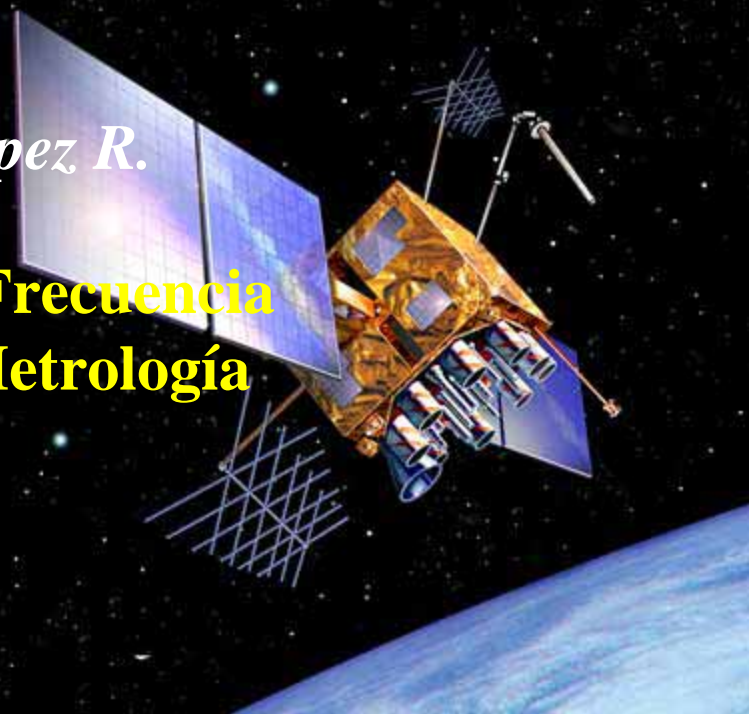


# La Técnica de Vista Común en la Calibración de Osciladores

Por

*J. Mauricio López R.*

**División de Tiempo y Frecuencia  
Centro Nacional de Metrología  
(CENAM)**



# Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

24 satélites

Por lo menos 2  
relojes atómicos  
en cada satélite

Radio de las órbitas  
igual a 4.2 veces el  
radio de la tierra  
(20,200 km)

6 planos orbitales a  $55^\circ$   
de inclinación del  
plano ecuatorial



# Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

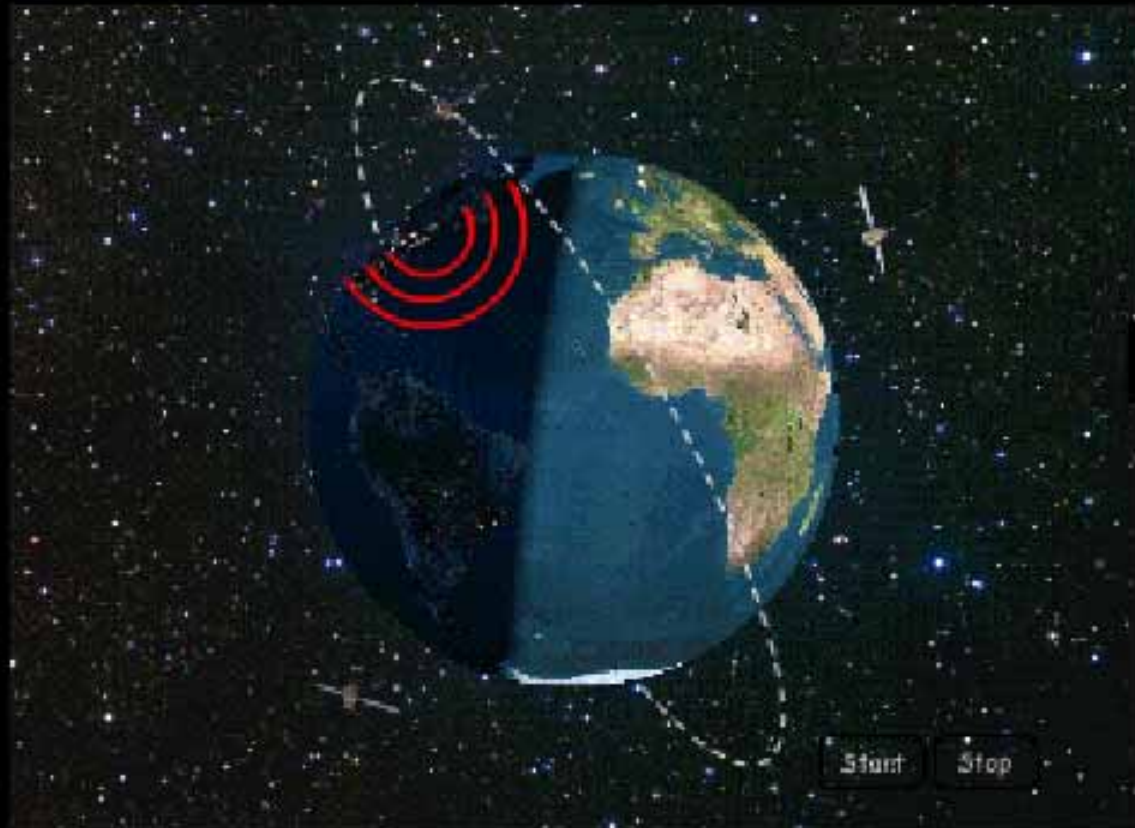
Orbitas semisíncronas  
con periodos de 11h58  
(la mitad del día  
sideral)

