

XXX Bienal de la Real Sociedad Española de Física

Jornadas de Altas Energías

“El experimento FAST”

Orense, 13/09/2005

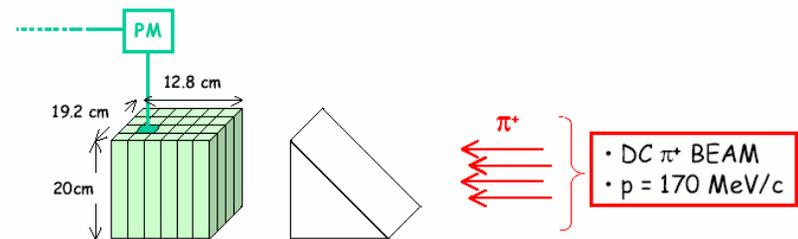
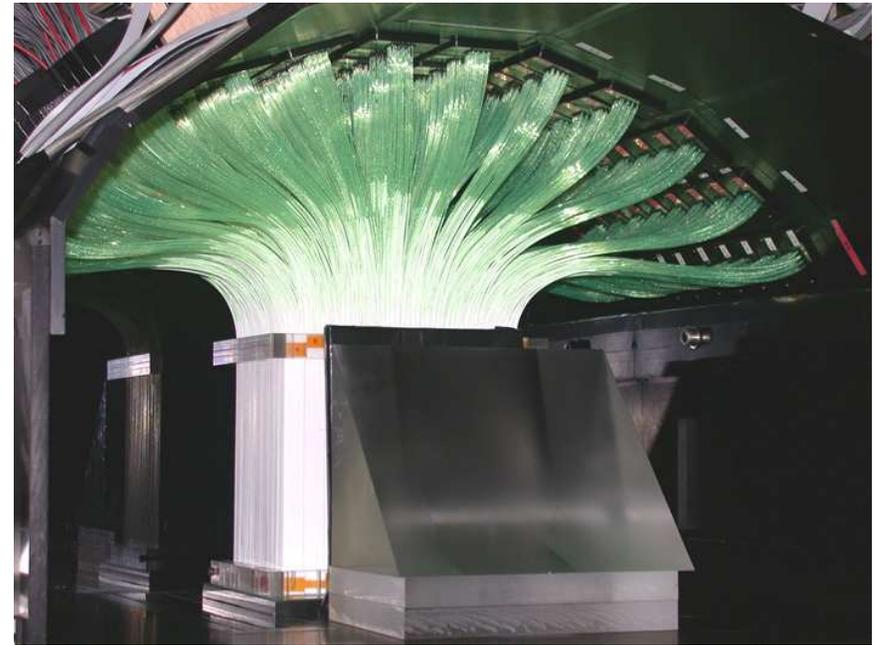
Gustavo Martínez Botella

CIEMAT

# Experimento FAST

- El objetivo del detector FAST es la medida de la vida media del muon ( $\tau_{\mu^+}$ ) con una precisión de 2ps (1ppm)
- Es un detector de centelleo que actúa como blanco fijo, en el que se hace incidir un haz de piones ( $\pi^+$ ), para detectar la cadena de desintegración  $\pi^+ \rightarrow \mu^+ \rightarrow e^+$  y registrar sus coordenadas espacio-temporales
- Se utiliza el acelerador de protones del Paul Sherrer Institut (PSI, Villingen, Suiza)
- Colaboración: 15 investigadores de diferentes institutos,

- CERN
- CIEMAT
- PSI
- UNIVERSIDAD DE GINEBRA



Ciemat



UNIVERSITÉ DE GENÈVE

## FAST: Motivaciones Científicas

- Esta medida de la vida media del muon ( $\tau_{\mu+}$ ) mejorará en un orden de magnitud la precisión en la determinación de la constante de Fermi ( $G_F$ ), parámetro fundamental del Modelo Estándar.

