

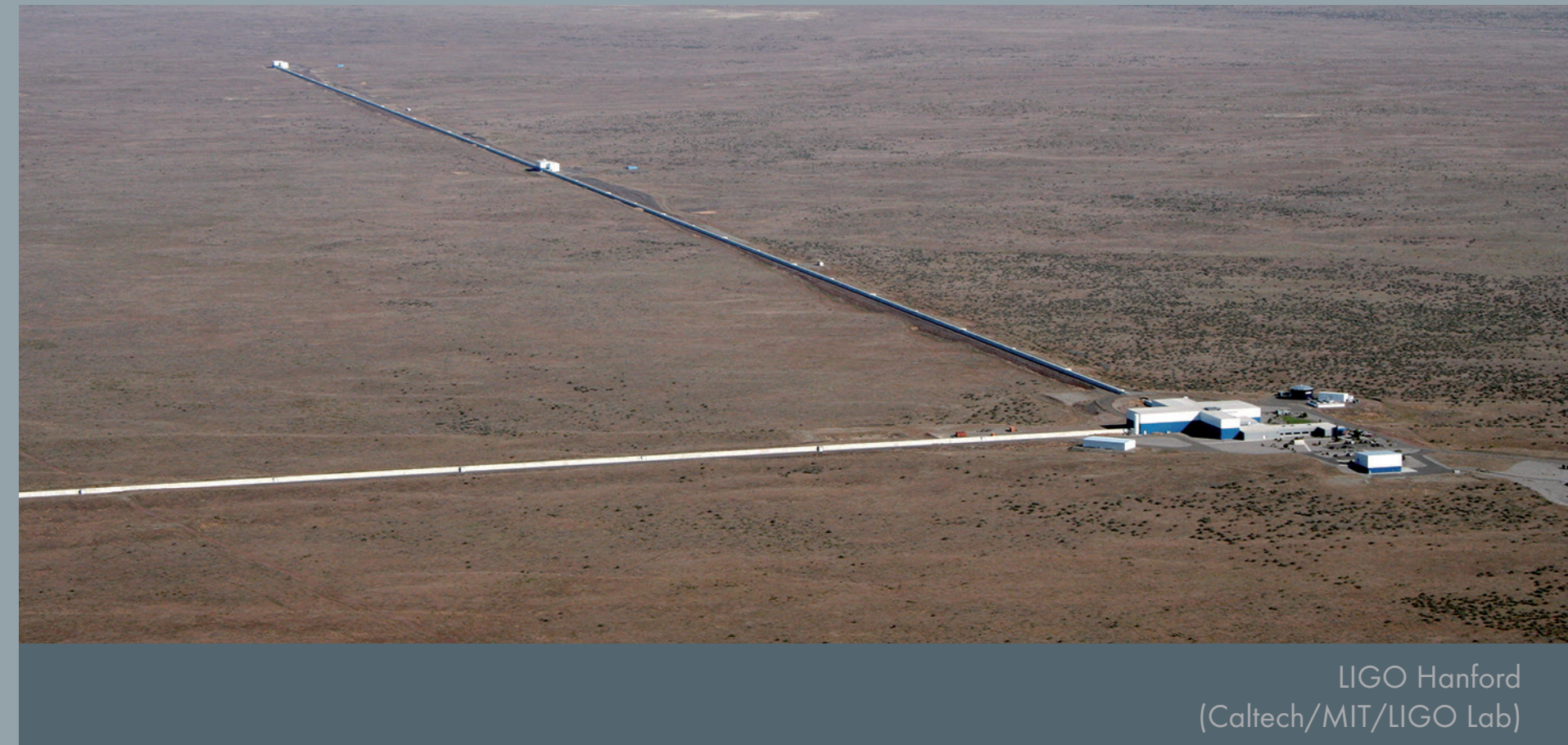
# En busca de les ones gravitacionals

«We did it» (D. Reitze, 11/02/2016), el descobriment:

El 2015, el LIGO (Laser Interferometer Gravitational-wave Observatory) va detectar ones gravitacionals per primera vegada.