Opera en espectro  
disperso en 2  
frecuencias:

$L_1 = 1.57542 \text{ GHz}$  y

$L_2 = 1.2276 \text{ GHz}$

Al menos 4 satélites  
siempre a la vista



# Segmento de Control

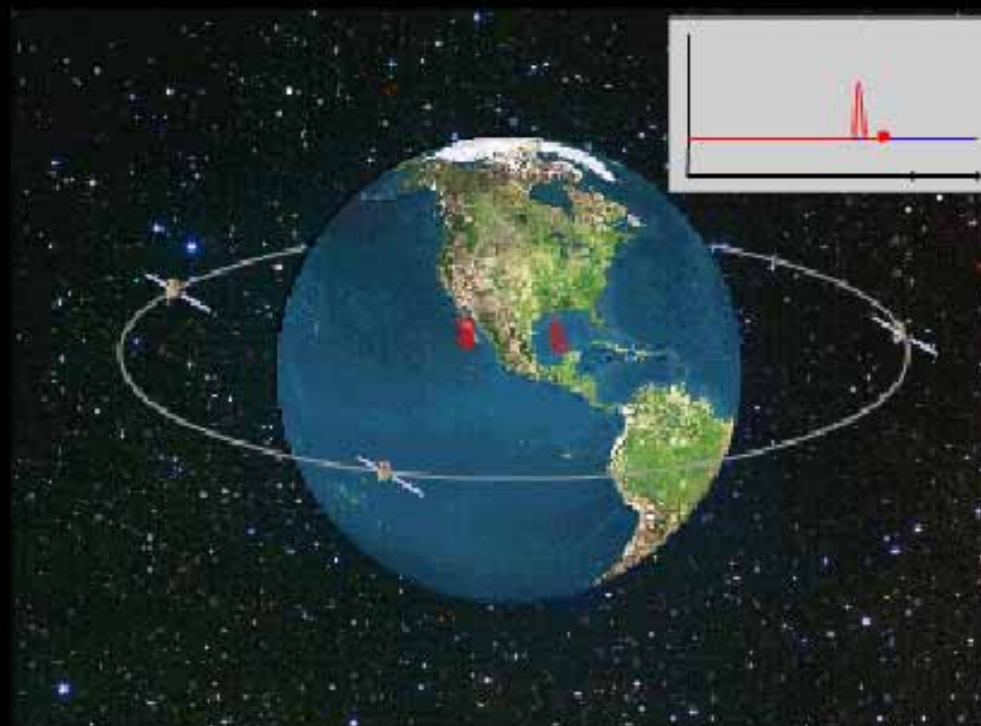
Centro Nacional de Metrología - Derechos Reservados 2005



## Sincronía en el Sistema GPS

Los satélites GPS transmiten sus señales de manera sincronizada

La posición de cada satélite es transmitida en el mensaje



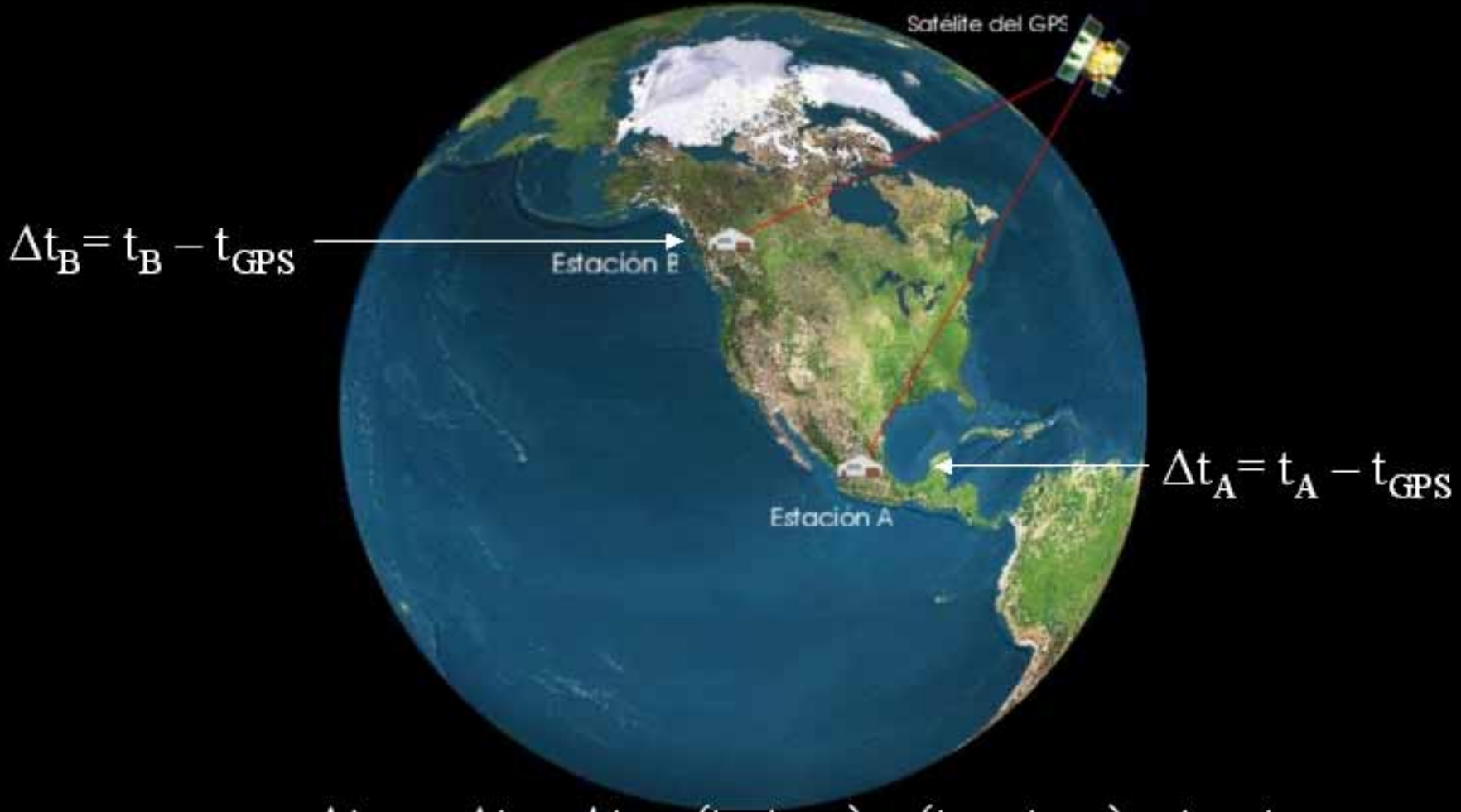
Tiempo de arribo de la señal es dependiente de la posición del receptor

