

Stato simulazione raccolta di luce in Argon- FlatCam e MURA

Bologna

4 Marzo 2019

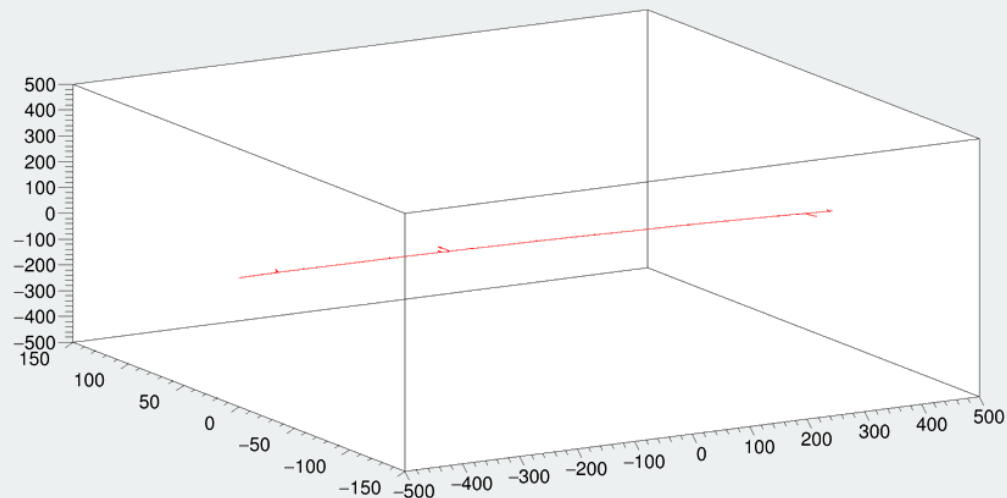
V. Pia, S. Bertolucci, N. Mauri, A. Montanari, L. Patrizii, M. Pozzato, G. Sirri, M. Tenti

Geant4 – tracce cariche in LAr box

Simulazione di una **traccia carica** (muone 1 GeV) in scintillatore di Argon liquido.

Memorizzate le informazioni di **direzione, posizione, energia e tipo di particella** per gli hit di muoni, elettroni e fotoni da scintillazione.

Necessarie **approssimazioni** per ridurre il tempo di simulazione nella propagazione dei fotoni.



Approssimazioni – propagazione fotoni

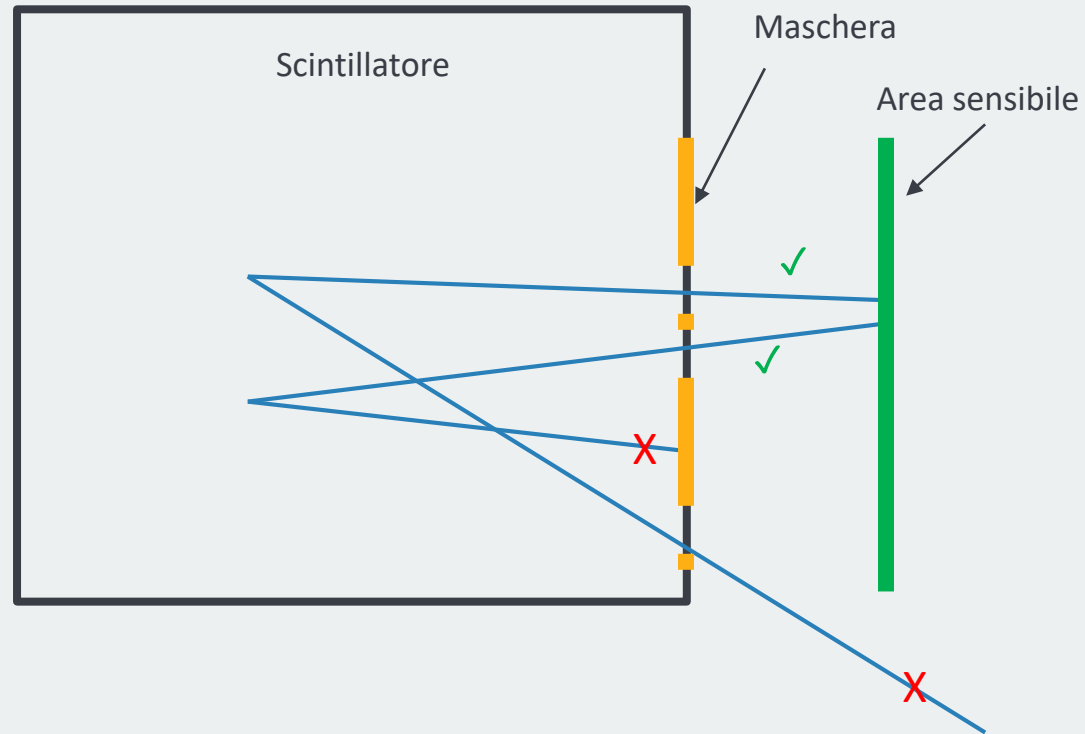
	1	2	3
Scintillazione	40000 fotoni/MeV	40000 fotoni/MeV	40000 fotoni/MeV
Lunghezza di attenuazione	5.1 m	5.1 m	5.1 m
Propagazione	Interna a Geant4	Simulata esternamente a Geant4	Simulata esternamente a Geant4
Attenuazione	Interna a Geant4	Assente	Simulata esternamente a Geant4

