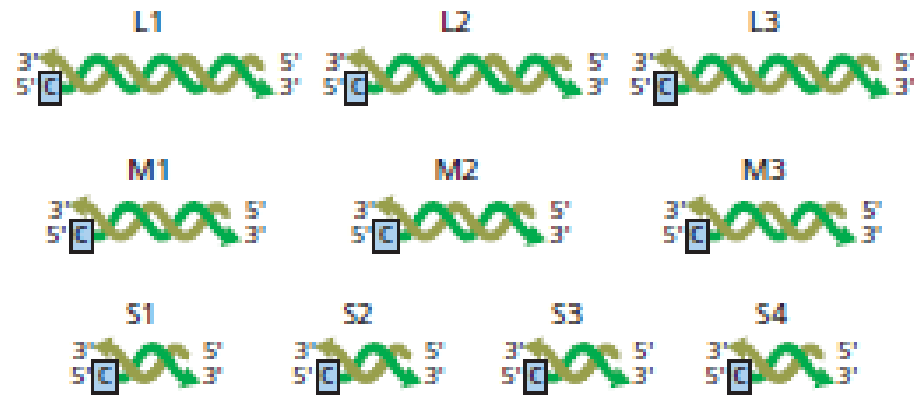


CLASSE 3 (dsRNA)

A dsRNA genome: *Reoviridae*

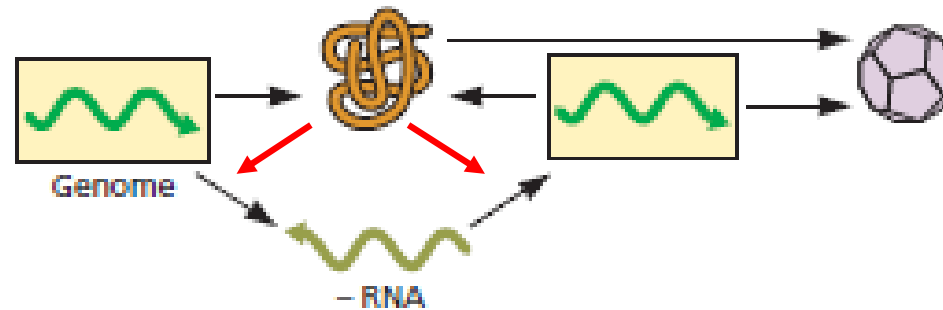


B *Reoviridae* (19–32 kbp in 10 dsRNA segments)



CLASSE 4 (ssRNA positive sense)

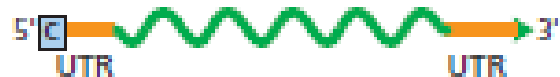
A ss (+) RNA: *Coronaviridae*, *Flaviviridae*, *Picornaviridae*, *Togaviridae*



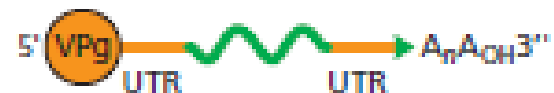
B *Coronaviridae* (28–33 kb)



B *Flaviviridae* (10–12 kb)



B *Picornaviridae* (7–8.5 kb)

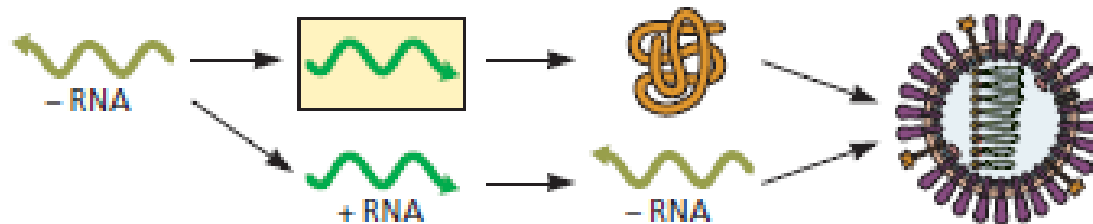


B *Togaviridae* (10–13 kb)



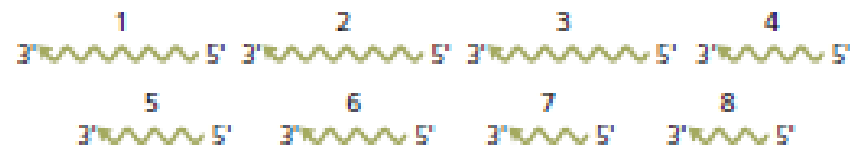
CLASSE 5 (ssRNA negative sense)

A ss (-) RNA: *Orthomyxoviridae*, *Paramyxoviridae*, *Rhabdoviridae*



B Segmented genomes: *Orthomyxoviridae*
(10–15 kb in 6–8 RNAs)

(-) strand RNA segments



Nonsegmented genomes: *Paramyxoviridae* (15–16 kb)



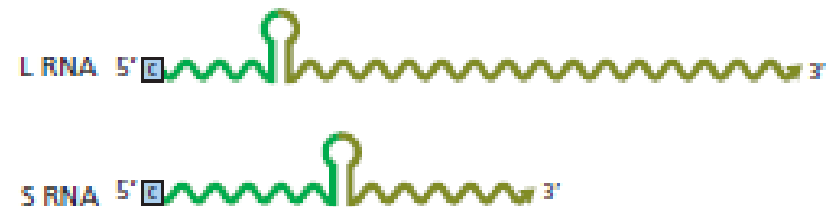
Rhabdoviridae (13–16 kb)



C Ambisense (-) strand RNA

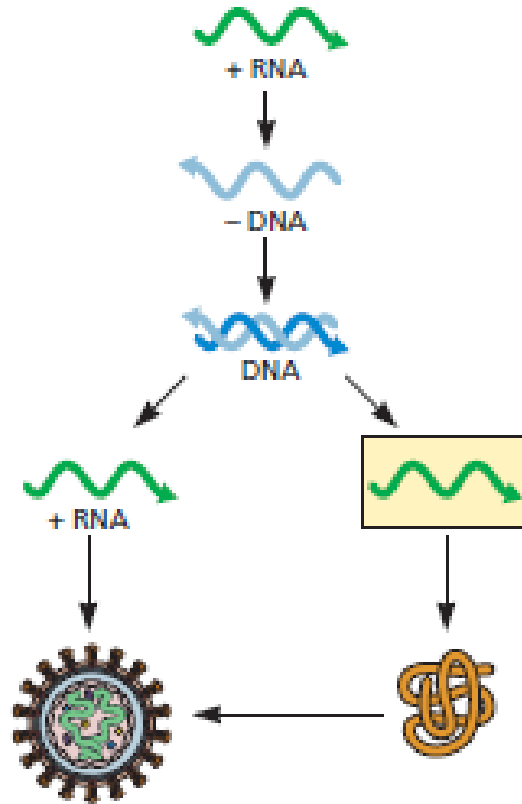
Arenaviridae (11 kb in 2 RNAs)

Bunyaviridae (12–23 kb in 3 RNAs)



CLASSE 6 (ssRNA with DNA intermediate)

A ss (+) RNA with DNA intermediate: *Retroviridae*



B *Retroviridae* (7–10 kb)



CLASSE 7 (dsDNA with RNA intermediate)