El mensaje que envía cada satélite contiene información sobre el estado de “salud” del satélite



# La Técnica de Vista Común del Sistema GPS

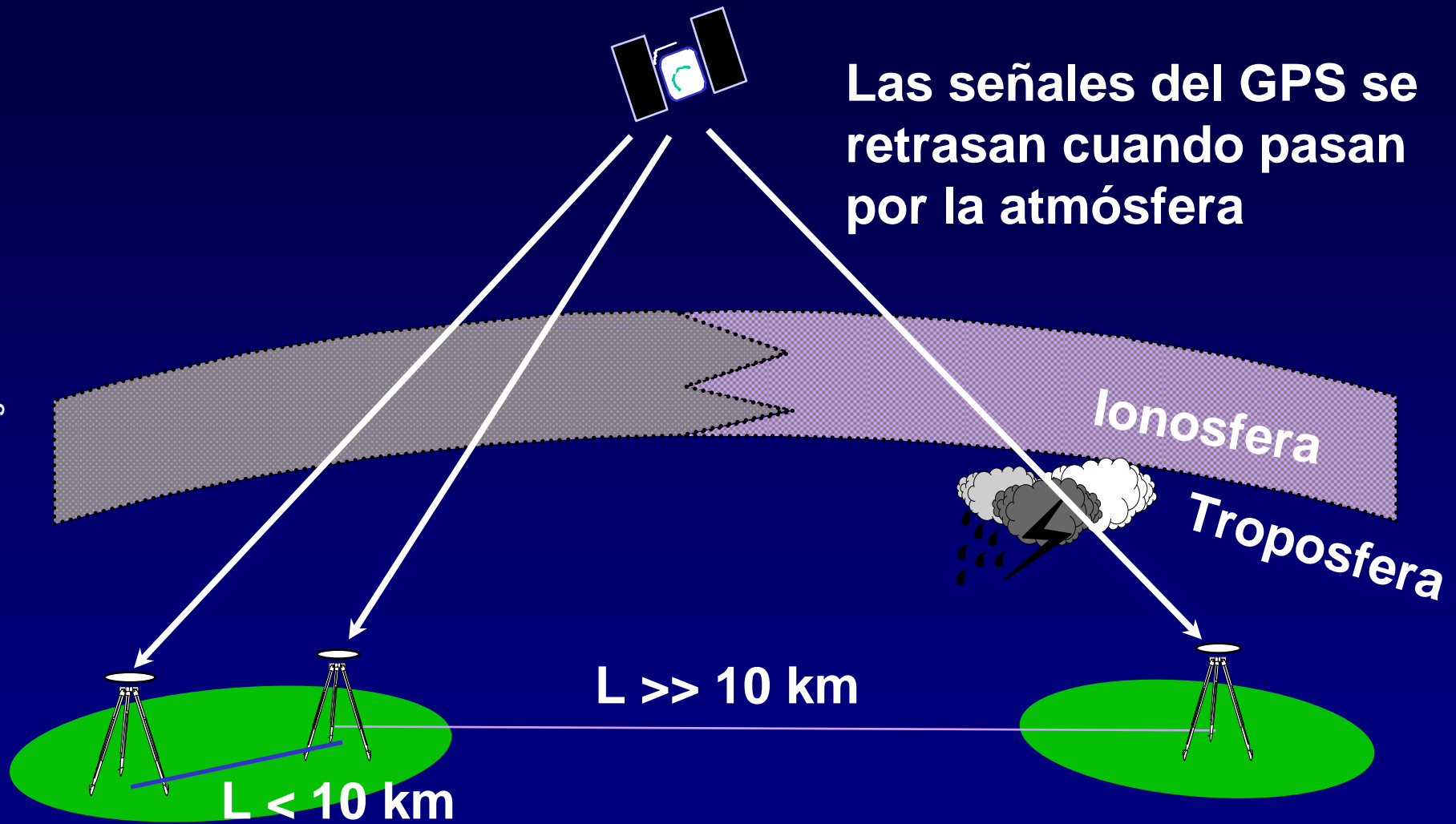
Centro Nacional de Metrología - Derechos Reservados 2005