Criterio di selezione

I fotoni che **superano** la maschera e che **colpiscono** l'area sensibile sono memorizzati.

La scelta del tipo di maschera influenza i parametri dell'area sensibile e la tecnica di ricostruzione.

Simulazione effettuata con due diversi tipi di maschera: **FlatCam** e **MURA**

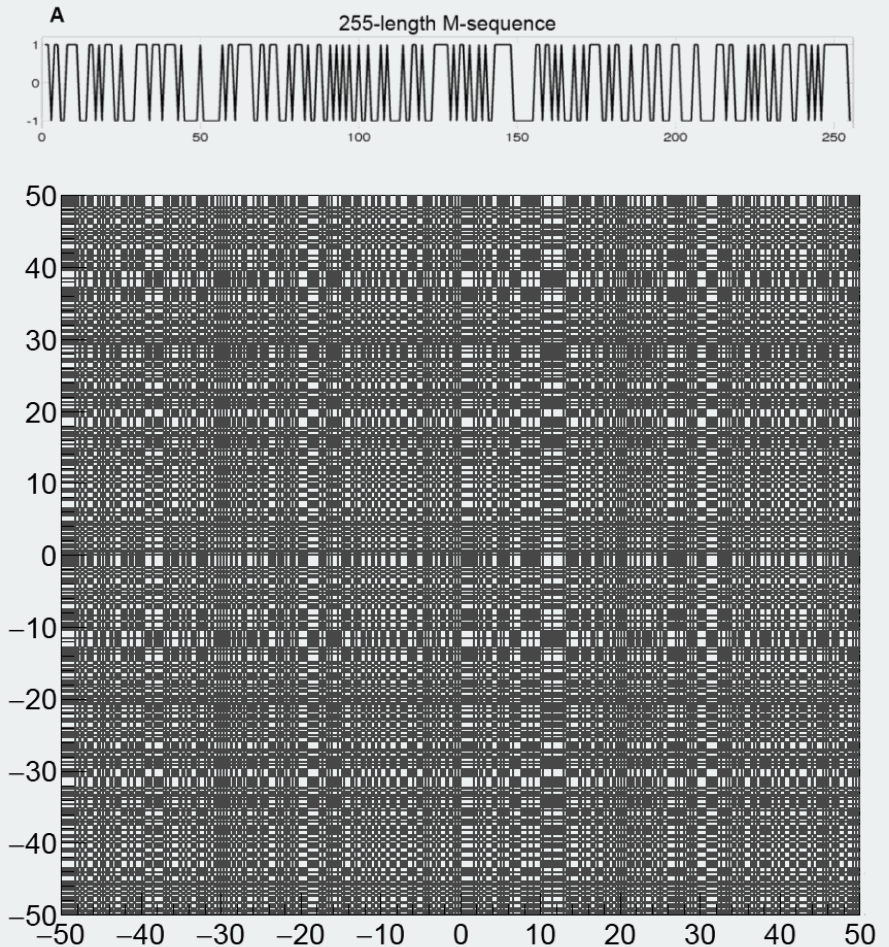


FlatCam

La maschera FlatCam è realizzata a partire da una **m-sequence** di cui si esegue l'**outer product**.

	a	b	c
a	aa	ab	ac
b	ab	bb	bc
c	ac	bc	cc

L'area sensibile ha dimensione **uguale** a quella della maschera.