$$\frac{\delta\tau_{\mu}}{\tau_{\mu}} = 18 \text{ ppm}$$

$$\tau_{\mu} = 2197.03 \pm 0.040 \text{ ns (PDG 2004)}$$

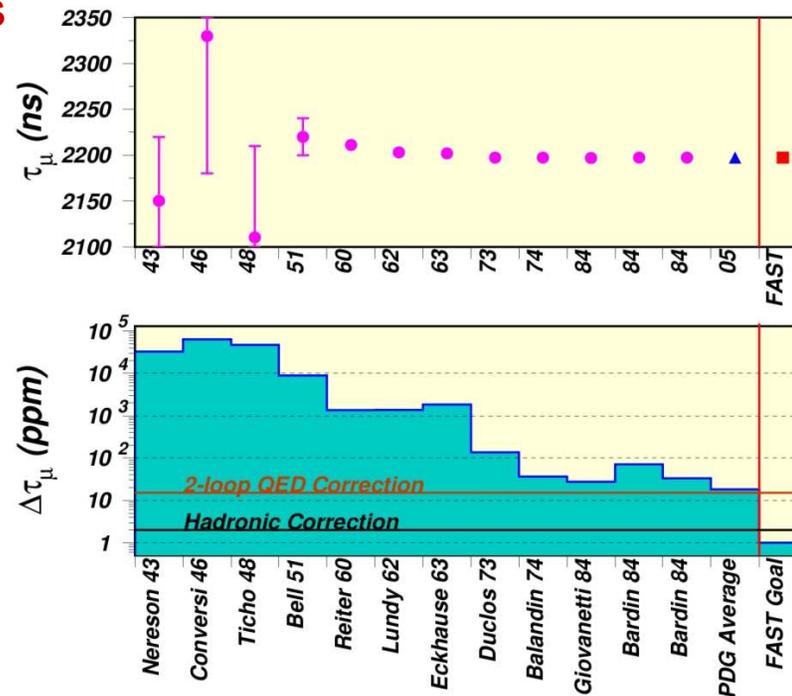
{

*M.P. Balandin, 36ppm (1974)*

*G. Bardin, 33ppm (1984)*

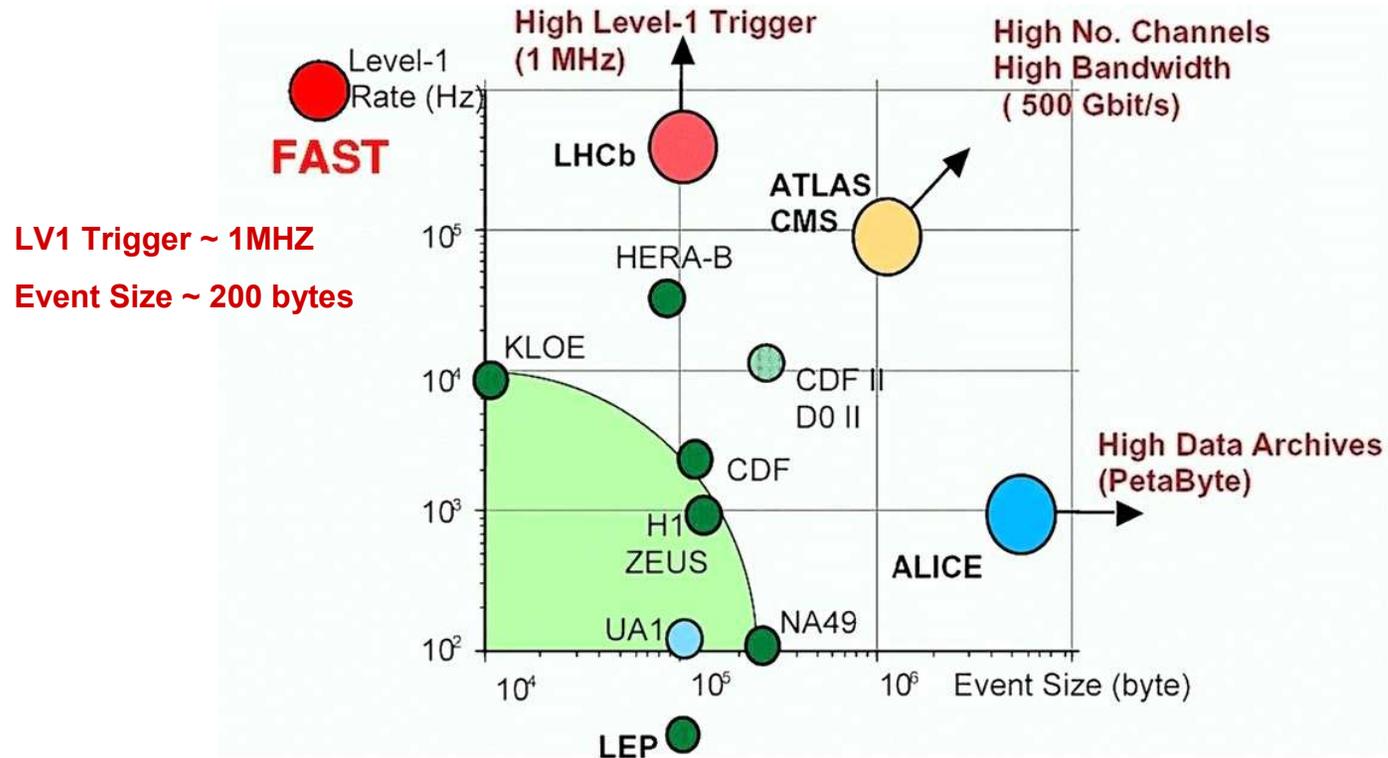
*K.L. Giovanetti, 27 ppm (1984)*

- Para conseguir una precisión de 1ppm se necesita analizar una muestra de  $10^{12}$  sucesos, manteniendo bajo control los errores sistemáticos



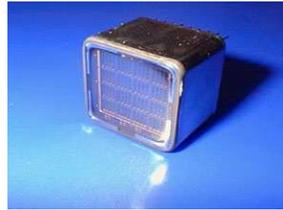
# FAST: Implicaciones Técnicas

- El experimento es también un reto tecnológico debido a la gran cantidad de información que es necesario procesar (análisis on-line) y la tasa de eventos a la que se pretende trabajar (1MHz)

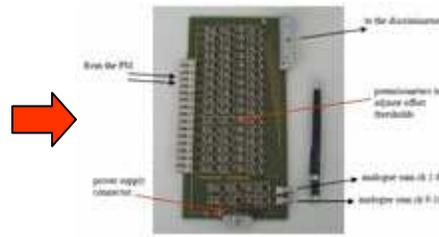


# FAST: Dispositivo Experimental

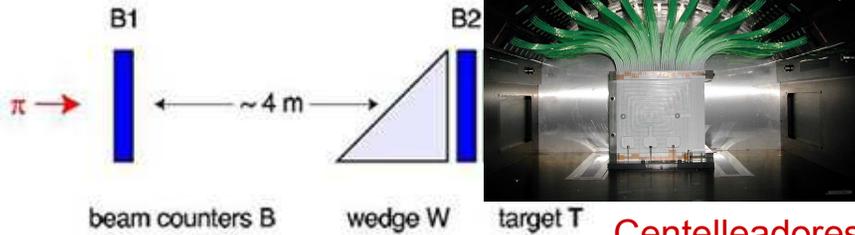
96 Fotomultiplicadores



Electrónica Frontal:  
Preamplificador + Discriminador



Haz de Piones  
170MeV/c



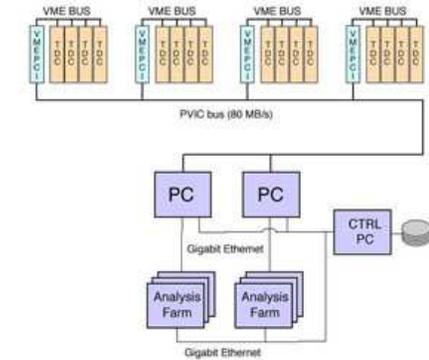
1536 Canales  
Analógicos

1536 Canales  
Digitales (HL)

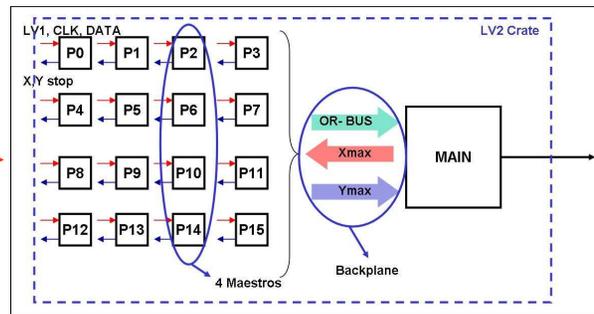
1536 Canales  
Digitales (LL)

Unidades de temporización  
(TDC's)

Centelleadores + Guías de luz



LV1 Trigger  
LV1 = B1 and B2 and RF



Sistema de Disparo de  
Segundo nivel (LV2)