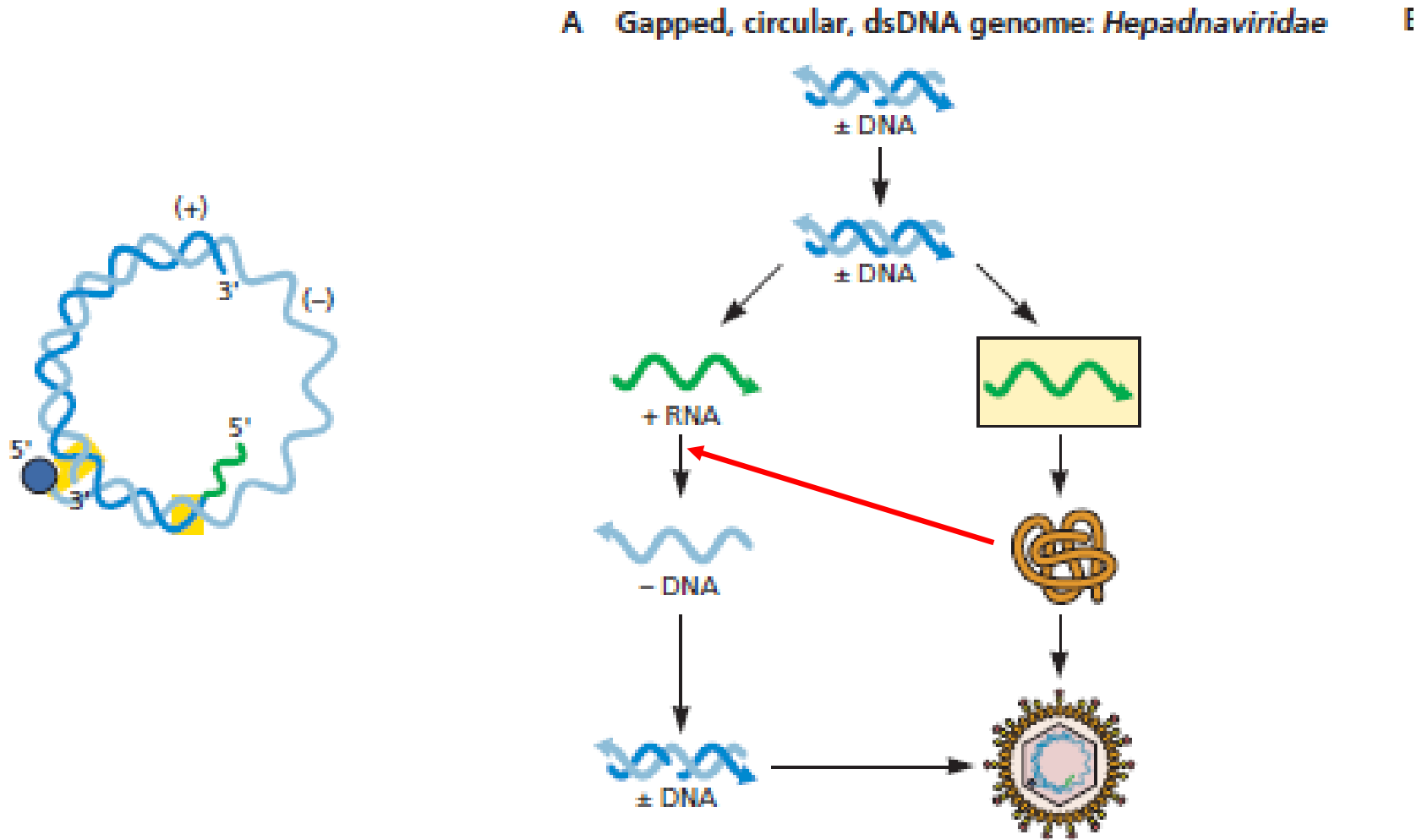
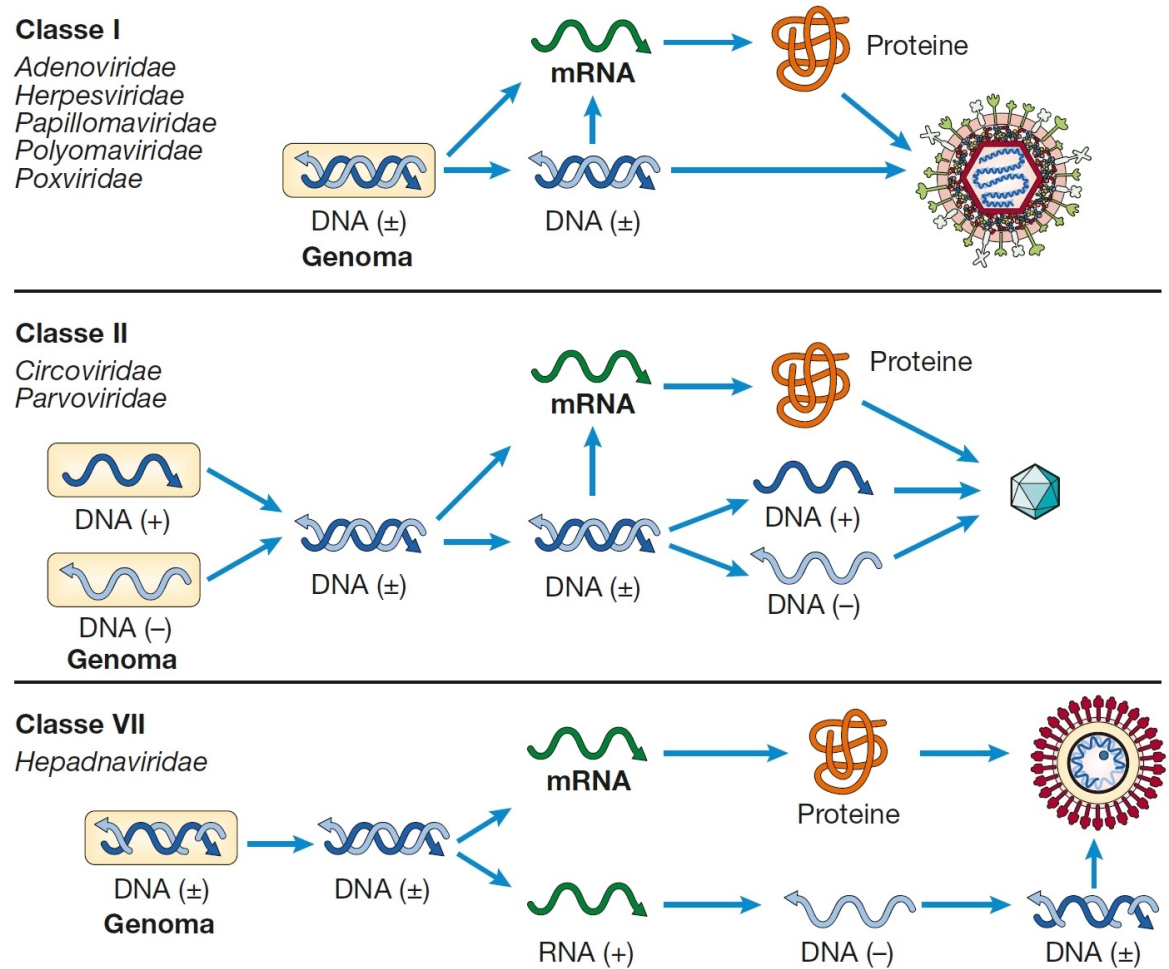
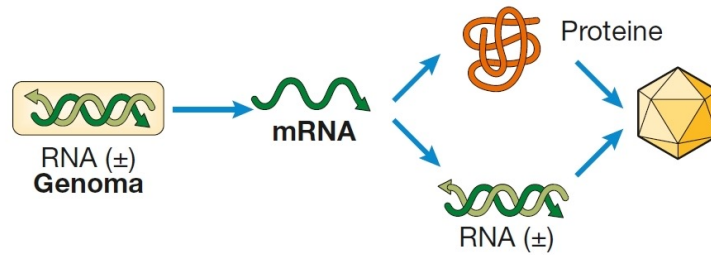


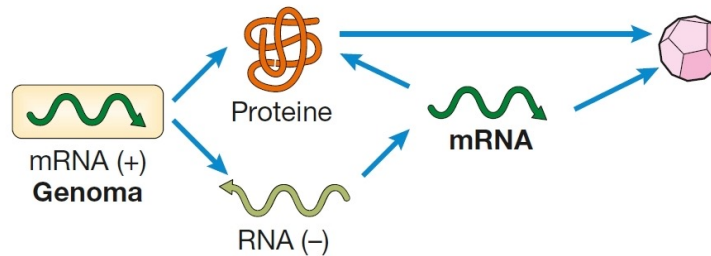
Figura 14.8 RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL FLUSSO DEGLI EVENTI NELLA REPLICAZIONE DEI VIRUS ANIMALI A DNA DELLE CLASSI I, II E VII SECONDO LA CLASSIFICAZIONE DI BALTIMORE.