Les van crear dos forats negres que orbitaven un a l'entorn de l'altre fins a xocar. Tot això va succeir a 1000 milions d'anys llum de nosaltres. Tenien 36 i 29 vegades la massa del Sol. En fusionar-se van formar un nou forat negre amb una massa de 62 Sols.

$36 + 29 = 62$ ? La diferència en la massa no és un error: la massa restant es va convertir en energia radiada com a ones gravitacionals. Aquesta energia, alliberada en fraccions de segon, podria cobrir el nostre consum energètic a la Terra durant molt més temps que l'edat de l'univers.

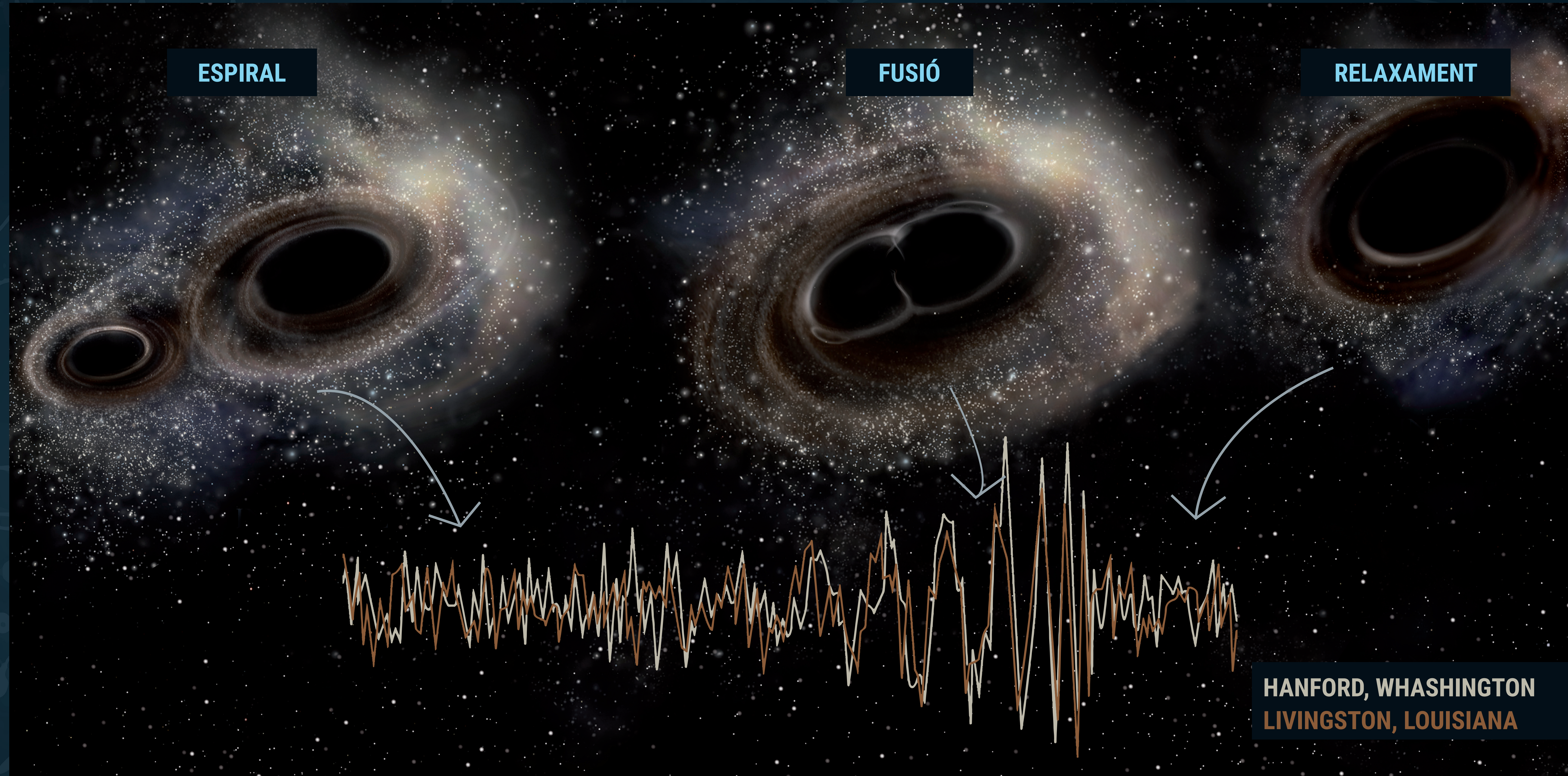


LIGO Hanford (Caltech/MIT/LIGO Lab)