LV2 Trigger  
16 señales de  
disparo

Computadoras de análisis  
on-line y almacenamiento

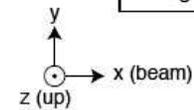
# FAST: Geometría

FAST Geometry

2 Aug 04  
JK

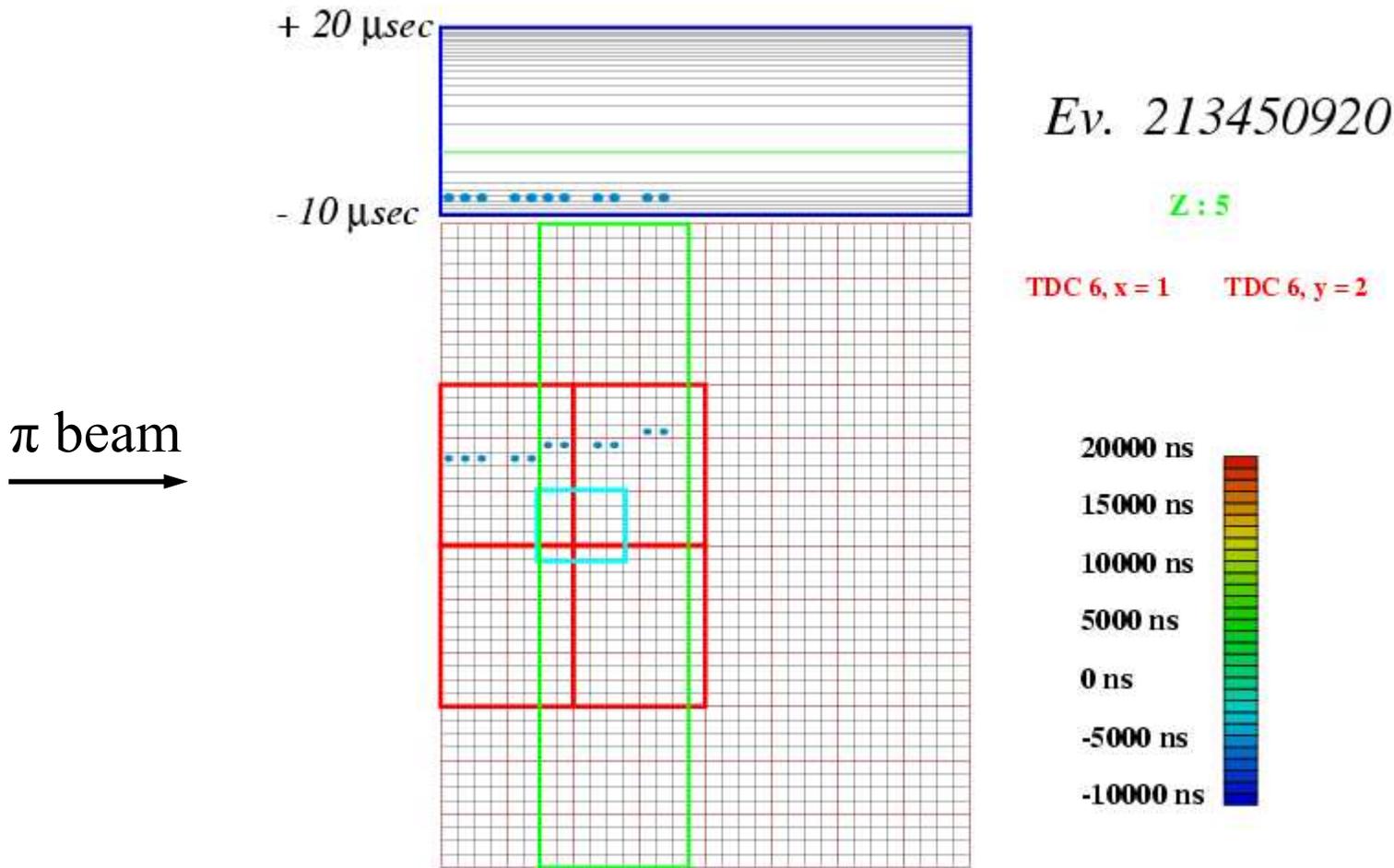
$\pi$  beam  
→

beam  
→

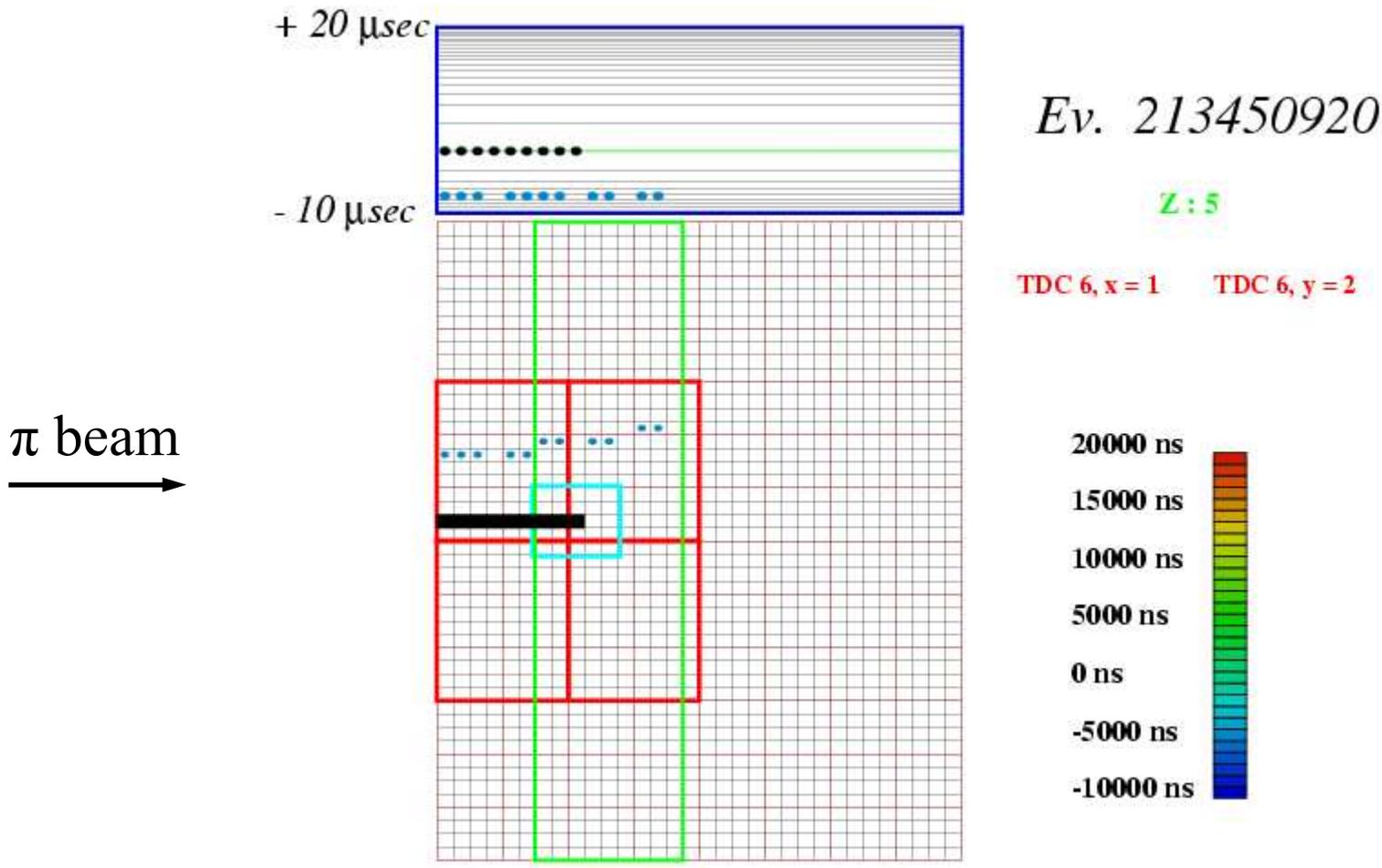


		2	3	4	5	6	7	8	9		
		1, 2, 3, 4	5, 6, 7, 8	9, 10, 11, 12	13, 14, 15, 16	17, 18, 19, 20	21, 22, 23, 24	25, 26, 27, 28	29, 30, 31, 32		
48	W	preamp. 1/X2 disc		25/X4		49/X6		73/X8		48	W
47		1	PSPM.2	3	4	5	6	7	8	47	
46		2/X3		26/X5		50/X7		74/X9		46	
45		3/L2		27/L4		51/L6		75/L8		45	
44	A	TDC: 1		5		9		13		A	3
43		4/L3		28/L5		52/L7		76/L9		43	
42		5/M2		29/M4		53/M6		77/M8		42	
41	B	17	18	19	20	21	22	23	24	B	
40		6/M3		PREAMP/DISC		TDC		PSPM		40	
39		7/N2		1 2 3 4 9 10 11 12		0 1 1 2 3 8 9 10 11		4 8 12 16		39	
38	C	25	26	5	6 7 8 13 14 15 16	4 5 6 7 12 13 14 15		3 7 11 15		38	
37		8/N3		32/N5		16 17 18 19 24 25 26 27		2 6 10 14		37	
36		9/O2		33/O4		20 21 22 23 28 29 30 31		1 5 9 13		36	
35	D	33	2	34	35	36	37	38	39	34	D
34		10/O3		34/O5		32 33 34 35 40 41 42 43		81/O8		34	
33		11/P2		35/P4		36 37 38 39 44 45 46 47		82/O6		33	
32	E	41	42	43	44	45	46	47	48	32	E
31		12/P3		36/P5		48 49 50 51 56 57 58 59		30 14 40		31	
30		13/O2		37/O4		52 53 54 55 60 61 62 63		31 5 9 13		30	
29		14/O3		38/O5		54 55 56 57 62 63 64 65		33 38		29	
28	F	49	50	51	52	53	54	55	56	28	F