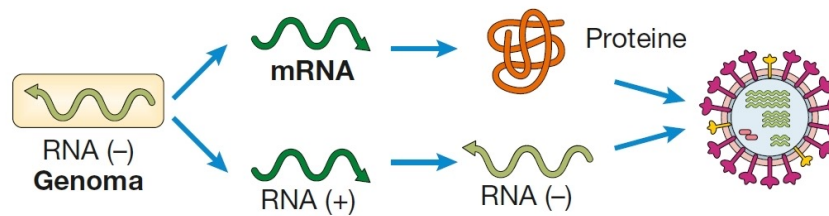
Classe III
Reoviridae



Classe IV
Picornaviridae
Togaviridae
Flaviviridae
Coronaviridae



Classe V
Orthomyxoviridae
Paramyxoviridae
Rhabdoviridae



Classe VI
Retroviridae

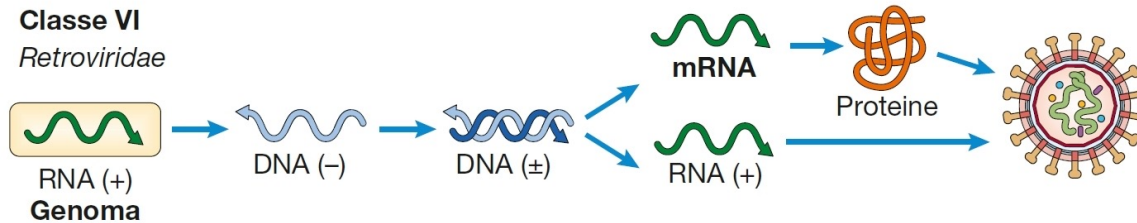
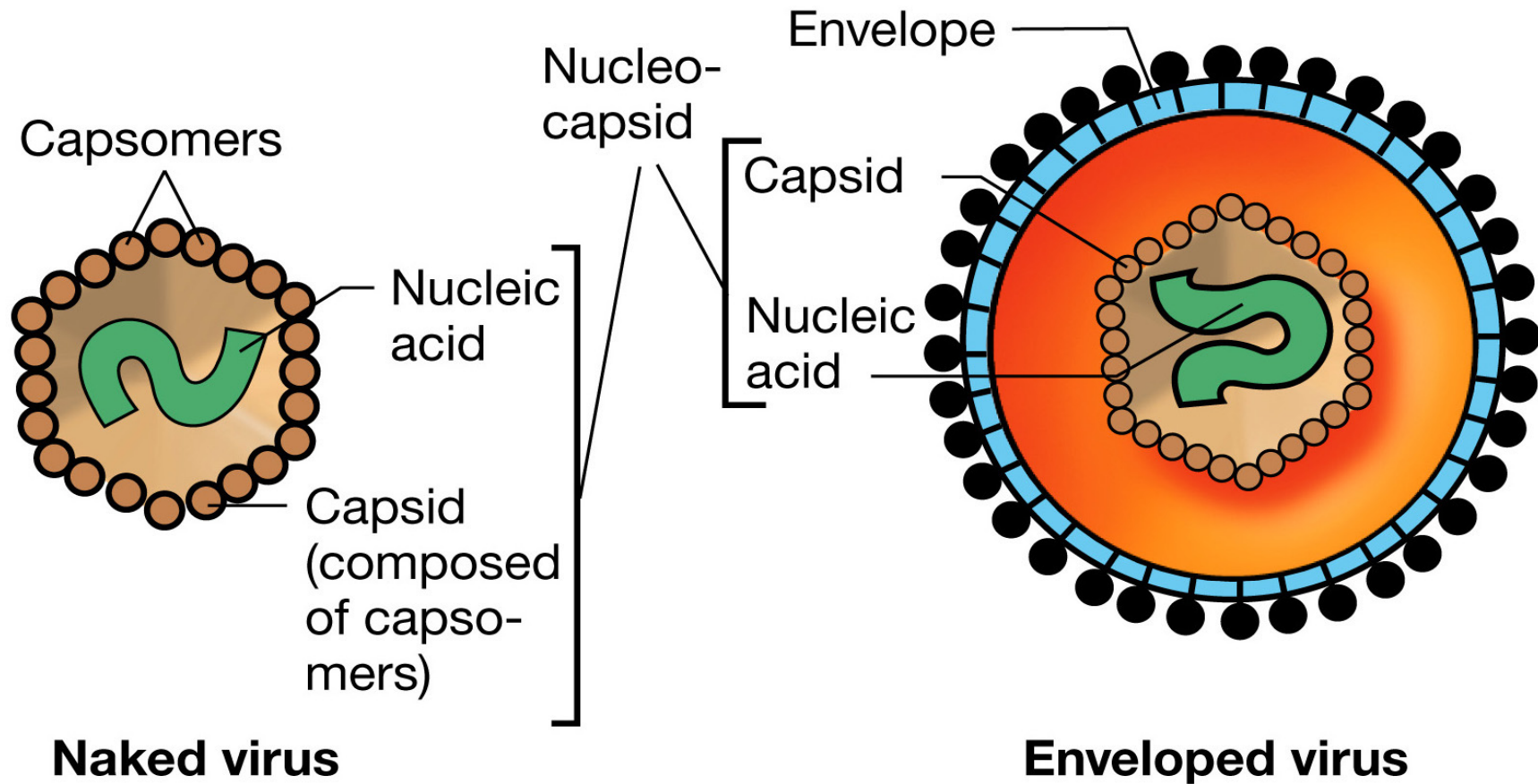


Figura 14.9 RAPPRESENTAZIONE SCHEMATICA DEL FLUSSO DEGLI EVENTI NELLA REPLICAZIONE DEI VIRUS ANIMALI A RNA DELLE CLASSI III, IV, V E VI SECONDO LA CLASSIFICAZIONE DI BALTIMORE.

Struttura del virione



Struttura del virione

Funzioni delle proteine virioniche di rivestimento

Protezione del genoma (soprattutto proteine del capside e nucleocapside)

- Assemblaggio di un rivestimento proteico protettivo e stabile
- Riconoscimento specifico e impacchettamento del genoma
- In molti virus, interazione con la membrana dell'ospite per formare l'envelope

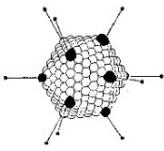
Trasporto del genoma

- Legame specifico con i recettori della cellula ospite
- Induzione della fusione dell'envelope con la membrana dell'ospite
- Segnali specifici che inducono la liberazione del genoma all'interno della cellula ospite (uncoating)
- Interazione con componenti cellulari che permettono il trasporto del genoma al sito appropriato per la replicazione

Struttura del virione

Capside (nei virus rivestiti denominato **nucleocapside**)

Struttura proteica protettiva che circonda il genoma virale. E' costituito da subunità proteiche assemblate a formare una struttura simmetrica ripetitiva. Le principali classi di simmetria sono quella **elicoidale** e quella **icosaedrica**. Le dimensioni del capside determinano in qualche modo la quantità (quindi le dimensioni) del materiale genetico che può essere impacchettato nella particella virale.