Els detectors del LIGO a Hanford (a dalt) i a Livingston (a baix) tenen dos braços iguals de 4 km de longitud, per on hi passen raigs làser. Quan una ona gravitacional hi passa, aquests braços canvien la seva longitud per una fracció de la mida d'un protó. Això vol dir que el raig làser triga més (o menys) temps a tornar. Amb aquesta diferència al temps de tornada es poden mesurar les ones gravitacionals.



LIGO Livingston (Caltech/MIT/LIGO Lab)



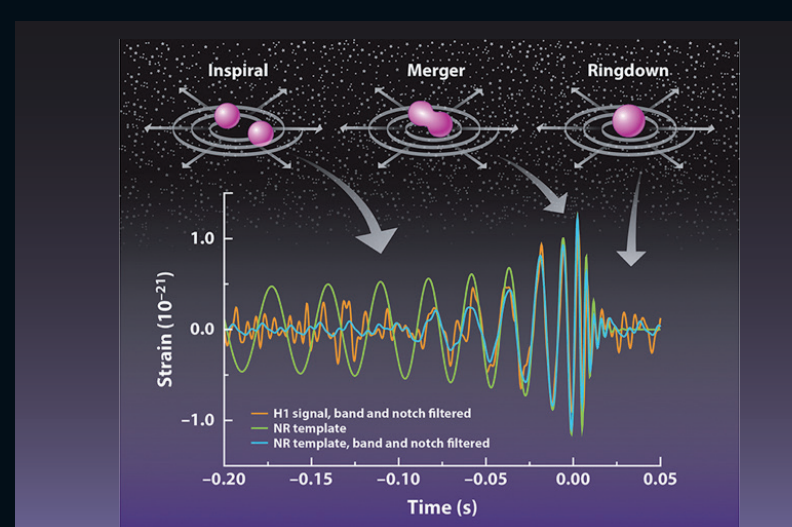
HANFORD, WASHINGTON  
LIVINGSTON, LOUISIANA

(LIGO, NSF, Il·lustració A. Simonnet [S.S.U.])

Una il·lustració dels forats negres orbitant (esquerra) i col·lidint (centre), i de l'oscil·lació del forat negre resultant (dreta). A sota el senyal que va detectar el LIGO.

2015

## LIGO

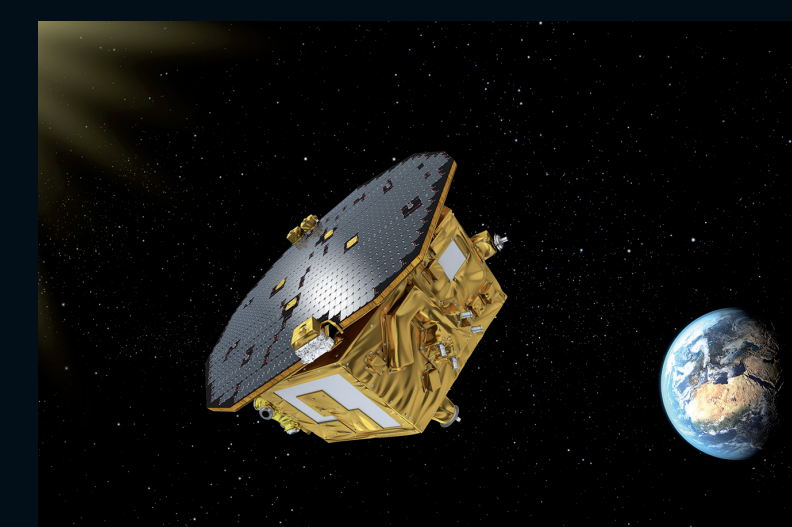


Senyal detectada (Frans Pretorius, APS/CarinCain)

El LIGO va començar a buscar ones gravitacionals el 2002. El 14 de setembre de 2015 les detecta per primer cop directament (premi Nobel 2017).