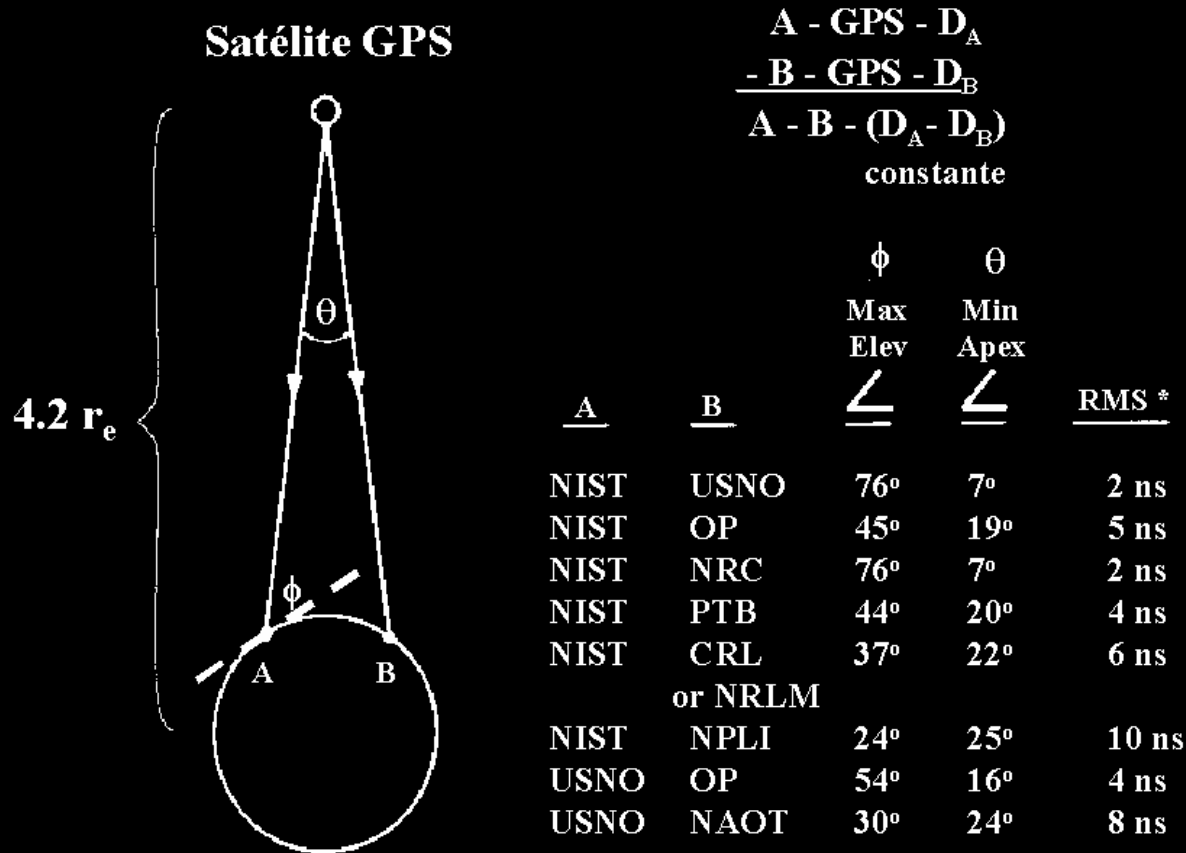
$$\Delta t_{BA} = \Delta t_B - \Delta t_A = (t_B - t_{GPS}) - (t_A - t_{GPS}) = t_B - t_A$$

# Efectos Atmosféricos

Las señales del GPS se retrasan cuando pasan por la atmósfera



# Incertidumbre por *Baseline*



\*error RMS en la medición A vs. B con 25 ns de error en las efemérides



```

*****
*           GPS Schedule no 37           *
*   for implementation on MJD 52212 (2001 October 30) at 0h UTC   *
*   Reference date MJD 50722 (1997 October 1)                       *
*****
    
```

This is a suggested tracking schedule for international time comparisons using GPS satellites in common-view between ten areas of the globe.

Area	TAI Participating laboratories
Europe	E AOS, BEV, CAO, CH, DLR, DTAG, IEN, IFAG, IPQ, LDS, LT*, NMC*, NPL, OMH, OP, ORB, PL*, PTB, ROA, SMU, SP, SU, TP, UME, VSL
East North America	ENA NRC, USNO
West North America	WNA CNM, NIST
Hawaii	H
East Asia	EA BIRM, CRL, CSAO, JATC, KRIS, NAO, NIM, NIMT*, NRLM, PSB, SCL, TL
Australia and New Zealand	A AUS, MSL
India	I NPLI
Middle East	ME ENIS*, INPL
South Africa	SAF CSIR
South America	SAM IGMA, ONBA, ONRJ



GPS Schedule no 37 (30 October 2001)

\*\*\* E. North America \*\*\*

Class	PRN	Start	Connects
		h m	
18 11	0 10	WNA,E,SAM	
18 08	0 26	WNA,SAM	
34 02	0 42	WNA,H	
19 08	0 58	WNA,SAM	
34 07	1 30	WNA,H	
35 07	1 46	WNA,H	
34 04	2 34	WNA,H,SAM	
35 04	2 50	WNA,H,SAM	
D4 04	3 6	WNA,H,SAM	
68 02	3 22	SAM	
69 02	3 38	SAM	
34 05	4 10	WNA,H,EA	
35 05	4 26	WNA,H,EA	
18 07	4 42	WNA,E,SAM	
68 07	4 58	SAM	
69 07	5 14	SAM	
60 13	5 30	ME,SAM	
35 30	5 46	WNA,H,EA	
74 04	6 2	WNA,ME,E	