Struttura del virione

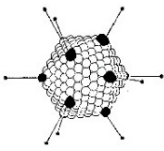
Capside-Nomenclatura

Subunità strutturale (protomero): le singole proteine o i singoli complessi proteici che costituiscono il capside

Unità morfologica (capsomero), : la struttura più piccola visibile al microscopio elettronico, formata dall'interazione di più protomeri.

Nella simmetria icosaedrica

- **Pentoni:** capsomeri formati da cinque protomeri
- **Esoni:** capsomeri formati da sei protomeri



Struttura del virione

Capside - Simmetria elicoidale

Le dimensioni dei virioni con un capside a simmetria elicoidale sono date in termini di diametro, che dipende dalle caratteristiche dei protomeri, e di lunghezza, che dipende dalle dimensioni del genoma.

La simmetria elicoidale è definita da due parametri:

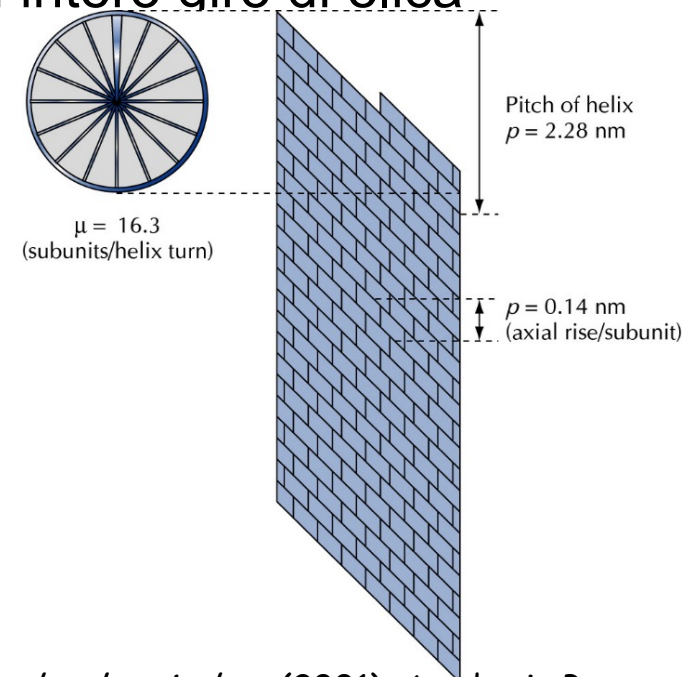
Ampiezza = diametro

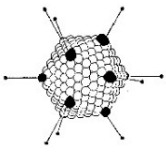
Passo dell' elica (P) = distanza coperta da un intero giro di elica

$$P = \mu \times \rho$$

μ = numero di protomeri per giro d' elica

ρ = incremento assiale per subunità



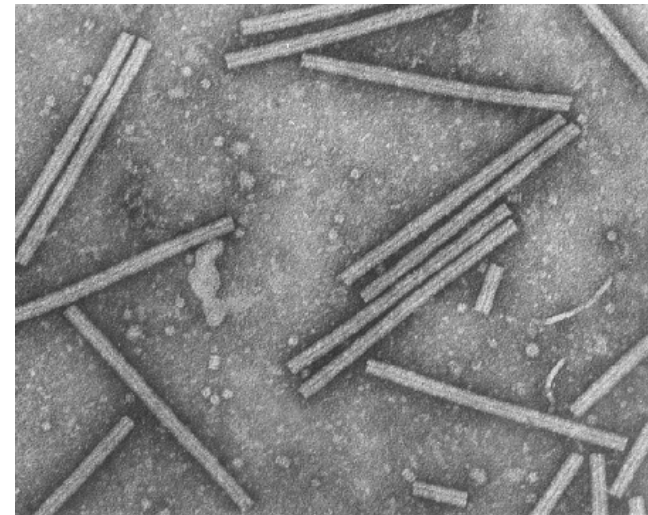
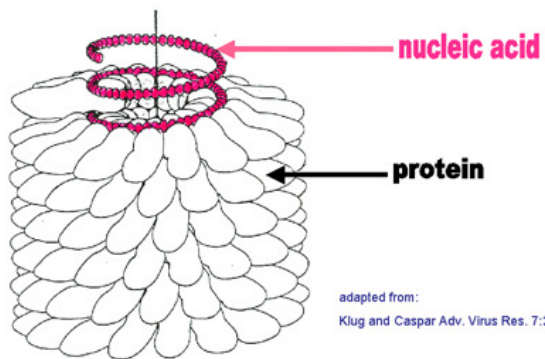


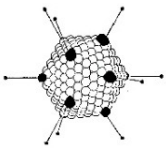
Struttura del virione

Capside - Simmetria elicoidale

La simmetria elicoidale è molto frequente tra i virus vegetali

TOBACCO MOSAIC VIRUS

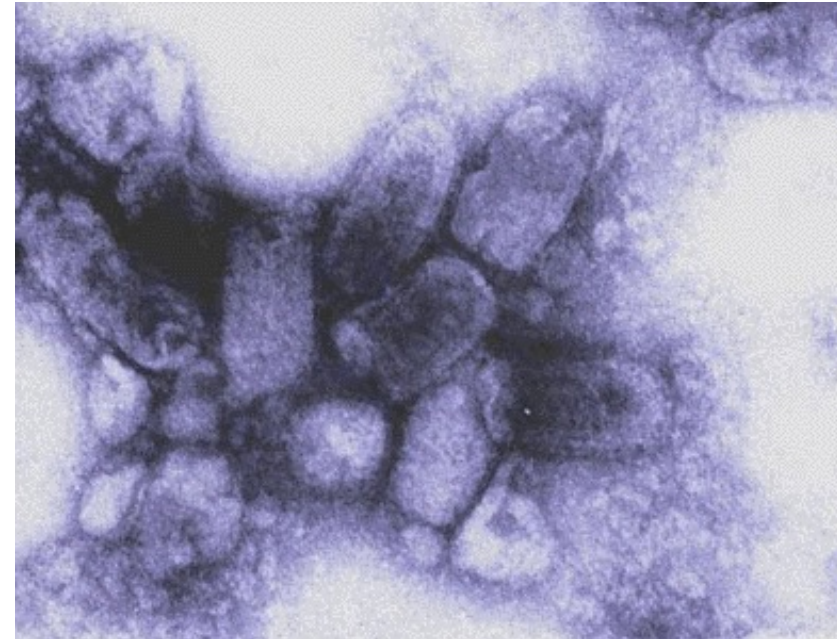
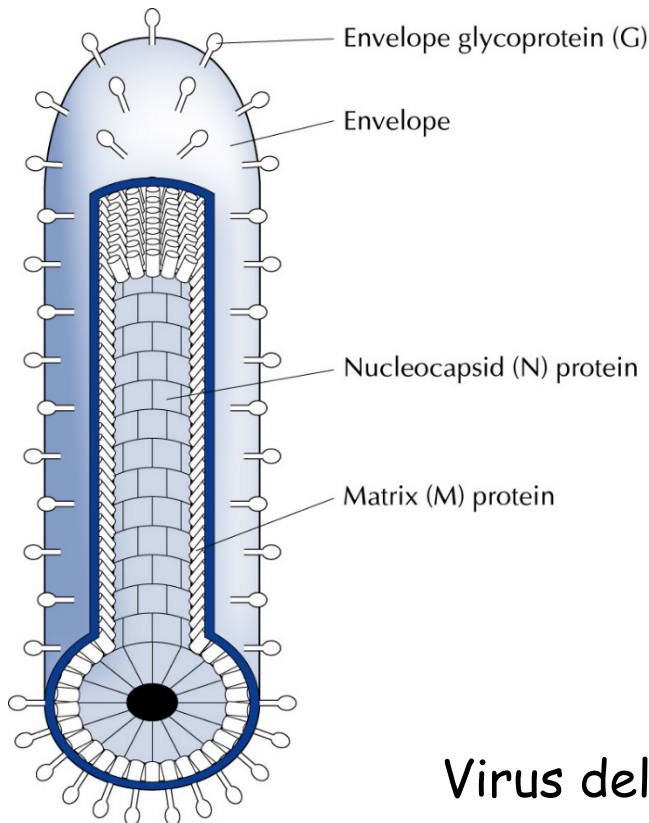




Struttura del virione

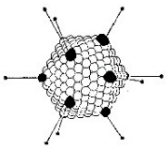
Capside - Simmetria elicoidale

I virus animali a simmetria elicoidale sono tutti provvisti di envelope
Numerosi virus patogeni per l' uomo sono caratterizzati da questa struttura: virus dell' influenza (orthomyxovirus), i virus che causano la parotite epidemica e il morbillo (paramyxovirus), il virus della rabbia (rabdovirus), i coronavirus.