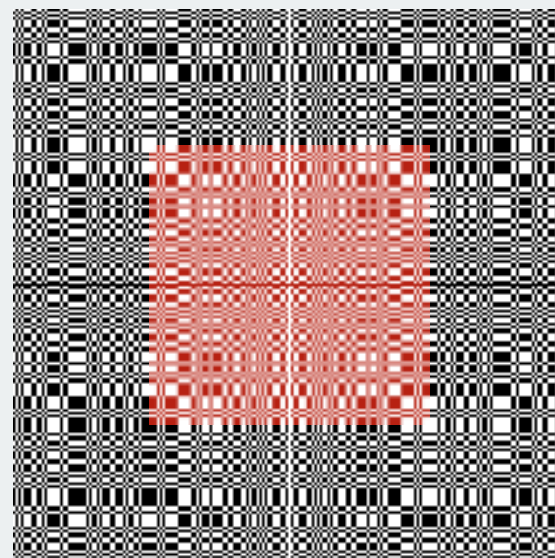
MURA

Una maschera **MURA** di rango p ha una diversa tecnica di realizzazione:

$$A_{ij} = \begin{cases} 0 & \text{if } i = 0, \\ 1 & \text{if } j = 0, i \neq 0, \\ 1 & \text{if } C_i C_j = +1, \\ 0 & \text{otherwise,} \end{cases}$$

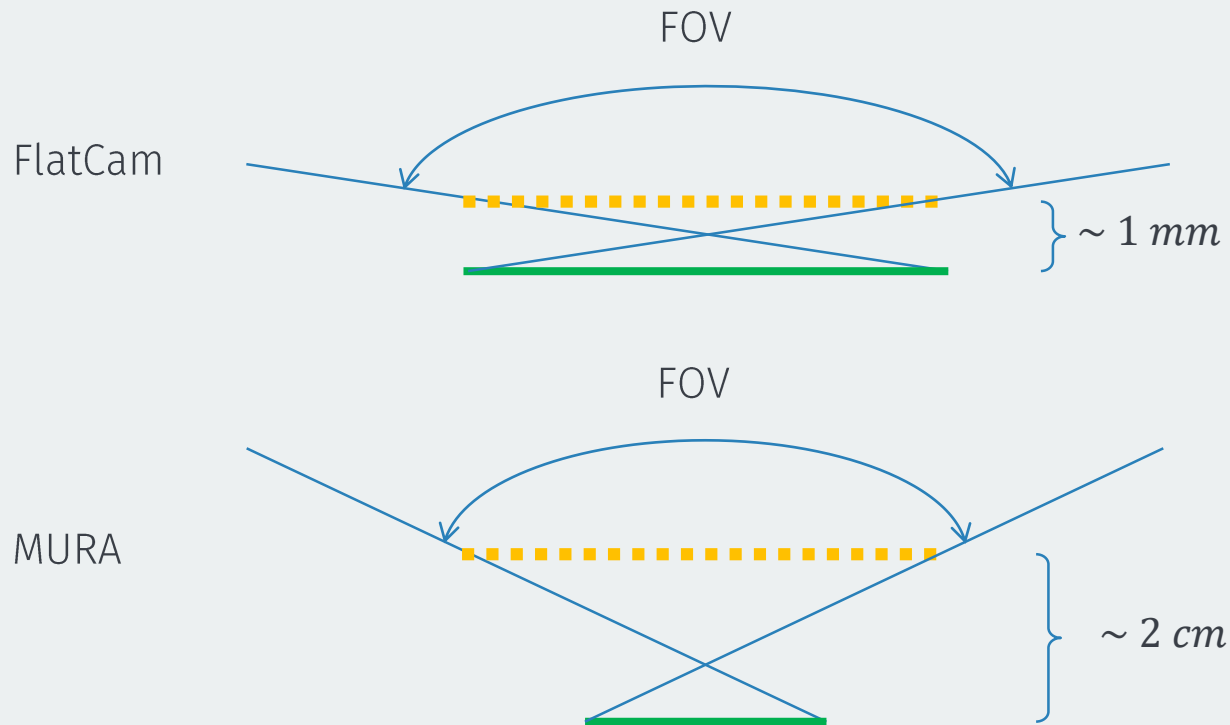
$$C_i = \begin{cases} +1 & \text{if } i \text{ is a quadratic residue modulo } p, \\ -1 & \text{otherwise} \end{cases}$$

L'area sensibile ha dimensione uguale ad **un quarto** di quella della maschera ed è collocata al centro.