\*\*\* W. North America \*\*\*

Class	PRN	Start	Connects
		h m	
18 11	0 10	ENA,E,SAM	
18 08	0 26	ENA,SAM	
34 02	0 42	H,ENA	
19 08	0 58	ENA,SAM	
34 07	1 30	H,ENA	
35 07	1 46	H,ENA	
34 04	2 34	H,ENA,SAM	
35 04	2 50	H,ENA,SAM	
D4 04	3 6	H,ENA,SAM	
34 05	4 10	H,EA,ENA	
35 05	4 26	H,EA,ENA	
18 07	4 42	ENA,E,SAM	
34 30	5 30	H,EA	
35 30	5 46	H,EA,ENA	
74 04	6 2	ME,ENA,E	
34 06	6 34	H,EA	
35 06	6 50	H,EA,ENA	
18 24	7 22	ENA,E,SAM	
74 24	7 38	ME,ENA,E,SAM	

\*\*\* East Asia \*\*\*

Class	PRN	Start	Connects
		h m	
A0 21	0 26	ME,I,E	
A1 21	0 42	ME,I,E	
A2 21	0 58	ME,I,E	
A0 14	1 30	ME,I,E	
A1 14	1 46	ME,I,E	
A2 14	2 2	ME,I,E	
A0 29	3 22	ME,I,E	
AC 21	3 54	I,A	
34 05	4 10	WNA,H,ENA	
35 05	4 26	WNA,H,ENA	
3C 06	4 42	A,H	
34 30	5 30	WNA,H	
35 30	5 46	WNA,H,ENA	
34 06	6 34	WNA,H	
35 06	6 50	WNA,H,ENA	
A0 01	7 6	ME,I,E	
AC 03	7 38	I,A	
AD 03	7 54	I,A	
34 17	8 26	WNA,H	

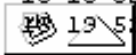
```

GPS RCVR:  CNM44
V9809
MJD= 52271  YR=01  MONTH=12  DAY=28  HMS=05:15:01  (UT)
GGTTS GPS DATA FORMAT VERSION = 01
REV DATE = 2001-12-28
RCVR = CNM448      0020002211...
CH = 01
IMS = 99999
LAB = CNMM
X = -1064065.42 m
Y = -5881557.19 m
Z = +2224142.96 m
FRAME =
COMMENTS = NO COMMENTS
INT DLY = 52.0 ns
CAB DLY = 0235.0 ns
REF DLY = 0008.0 ns
REF = UTCCNMM
CKSUM = 89
    
```

## UTC(CNM)-GPS-time



PRN	CL	MJD	STTIME	TRKL	ELV	AZTH	REFSV	SRSV	REFGPS	SRGPS	DSC	IOE	MDTR	SMDT	MDIO	SMDI	CK
			hhmmss	s	.ldg	.ldg	.lns	.lps/s	.lns	.lps/s	.lns		.lns.	lps/s.	lns.	lps/s	
5	34	52268	002600	780	280	3222	-3296276	-76	-116	-58	74	187	136	-30	538	-93	14
5	35	52268	004200	780	345	3218	-3296323	-66	-146	-48	67	187	113	-19	457	-77	1A
7	18	52268	005800	780	267	726	-6579860	-136	-179	+29	70	172	142	+13	470	+0	FF
30	34	52268	014600	780	236	3185	-2440373	-592	-274	-2	64	079	159	-39	454	-87	2C
30	35	52268	020200	780	296	3153	-2440949	-594	-284	-4	77	074	129	-24	404	-72	20
6	34	52268	025000	780	201	3195	+18812	+67	-275	+65	89	013	184	-45	404	-84	E0
6	35	52268	030600	780	254	3230	+18815	-17	-273	-18	65	013	148	-30	329	-71	D5
24	18	52268	033800	780	214	511	-152008	+96	-136	+122	104	198	174	+24	218	-28	05
24	74	52268	035500	720	184	578	-151962	-110	-63	-83	103	198	201	+31	188	-33	FD
6	D4	52268	041000	780	506	3325	+18864	-32	-227	-34	59	014	83	-9	137	-32	C6
17	34	52268	044200	780	274	3081	+4097646	-1437	-95	+0	56	134	138	-12	168	-46	1E
23	34	52268	053000	780	595	3438	-32449	+50	-91	+58	42	067	74	+4	56	+2	96
15	34	52268	054600	780	274	3215	-1205970	+33	-33	+77	62	047	138	-19	93	-8	E3
6	D5	52268	060200	780	706	1903	+18951	-39	-141	-40	49	036	68	+3	52	+2	9D
6	D6	52268	061800	780	624	1852	+18953	-56	-140	-57	47	036	72	+6	55	+4	B0
18	34	52268	070600	780	490	3377	+757831	+22	-155	+23	55	007	85	+2	64	+2	B7
3	34	52268	073800	780	189	3063	-951448	-79	-95	-45	74	113	196	-36	111	-9	E9
3	FF	52268	081600	315	246	2919	-951562	+489	-145	+525	85	114	153	-9	99	-4	1B
23	18	52268	082600	780	188	647	-32521	-109	-81	-101	106	063	196	+26	112	+7	E5
9	18	52268	085800	780	241	514	+228437	+18	-89	-1	72	198	156	+28	100	+10	BC
18	18	52268	094600	780	338	730	+757833	-37	-141	-35	58	008	115	+7	82	+3	C4
18	19	52268	100200	780	314	815	+757842	-10	-136	-10	60	009	122	+9	86	+5	A7



Circular T 168 (2002 January 16)  
Circulaire T 168

1 - Coordinated Universal Time UTC. Computed values of UTC- UTC(k).