Virus della rabbia

From Cann *Principles of molecular virology* (2001). Academic Press



Struttura del virione

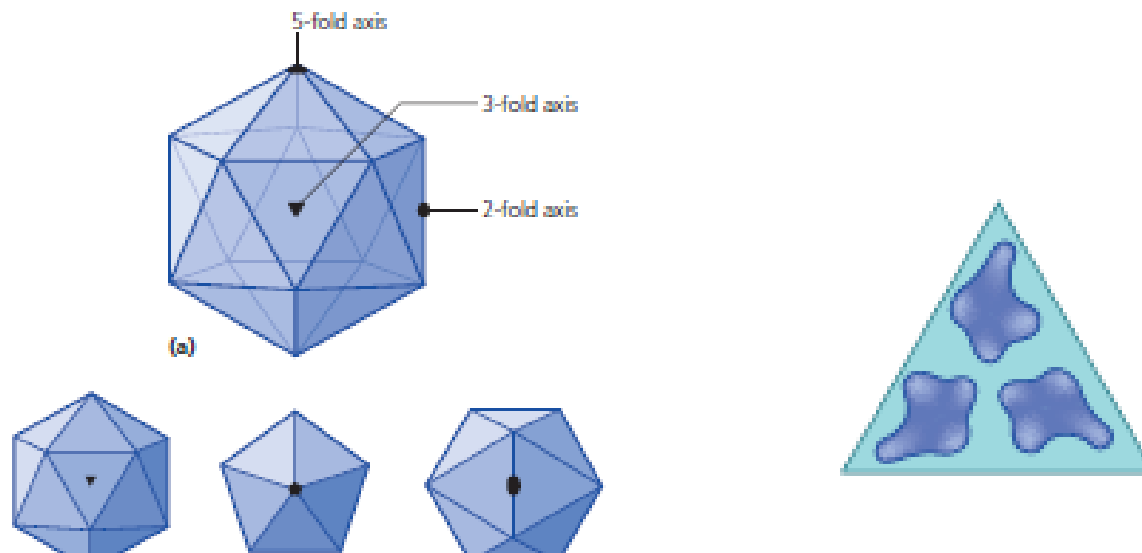
Particelle virali isometriche, simmetria icosaedrica

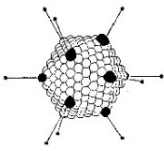
L' icosaedro è un solido con 20 facce triangolari e 12 vertici;

È un involucro **chiuso** (il capsid e elicoidale è una struttura **aperta**);

È caratterizzato da 3 assi di simmetria rotatoria:

- asse di simmetria 5 che passa attraverso ognuno dei dodici vertici, sono possibili 5 rotazioni di 72° , ciascuna delle quali produce una configurazione identica
- asse di simmetria 3, che passa per il centro di ciascuna delle venti facce, sono possibili tre rotazioni di 120° , ciascuna delle quali produce una configurazione identica
- Asse di simmetria 2, che passa per ciascuno dei trenta spigoli dell' icosaedro, sono possibili 2 rotazioni di 180° , ciascuna delle quali produce una configurazione identica





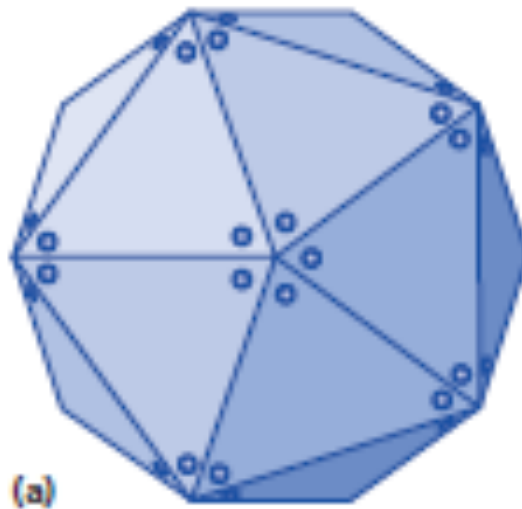
Struttura del virione

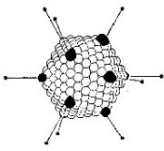
Capside - Simmetria Icosaedrica

Gli involucri più semplici sono formati da 60 **protomeri**, tre per faccia, ognuno posto ad uno dei vertici.

L'insieme dei cinque protomeri attorno a ciascun vertice dell' icosaedro costituisce un **capsomero** (in questo caso un **pentone**)

Solo i virioni più piccoli e più semplici hanno un capside composto da 60 protomeri, ed alcuni esempi si trovano tra i virus delle piante





Struttura del virione

Capside - Simmetria Icosaedrica

La maggior parte degli altri virus con capside a simmetria icosaedrica hanno più di 60 protomeri

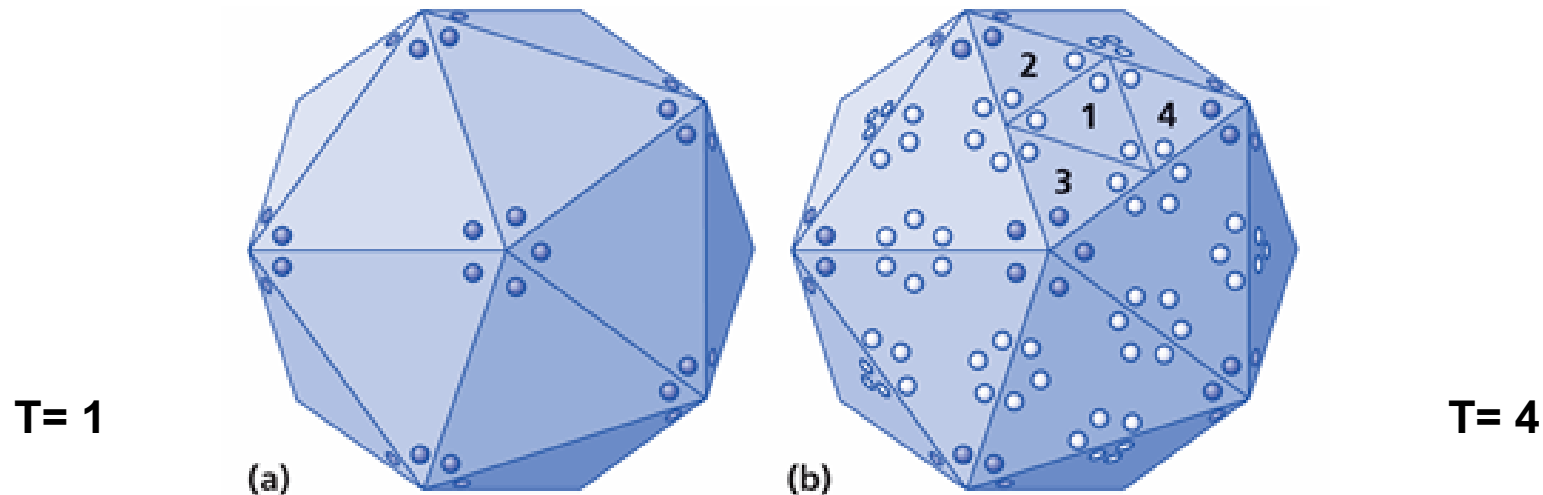
Numero di triangolazione (T). Numero di triangoli inscritti per faccia.