27		15/R2		39/R4		64 65 66 67 72 73 74 75		33 38		27	
26	G	57	3	58	59	60	61	62	63	26	G
25		16/P3		40/P5		68 69 70 71 76 77 78 79		34 39		25	
24		17/S2		41/S4		80 81 82 83 88 89 90 91		34 39		24	
23		18/S3		42/S5		84 85 86 87 92 93 94 95		34 39		23	
22	F	59	60	61	62	63	64	65	66	22	F
21		19/R2		39/R4		88 89 90 91 96 97 98 99		34 39		21	
20	G	67	7	68	69	70	71	72	73	20	G
19		20/P3		40/P5		92 93 94 95 100 101 102 103		34 39		19	
18		21/S2		41/S4		104 105 106 107 112 113 114 115		34 39		18	
17	H	65	66	67	68	69	70	71	72	17	H
16		22/S3		42/S5		108 109 110 111 116 117 118 119		34 39		16	
15		23/O2		37/O4		112 113 114 115 120 121 122 123		34 39		15	
14	H	73	74	75	76	77	78	79	80	14	H
13		24/O3		38/O5		116 117 118 119 124 125 126 127		34 39		13	
12	I	73	74	75	76	77	78	79	80	12	I
11		21/U2		45/U4		120 121 122 123 128 129 130 131		34 39		11	
10		22/U3		46/U5		124 125 126 127 132 133 134 135		34 39		10	
9	J	81	4	82	83	84	85	86	87	9	J
8		23/V2		47/V4		132 133 134 135 136 137 138 139		34 39		8	
7	J	81	8	82	83	84	85	86	87	7	J
6		24/V3		48/V5		136 137 138 139 140 141 142 143		34 39		6	
5		25/V2		49/V4		140 141 142 143 144 145 146 147		34 39		5	
4	K	89	90	91	92	93	94	95	96	4	K
3		26/V3		49/V5		144 145 146 147 148 149 150 151		34 39		3	
2		27/V2		50/V4		150 151 152 153 154 155 156 157		34 39		2	
1	K	89	90	91	92	93	94	95	96	1	K
		2	3	4	5	6	7	8	9	PSPM	↑
		3	2	1	0	← CRATE		TDC#			