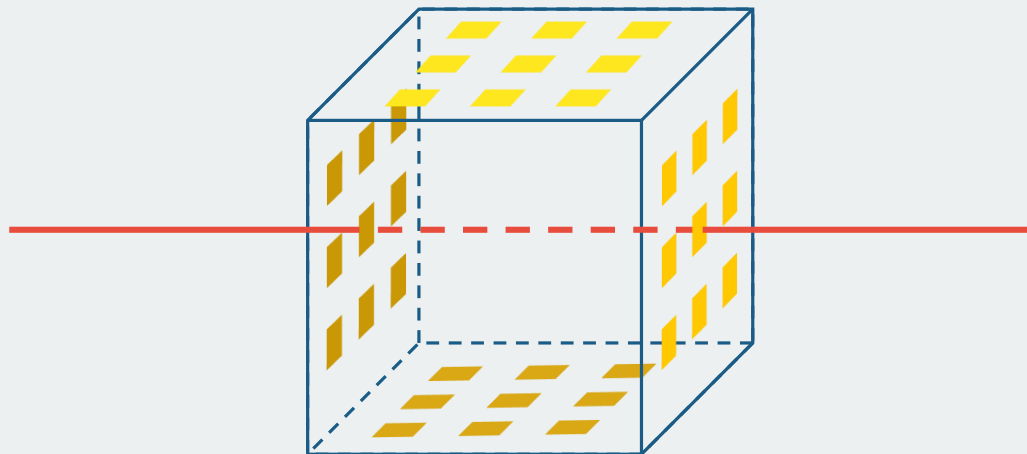
Field Of View

La distanza maschera-area sensibile nelle due configurazioni è diversa ed influenza il FOV.



Collocazione maschere

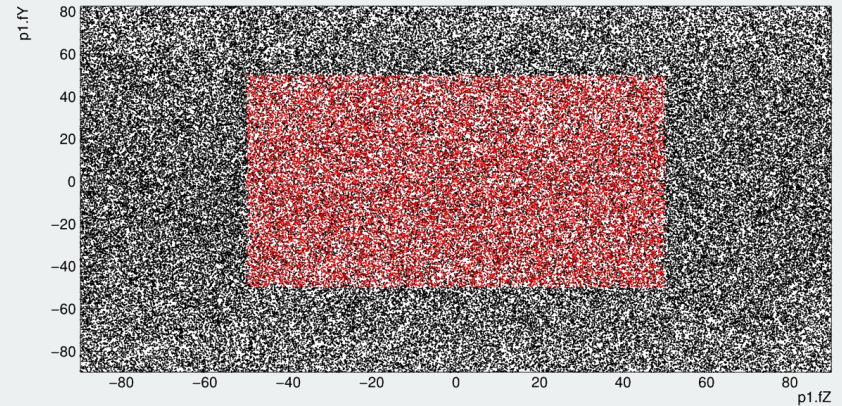
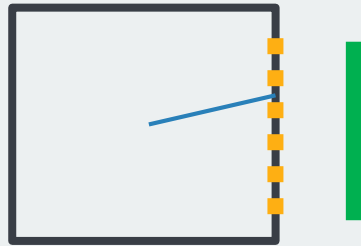
Sono state simulate griglie NxN del sistema maschera/sensore su ogni faccia del box di LAr.



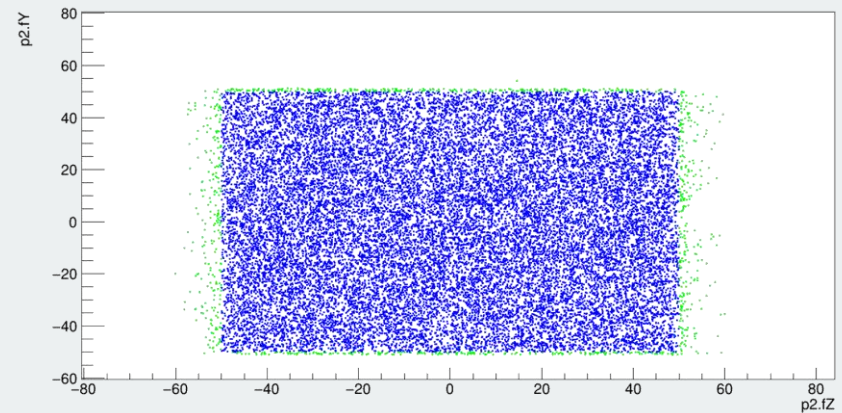
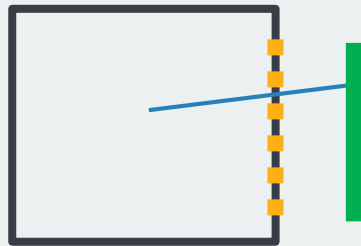
Per ogni fotone vengono memorizzate la **faccia e l'area sensibile** colpita, se presente.