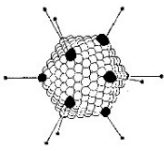
Il più piccolo numero possibile è 3, poi 4, 7, 9, 12 ... quindi avremo

T=1 per l' icosaedro base

T=3 Tre triangoli inscritti per ciascuna faccia (sei emi-triangoli)

T=4 Quattro triangoli inscritti per ciascuna faccia etc...



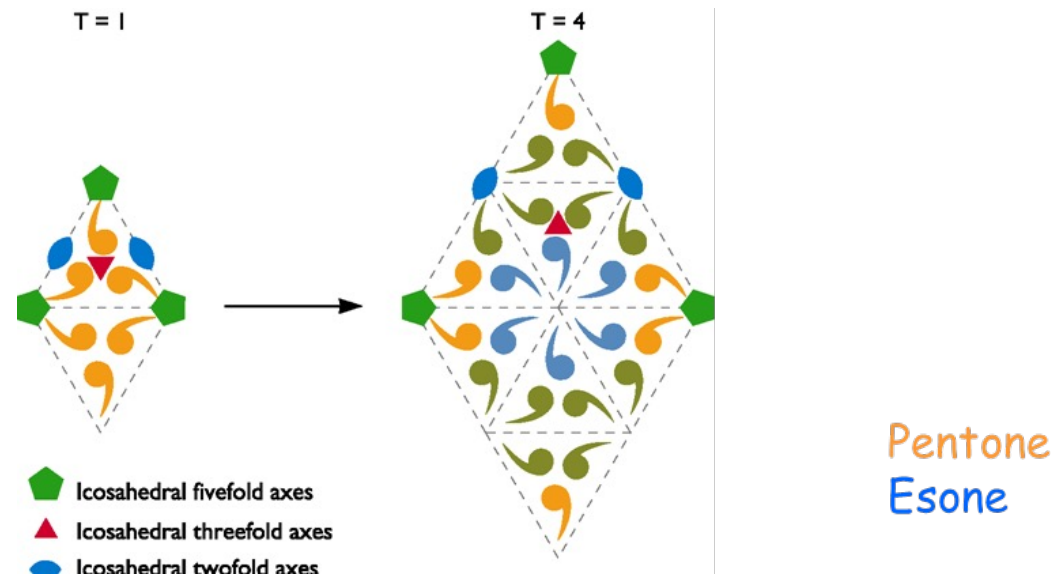


Struttura del virione

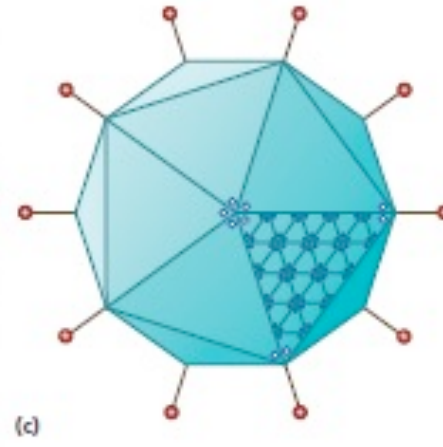
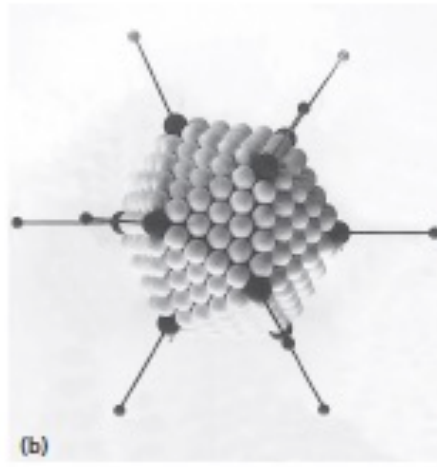
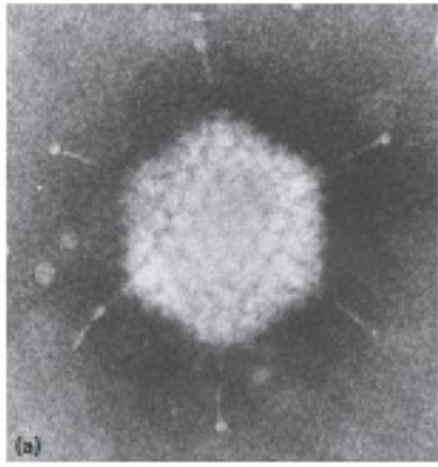
Capside - Simmetria Icosaedrica

Principio di semi-equivalenza: quando la stessa unità strutturale o protomero si organizza a formare sia **pentoni** che **esoni**, le diverse interazioni stabilite nel formare i due tipi di capsomeri sono da attribuire e differenze di configurazione della stessa catena polipeptidica.

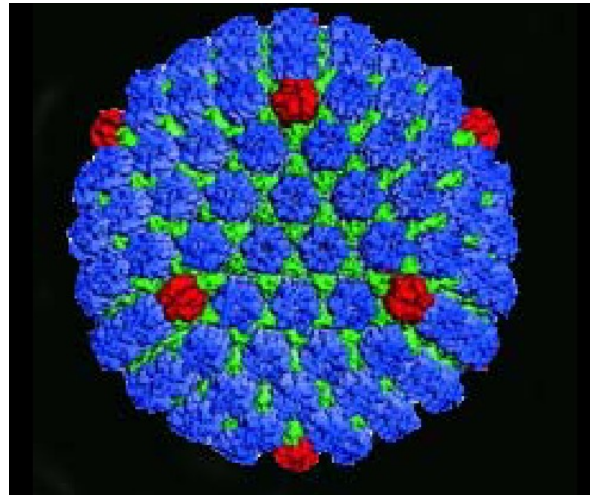
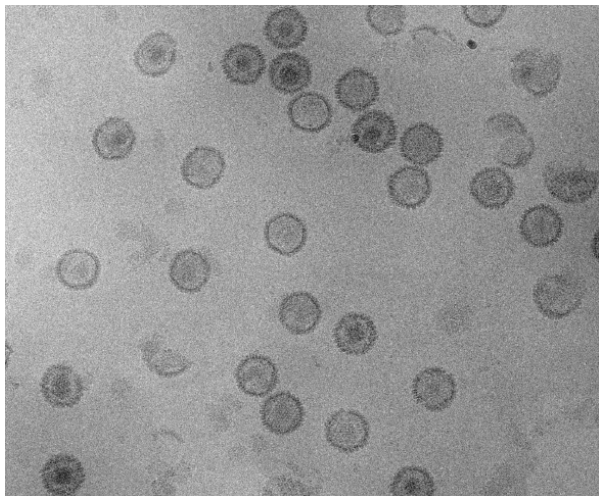
Poiché ciascun triangolo inscritto è formato da 3 protomeri, uno per vertice, nei capsidi icosaedrici con $T > 1$ il numero di protomeri sarà $60 \times T$