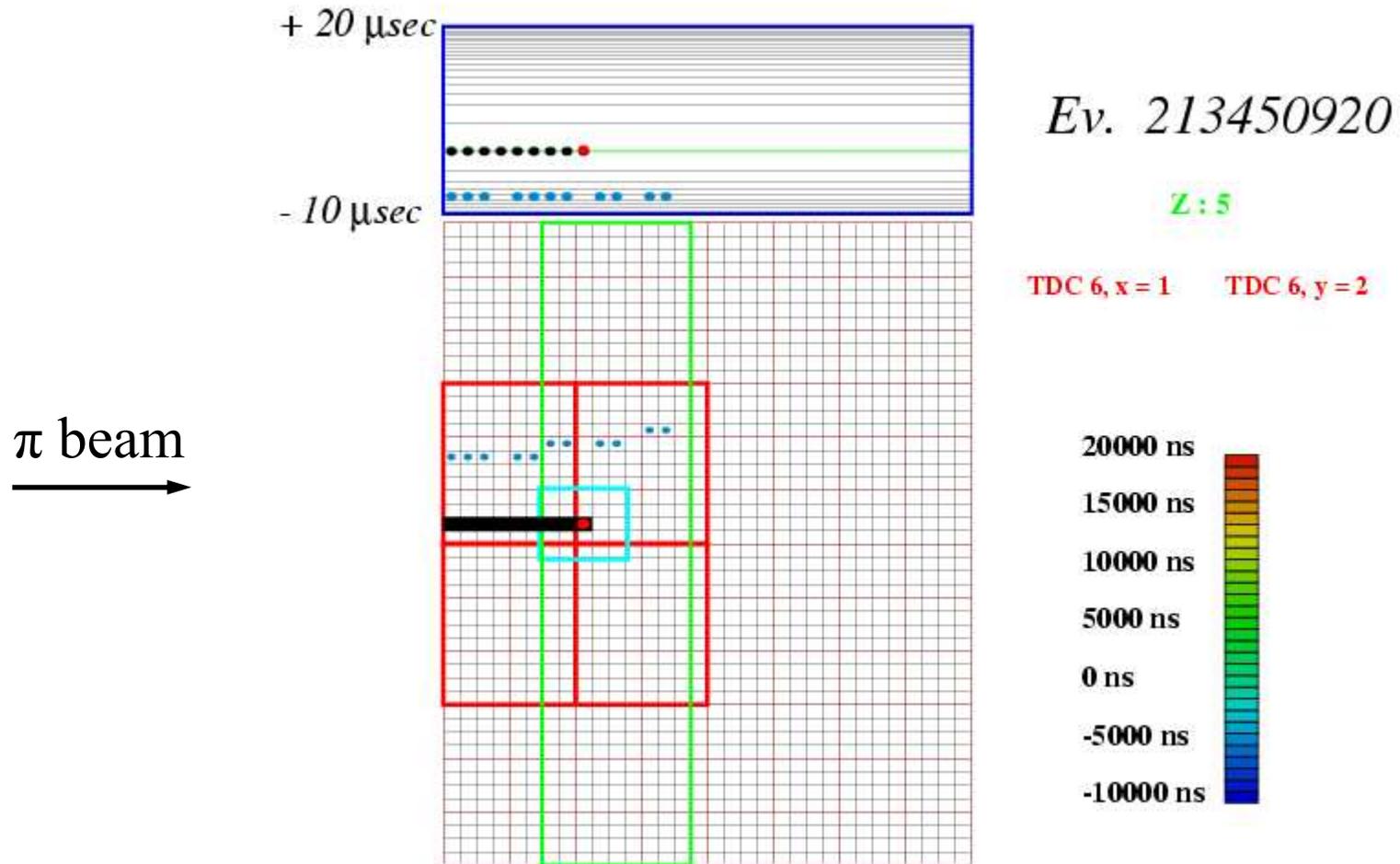
# FAST: Event Display



# FAST: Event Display

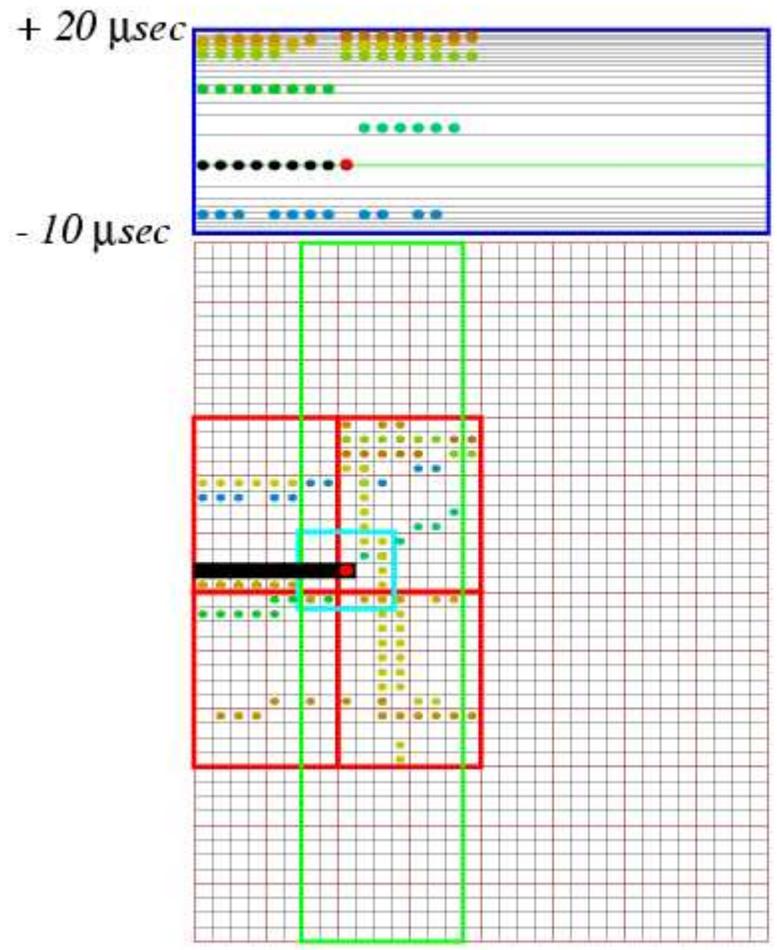


# FAST: Event Display



# FAST: Event Display

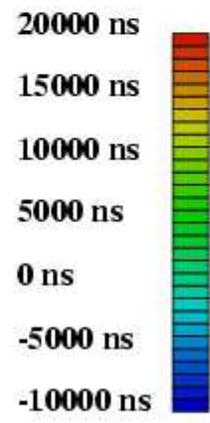
$\pi$  beam  

*Ev. 213450920*

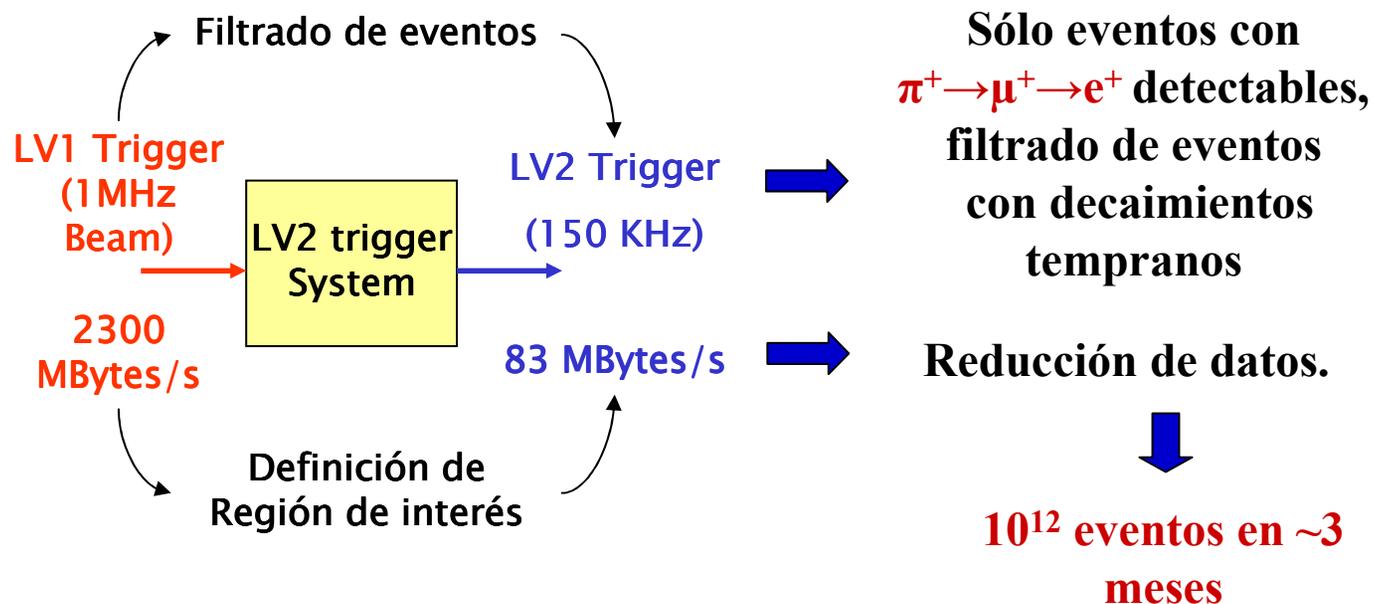
*Z:5*

TDC 6, x=1    TDC 6, y=2



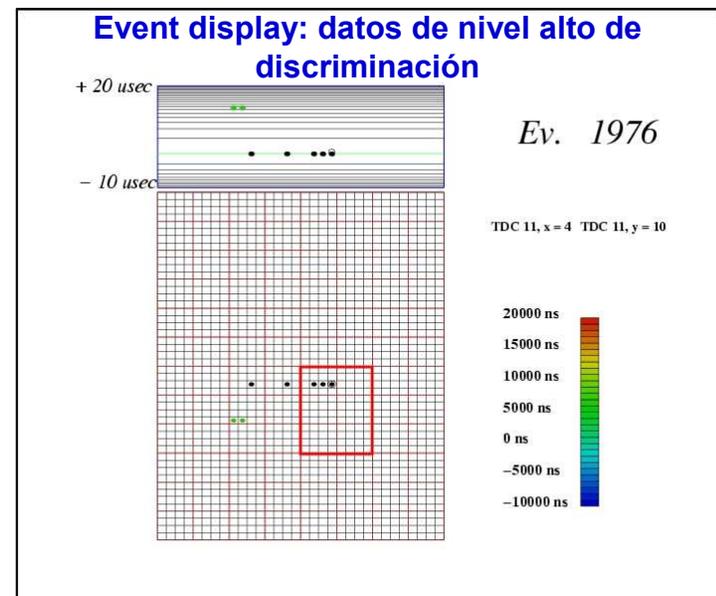
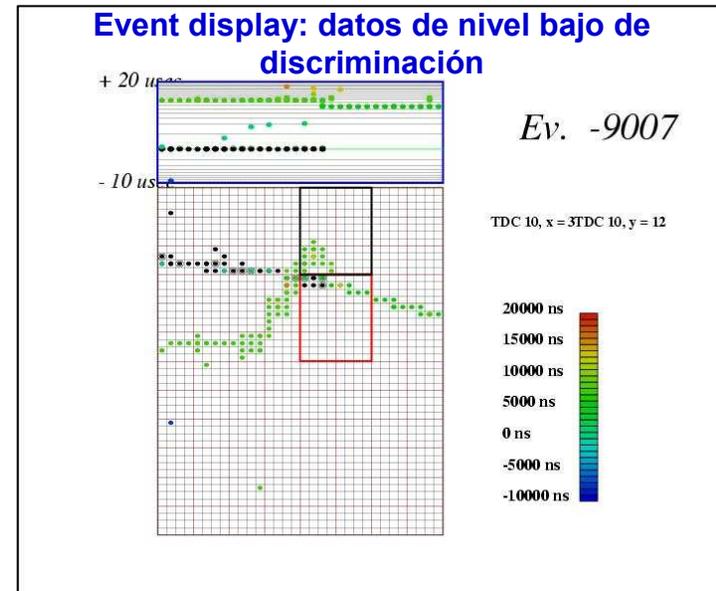
## Experimento FAST: Ciemat

- La contribución del CIEMAT al experimento cubre tres aspectos:
  - Aportación de Fotomultiplicadores (Hamamatsu R7600-M16)
  - Software de Análisis y Monitorización