2015-2016

## LISA Pathfinder

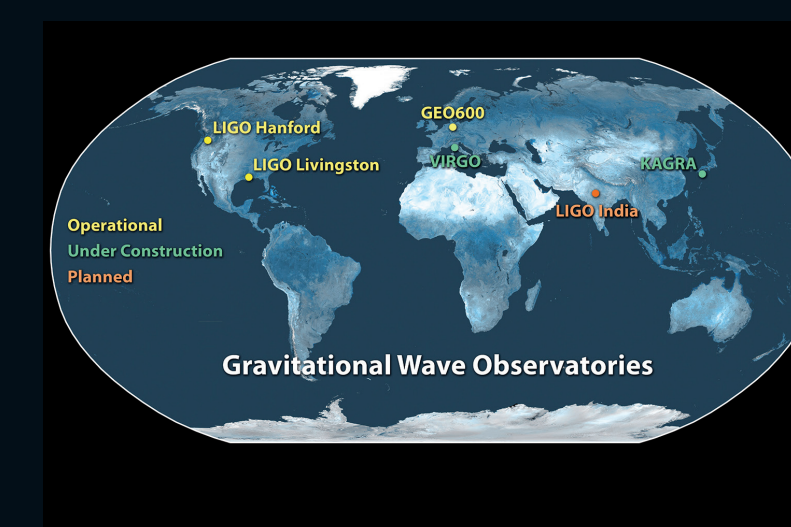


Il·lustració de LISA Pathfinder (ESA-C.Carreau)

LISA Pathfinder prova amb èxit la tecnologia per LISA (Laser Interferometer Space Antenna), un detector semblant a LIGO però molt més gran i a l'espai.

2020 - 2030

## Una xarxa mundial de detectors

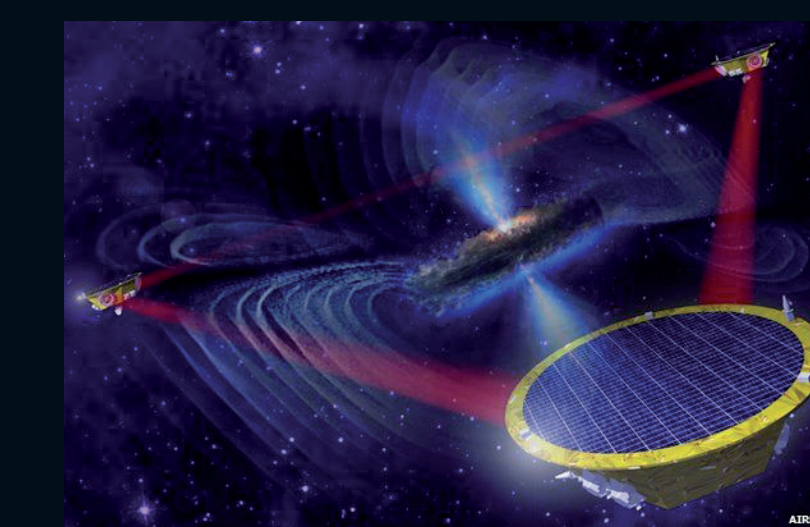


Mapa de la xarxa mundial de detectors (Caltech/MIT/LIGO Lab)

Aquesta xarxa «escollarà» la fusió de forats negres amb masses estel·lars i d'estrelles de neutrons, explosions de supernoves i ...?

2030 - 2040

## LISA



Il·lustració de LISA (AIRBUS DS)

LISA percebrà la fusió de les galàxies. I també la caiguda d'estrelles i forats negres de massa estel·lar al forat negre supermassiu de la nostra galàxia —a més de moltes altres coses que ni sospitem.