From Flint et al. *Principles of Virology* (2000), ASM Press

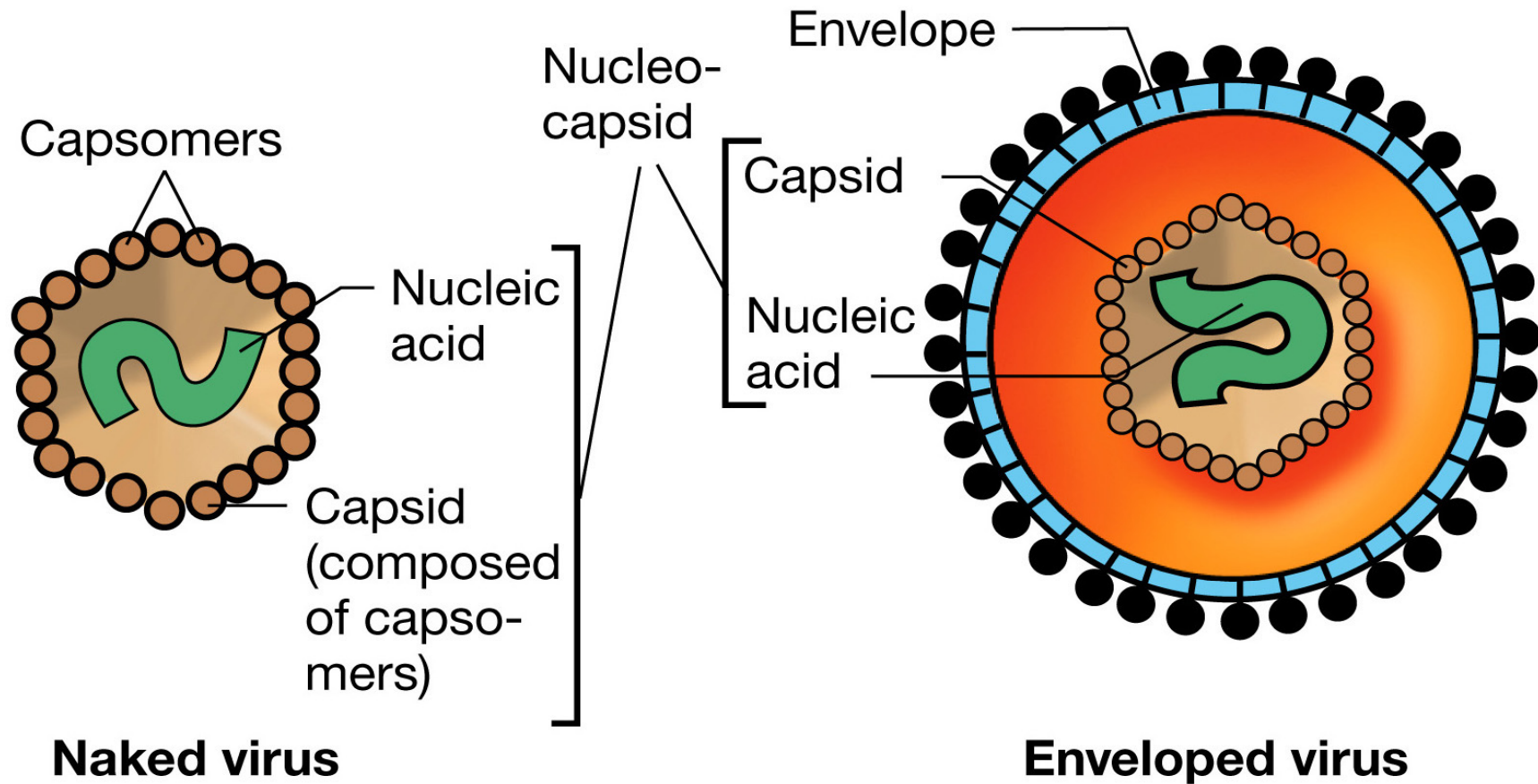


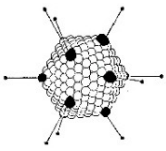
Adenovirus T=25



HSV-1 T=16

Struttura del virione

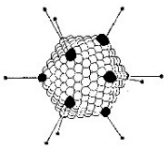




Struttura del virione

Involucro pericapsidico (**envelope**)

Doppio strato lipidico che circonda il nucleocapside di molti virus animali. Deriva dalle membrane cellulari come risultato del processo di gemmazione della particella virale. L'envelope contiene proteine, codificate dal genoma virale; spesso glicoproteine con un ruolo importante nel processo di attacco/adsorbimento e entrata del virus nella cellula ospite. La presenza dell'envelope conferisce minore stabilità al virione.

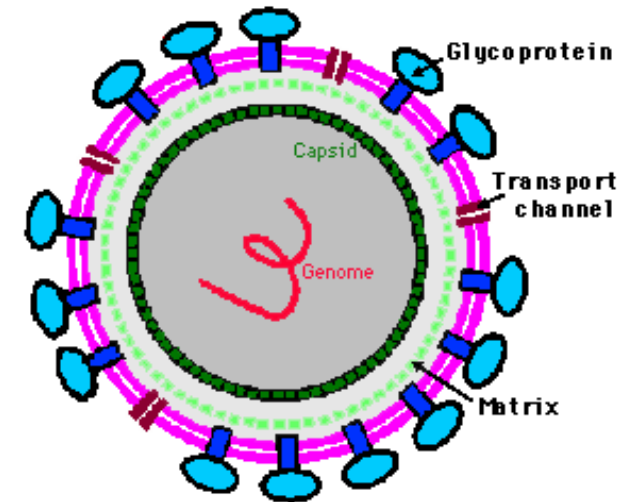


Struttura del virione

Involucro pericapsidico (**envelope**)

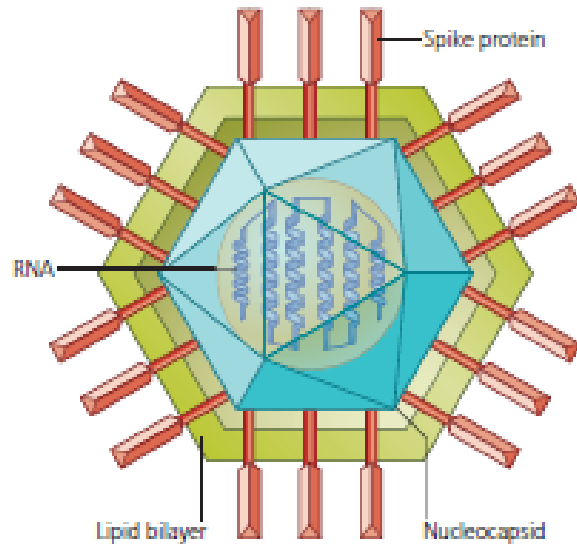
Al **doppio strato lipidico** derivato dalle membrane cellulari sono associate proteine virus-specifiche quali:

- Glicoproteine, suddivise in base alla loro funzione in: **glicoproteine esterne o di superficie**, **proteine transmembrana** e **canali di trasporto**
- **Proteine della matrice**