  - Diseño, construcción y programación del sistema de disparo de segundo nivel (LV2):
    - La tasa de disparo de primer nivel es muy alta (1 MHz) con el fin de mantener el tiempo de toma de datos dentro de límites razonables
    - El sistema de disparo de segundo nivel lleva a cabo la selección de eventos y la definición de una región de interés (R.I.) en el detector
    - Se trata de un sistema de disparo que implementa una reducción de datos *hardware*

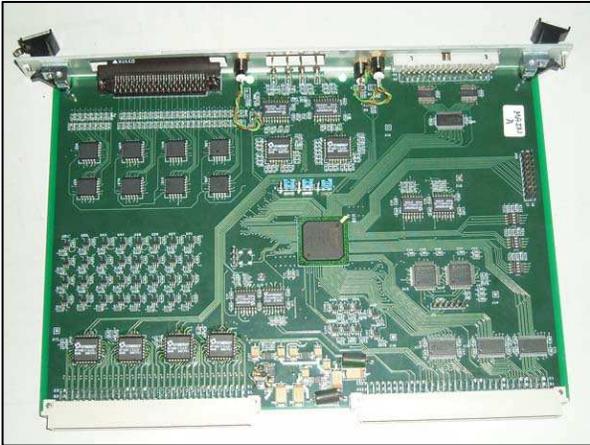
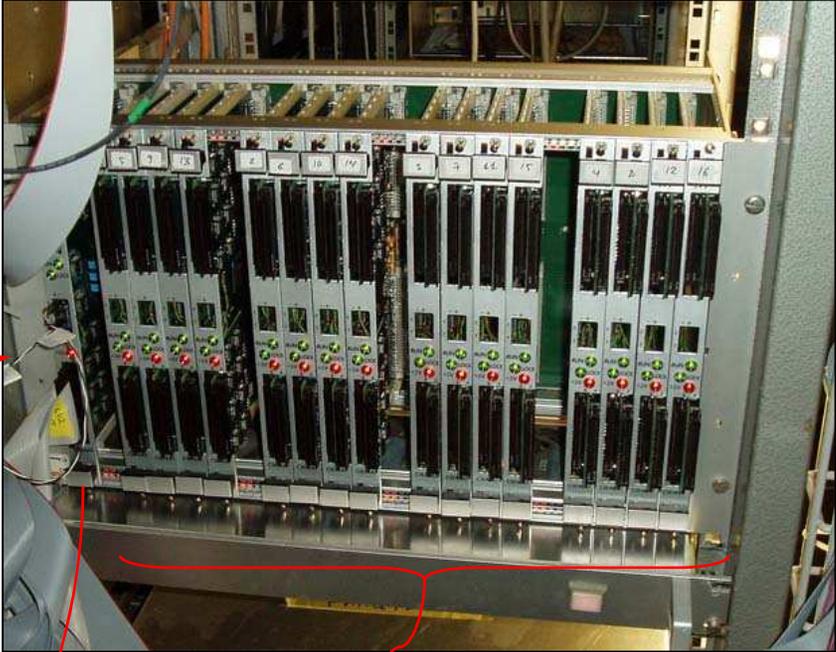
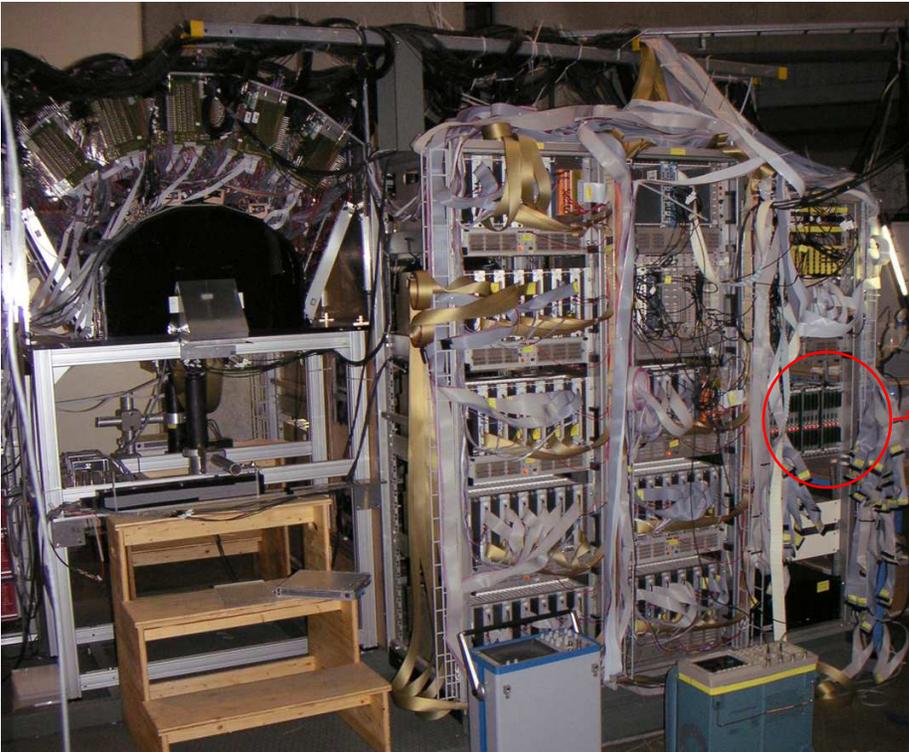