Rivelazione fotoni - FlatCam

Posizione dei fotoni **su una faccia** dello scintillatore. In rosso quelli che **superano** la maschera.



Posizione dei fotoni al livello dell'**area sensibile**. In blu quelli che **colpiscono** un'area sensibile, in verde quelle scartati.

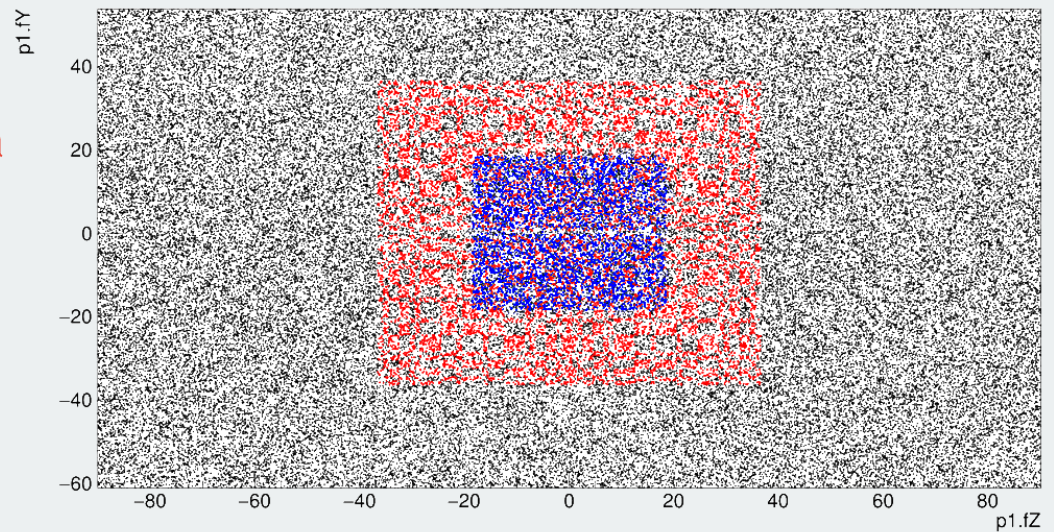


Rivelazione fotoni - MURA

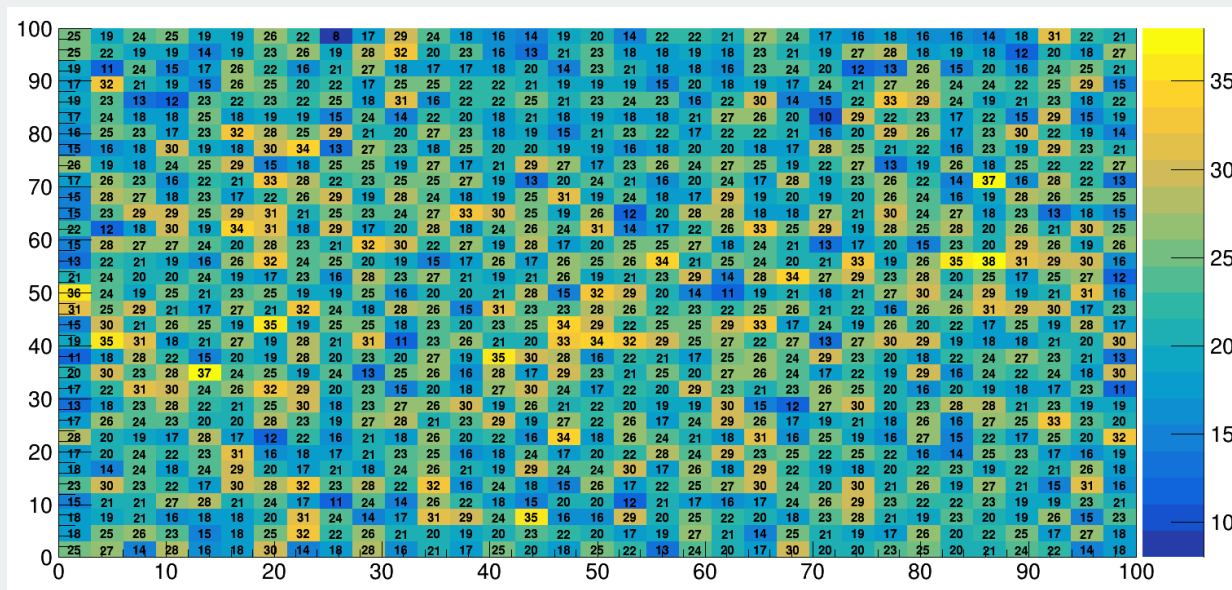
In nero la posizioni dei fotoni **su una faccia**.