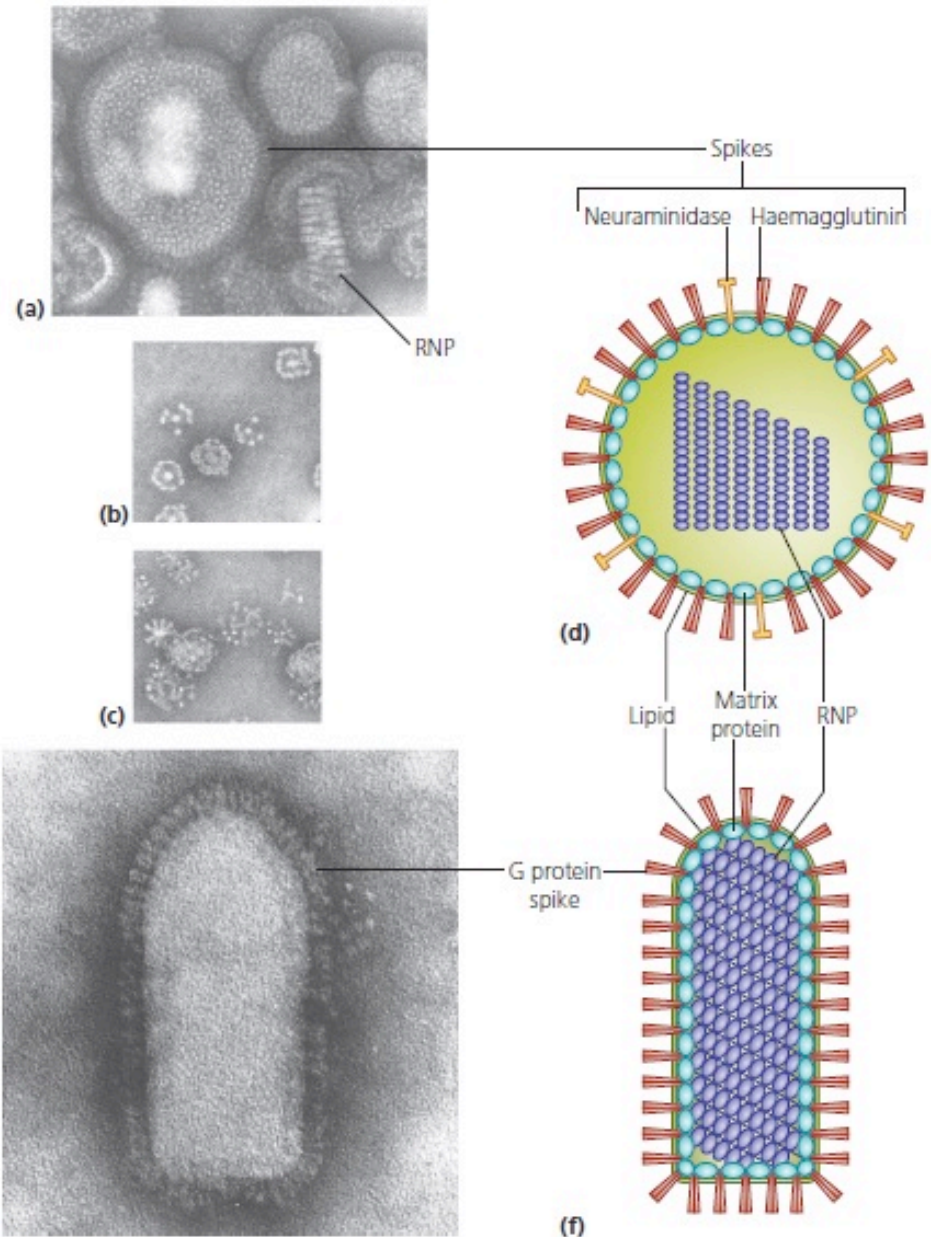
Struttura del virione

Involucro pericapsidico (**envelope**)



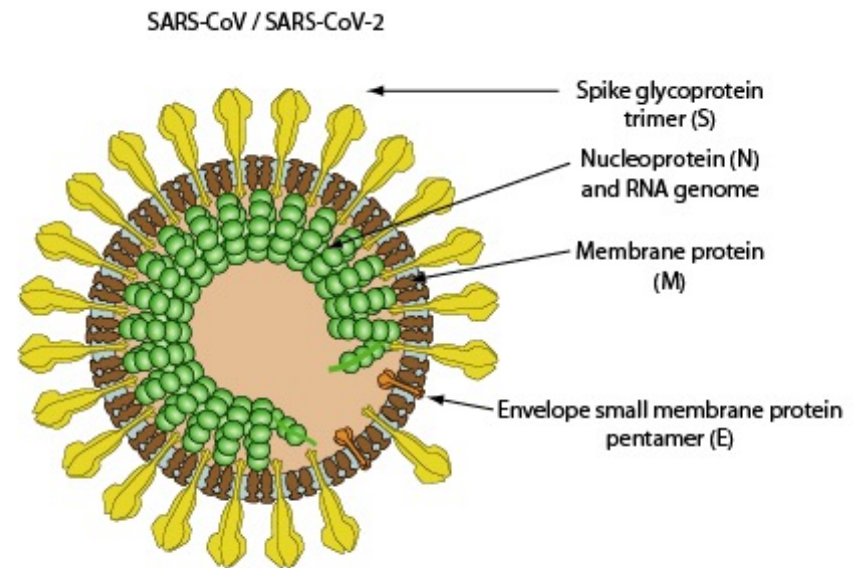
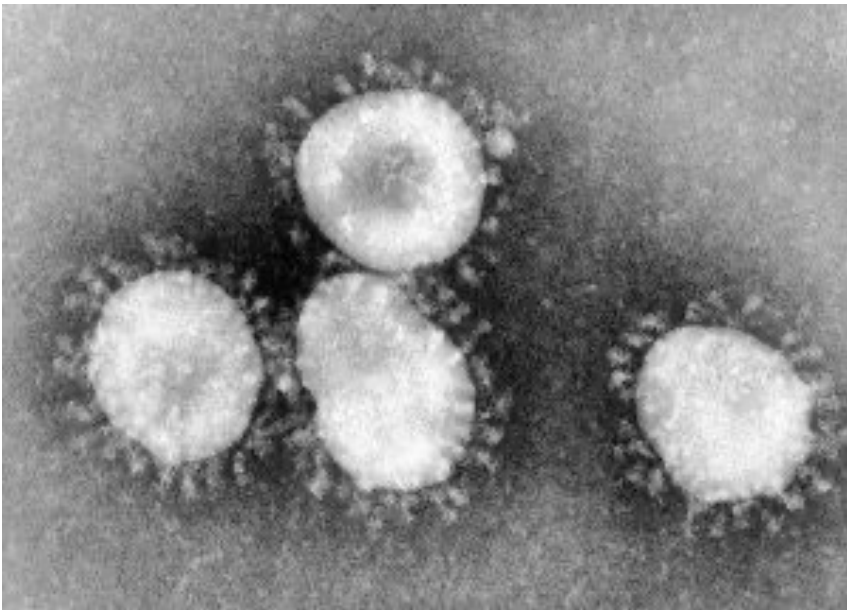
Sindbis virus:
an enveloped icosahedron

Viruses with enveloped helical structures.



Viruses with enveloped helical structures

Coronavirus.



© ViralZone 2020
SIB Swiss Institute of Bioinformatics

CDC/Dr Fred Murphy

Struttura del virione

Strutture complesse

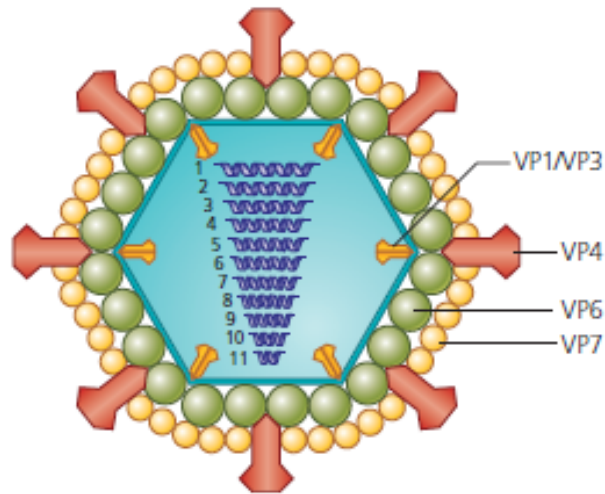


Fig. 2.12 The triple shelled structure of rotavirus showing the location of polypeptides in the virion.