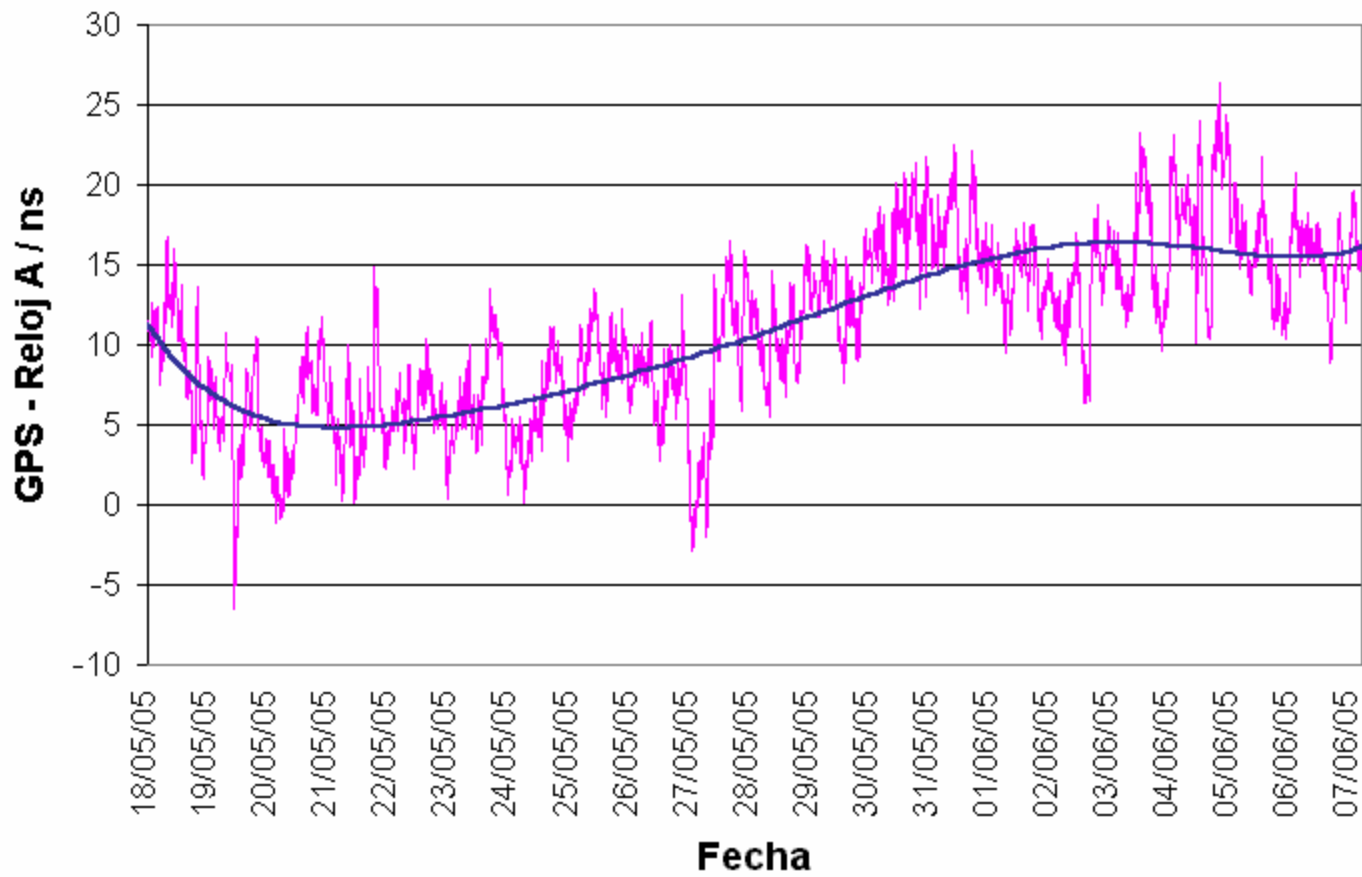
(From 1999 January 1, 0h UTC, TAI-UTC = 32 s)

Date 2001 0h UTC MJD	Nov 26 52239	Dec 1 52244	Dec 6 52249	Dec 11 52254
Laboratory k	UTC-UTC(k) (Unit is one nanosecond)			
AOS (Borowiec)	-215	-223	-241	-251
AUS (Sydney)	-67	-68	-90	-99
BEV (Wien)	-291	-286	-300	-281
BIRM (Beijing)	30	40	43	49
CAO (Cagliari)	-2795	-2774	-2772	-2778
CH (Bern)	-21	-16	-21	-26
CNM (Queretaro)	-3	2	-11	-6
CRL (Tokyo)	-29	-25	-25	-14
CSAO (Lintong)	-28	-35	-47	-55
CSIR (Pretoria)	3822	3743	3682	3617
DLR (Oberpfaffenhofen)	-	-	-	-
DTAG (Darmstadt)	96	89	96	108
IEN (Torino)	0	6	-2	4
IFAG (Wetzell)	-867	-891	-902	-924
IGMA (Buenos Aires)	8	6	24	25
INPL (Jerusalem)	-2451	-2491	-2537	-2573
IPQ (Monte de Caparica)	-	-	-	-