In rosso quelli che **superano** la maschera.

In blu quelli che **colpiscono** un'area sensibile.

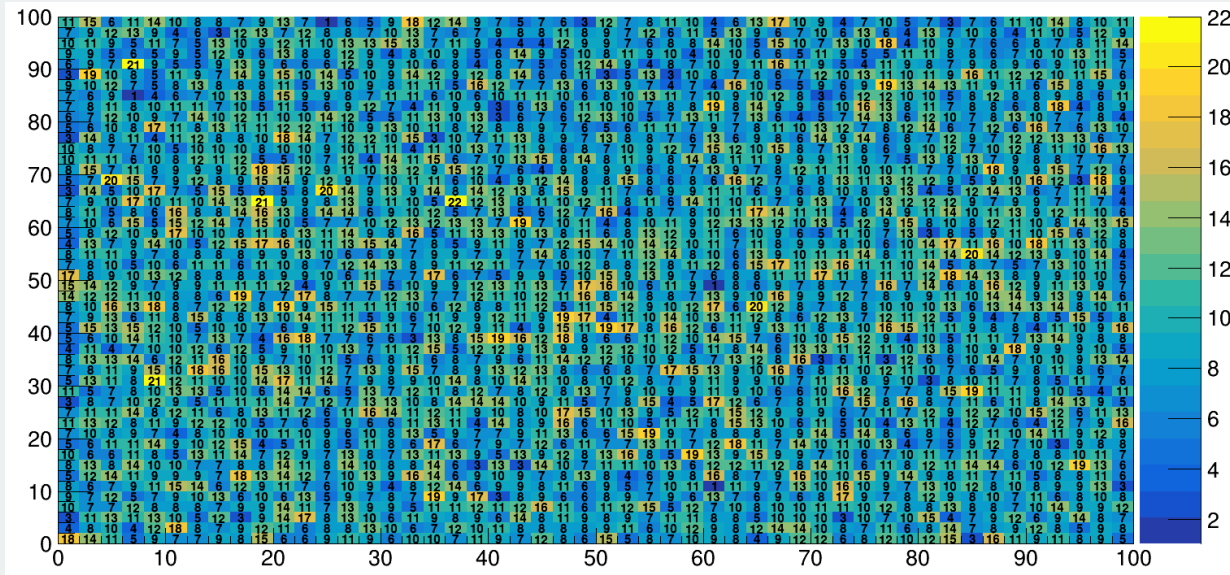


Risposta sensore FlatCam



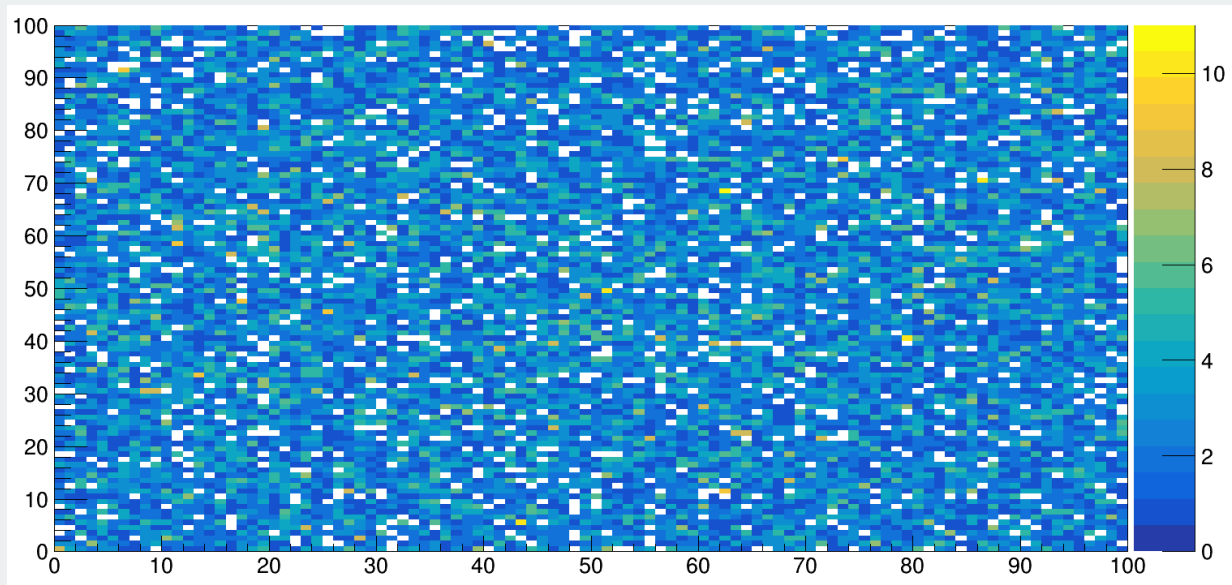
Distanza traccia-maschera: 15 cm
Dimensione pixel: 3 mm
Distanza maschera-sensore: 1 mm
Entries: 24163