# FAST: Sistema de Disparo (LV2)

- Principales operaciones:
  - Reconocimiento de traza del pion entrante y cálculo de las coordenadas de parada (X,Y)<sub>pi</sub>
  - Detección de muon y cálculo de coordenadas (X,Y)<sub>mu</sub>
  - Transmisión de las coordenadas al TDC correspondiente
  - Envío de las señales de disparo a los módulos TDC de interés (superpixel)
- Características:
  - Bajo tiempo de procesado (~ 160 ns)
    - El sistema no introduce tiempo muerto
  - Latencia ~ 2  $\mu$ s
  - Diferentes opciones de disparo (control remoto):
    - Disparo al detectar pion/muon
    - Transmisión de coordenadas de pion/muon
    - Superpixel 5x5/7x7 pixel (R.I.)
    - Disparo del Detector completo/Superpixel
    - Disparo LV2 = LV1 (bypass)
    - Sistema de Autodiagnóstico y sincronización



# LV2: Desarrollo Hardware

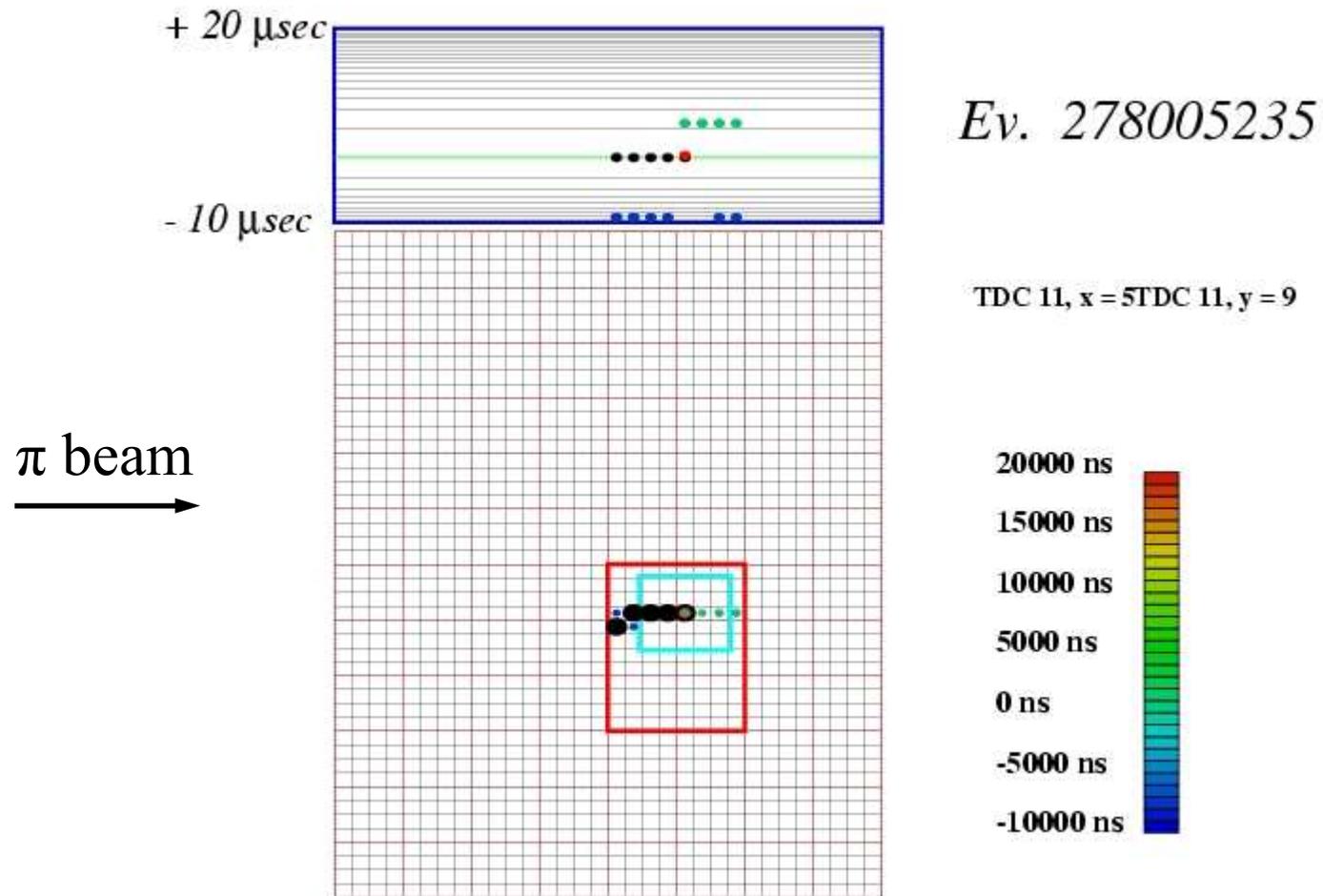


x1

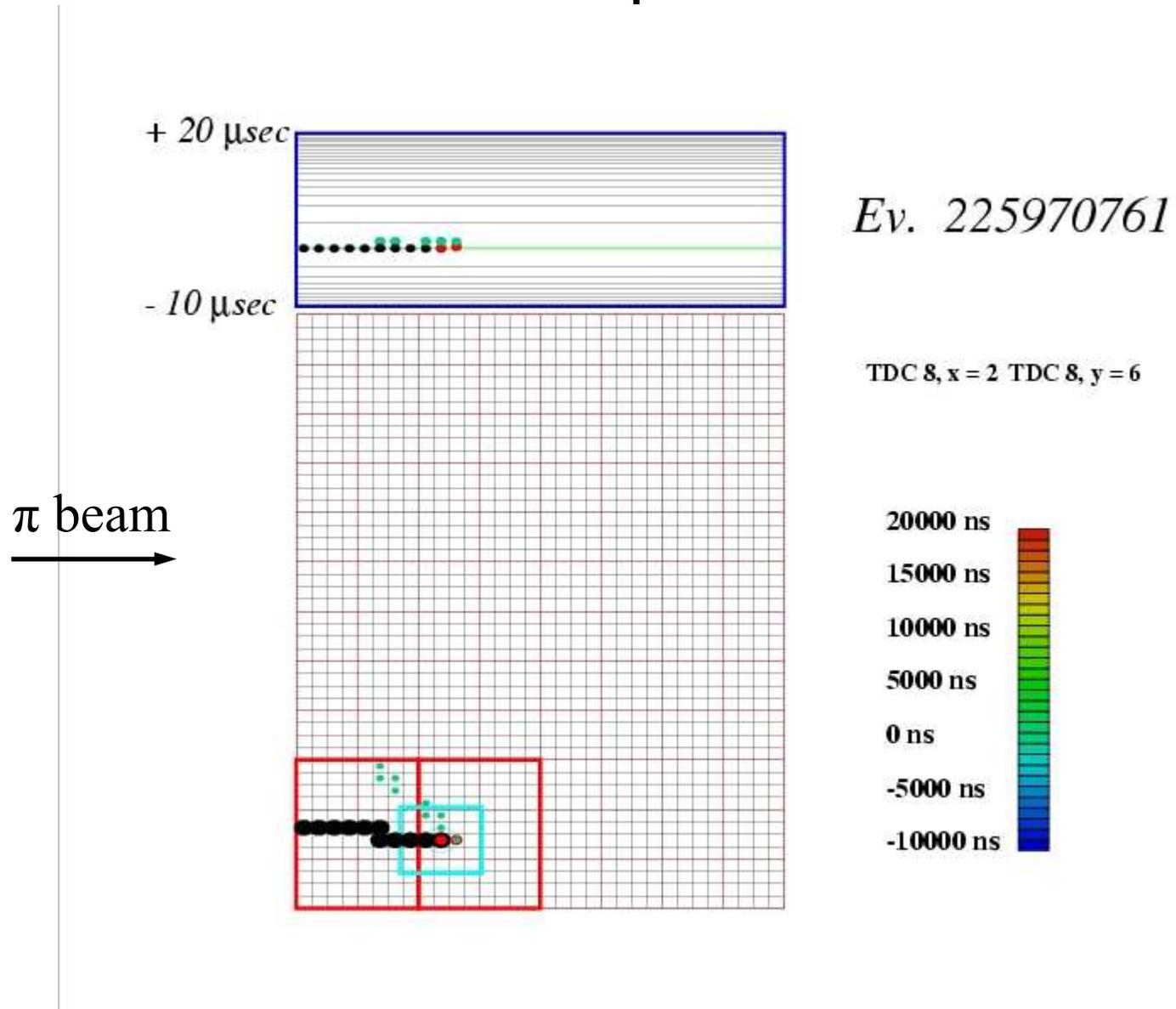


x16

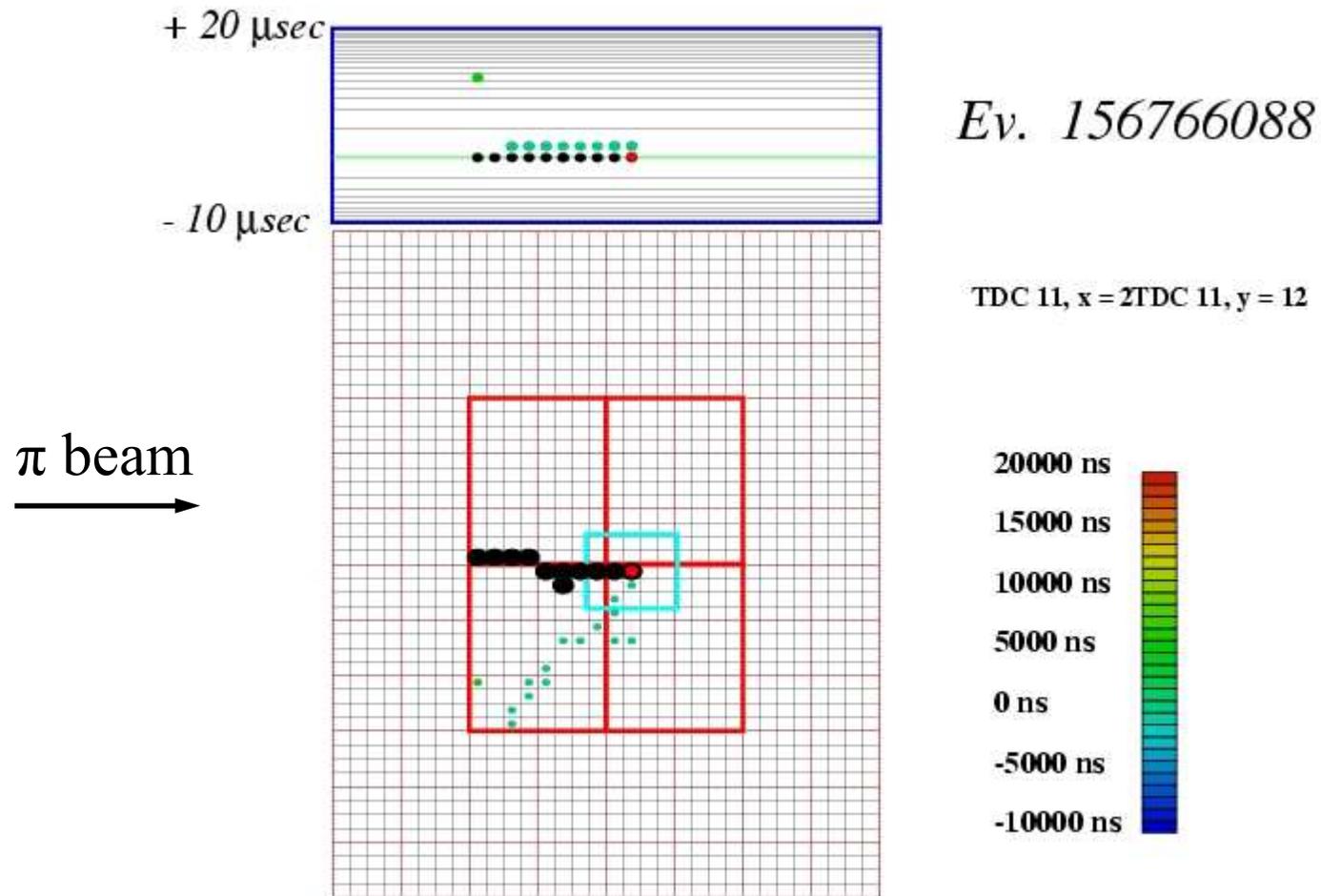
## LV2: Comportamiento



## LV2: Comportamiento



## LV2: Comportamiento



## FAST: Status y Perspectivas

- Todos los elementos del detector han sido validados en diversos ensayos
  - Hardware: Front-End, TDC's, DAQ, LV2
  - Software: Análisis, adquisición, monitorización
  - Slow control
- Puesta a punto para toma de datos de física
- Objetivos para este año:
  - Adquirir  $10^{10}$  eventos: mayor estadística hasta la fecha para obtener una precisión igual a la media mundial
  - Medida de la vida media del pion
- Año 2006:  $10^{12}$  eventos,  $\Delta\tau_{\mu} / \tau_{\mu} = 1\text{ppm}$