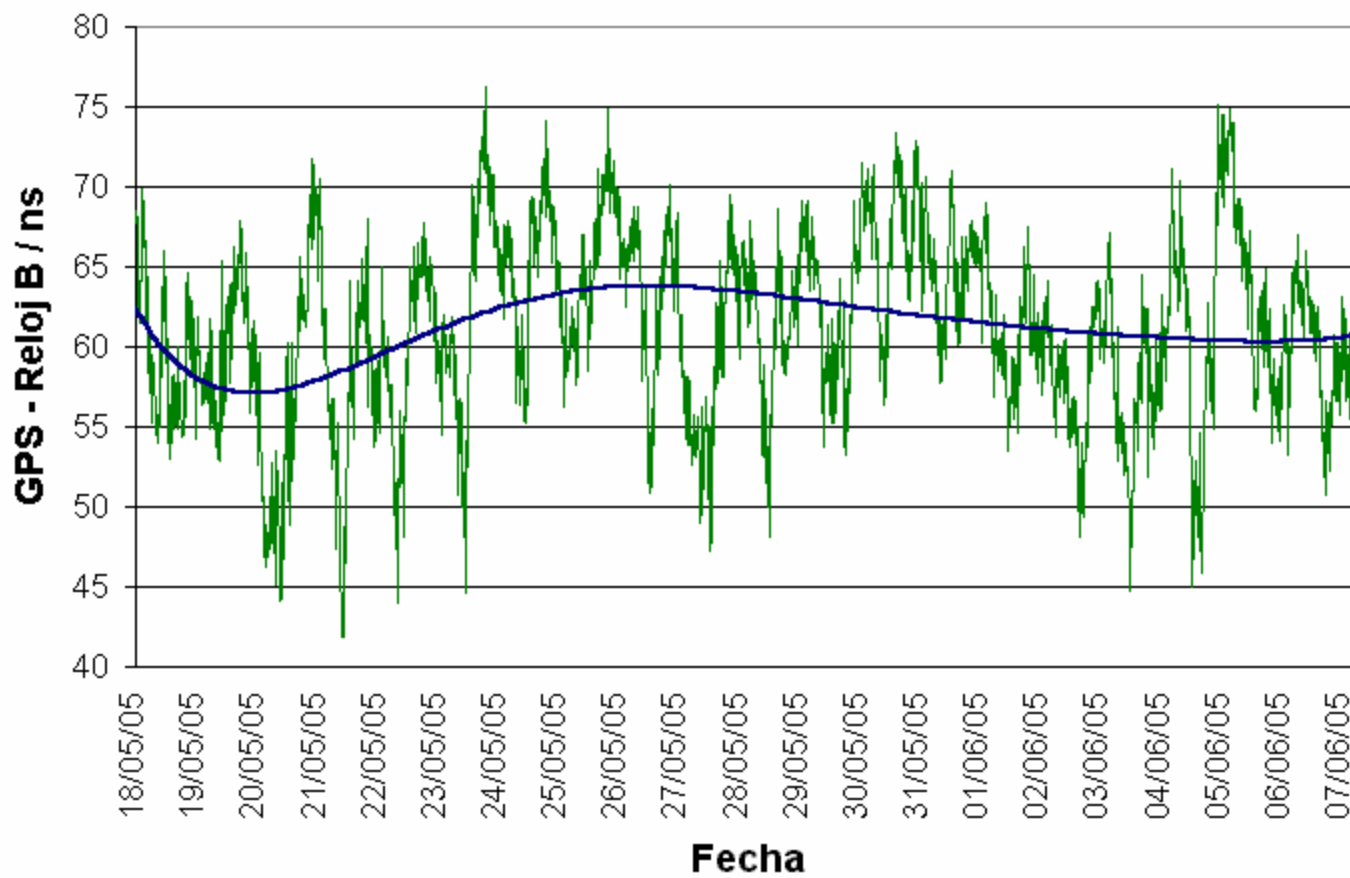
## Ejemplo

Comparación en vista común del GPS de dos relojes con una separación próxima (*baseline*) a 3 000 km del 18 de mayo al 6 de junio del 2005