Risposta sensore FlatCam



Distanza traccia-maschera: 15 cm
Dimensione pixel: 2 mm
Distanza maschera-sensore: 1 mm
Entries: 24163

Risposta sensore FlatCam



Distanza traccia-maschera: 15 cm
Dimensione pixel: 1 mm
Distanza maschera-sensore: 1 mm
Entries: 24163

Parametri MURA

Ricostruzione dell'immagine effettuata a partire da maschere MURA di **rank 11 e 37** in diverse configurazioni.

Sono state testate diverse distanze tra **maschera e sensore**.

Sono state testate diverse dimensioni del **box di LAr**.

		Rank maschera	
		11	37
Dimensione pixel	1 mm		37 mm
	2 mm	22 mm	
	3 mm	33 mm	111 mm

Lunghezza lato maschera

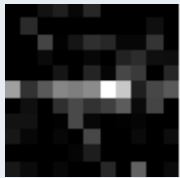

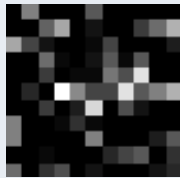

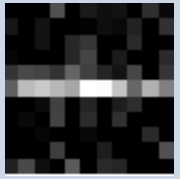


		Rank maschera	
		11	37
Dimensione pixel	1 mm		1/2/3 cm
	2 mm	1 cm	
	3 mm	1/3 cm	3 cm

Distanza maschera/sensore

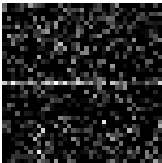
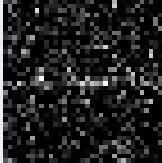
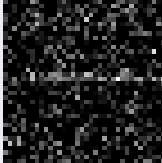
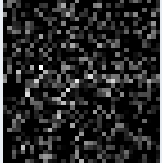
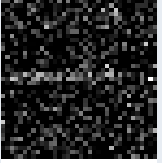
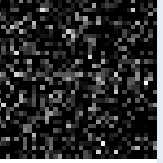

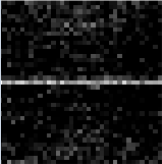
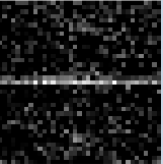
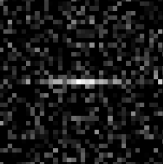
Lunghezza lato
15 cm
30 cm
1 m

Lunghezza lato box

Risultati MURA – Rank 11

		Distanza Mask-Sensore					
		1 cm			3 cm		
		Dimensione lato box			Dimensione lato box		
		15 cm	30 cm	1 m	15 cm	30 cm	1 m
Dimensione pixel	2 mm						
	3 mm						

Risultati MURA – Rank 37

		Distanza Mask-Sensore						
		1 cm		2 cm		3 cm		
		Dimensione lato box		Dimensione lato box		Dimensione lato box		
		15 cm	30 cm	15 cm	30 cm	15 cm	30 cm	1 m
Dimensione pixel	2 mm							
	3 mm							

Conclusioni

- Simulazione completa in Geant4 di passaggio di muoni in LAr
- Simulazione raccolta fotoni con metodi
 - MURA ✓
 - FlatCam ✗
- Studio in corso per ottimizzare i parametri dell'ottica
- Studio dell'inversione delle matrici in corso