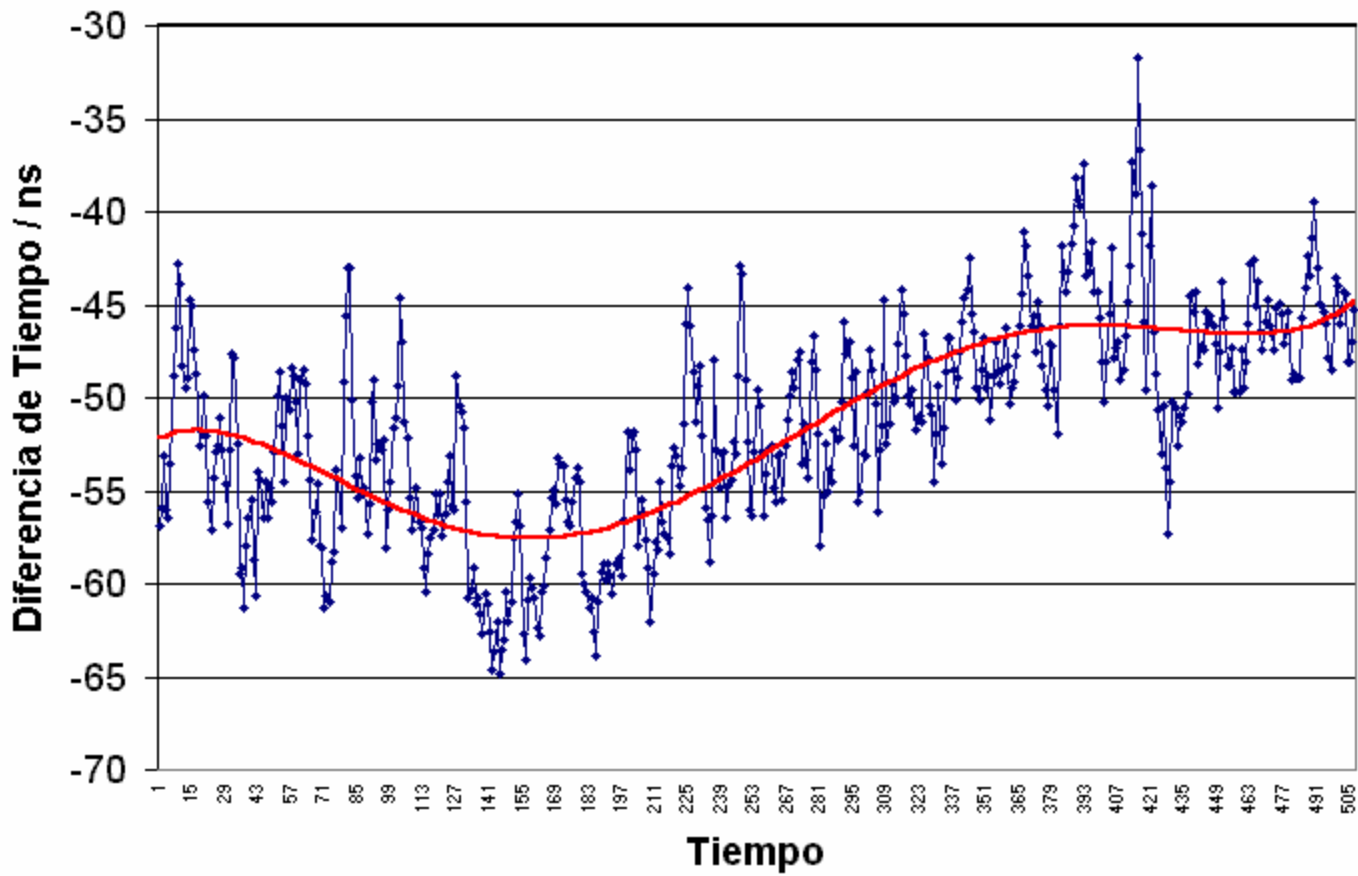
## GPS - Reloj A



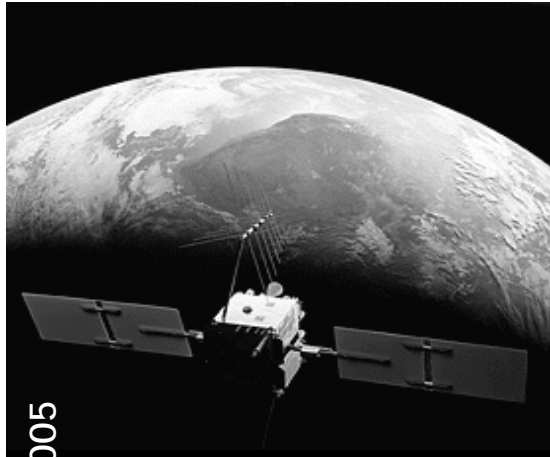
## GPS - Reloj B



## Reloj B - Reloj A







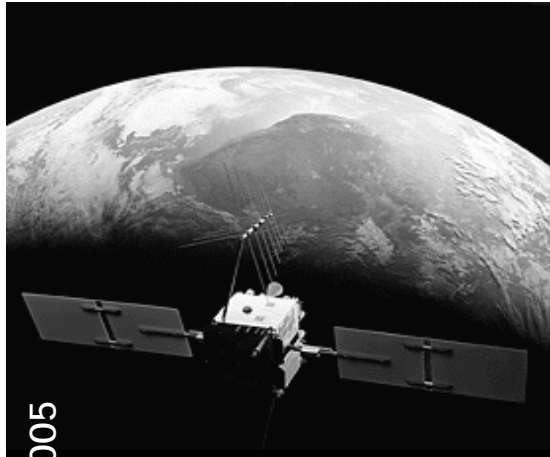
## CONCLUSIONES



La técnica de vista común del GPS es un método que ofrece niveles de exactitud del orden de 15 ns en la comparación de osciladores que se encuentran separados por grandes distancias



Durante el proceso de calibración, o comparación, los osciladores pueden seguir realizando las funciones para las cuales fueron habilitados



## CONCLUSIONES



Requiere de inversión para la compra de receptores GPS específicamente diseñados para realizar funciones de transferencia de tiempo



Requiere la coordinación entre laboratorios

# La Técnica de Vista Común en la Calibración de Osciladores

GRACIAS

Por

*J. Mauricio López R.*

**División de Tiempo y Frecuencia  
Centro Nacional de Metrología  
(CENAM)**