Backup

Calibrazione con matrici di Hadamard - FlatCam

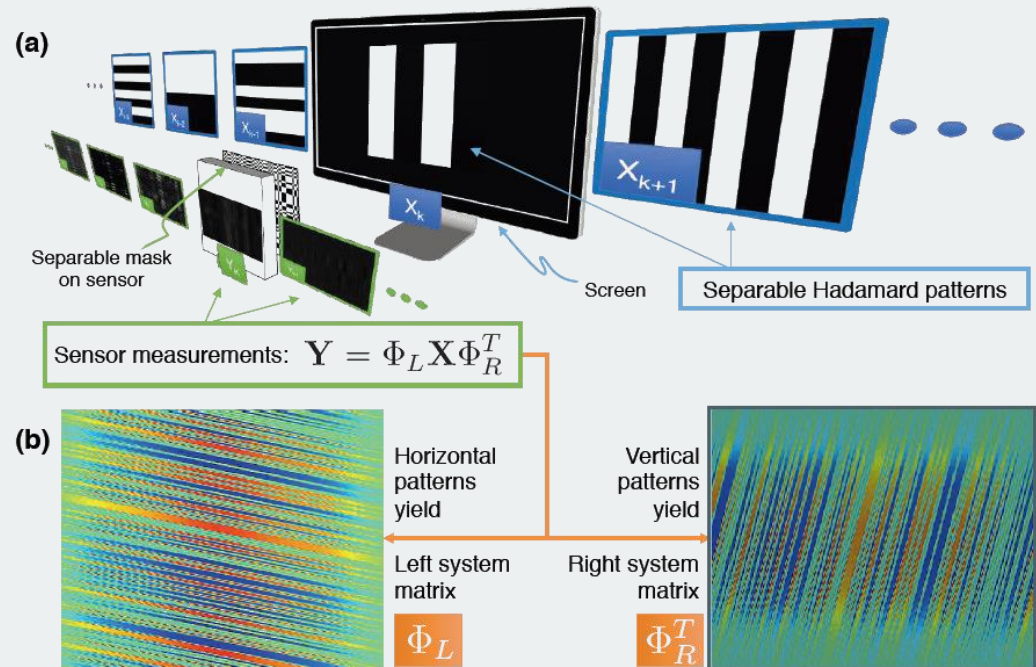
$$Y = \phi_L X \phi_R^T$$

X matrice NxN contenente la radianza della scena

Y matrice MxM contenente la misura del sensore

ϕ_L, ϕ_r matrici di inversione

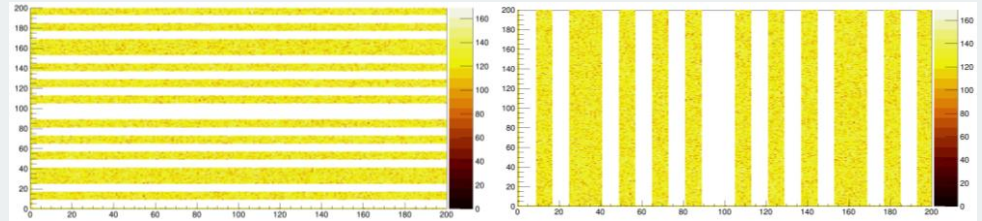
La calibrazione delle matrici ϕ_L, ϕ_r si basa sulla cattura di N immagini proiettate su uno schermo. Le immagini sono ottenute a partire da **Matrici di Hadamard** NxN



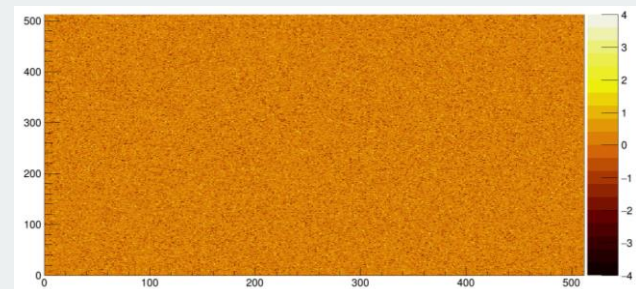
M. Salman Asif et al, *FlatCam: Thin, Lensless Cameras Using Coded Aperture and Computation*, DOI: 10.1109/TCI.2016.2593662

Stato riproduzione matrici di calibrazione

Simulazione delle immagini proiettate su schermo



Rivelazione dei fotoni con sistema maschera/sensore a 15 cm di distanza dallo schermo.



Costruzione matrici ϕ_L, ϕ_R sfruttando le N misure effettuate a partire dalle N immagini proiettate.

