Photon Detection System

Riunione con i referee di Comm.2

1 settembre 2021

F. Terranova

Ruolo nel management

X-ARAPUCA	SiPMs	Cold amplifiers	Warm electronics
Mechanics, dichroic filter, WLS	SiPMs, side boards	Cold amplifiers, ganging	Digitizer (DAPHNE)
Brasil CSU (US) Fermilab (US)	**Italy** Spain Czech Rep. NIU (USA)	**Italy** Spain	**Colombia** **Fermilab (US)** Perù

Convenors: A. Montanari (Photosensors), P. Sala (protoDUNE-SP), C. Gotti (Cold electronics), C. Cattadori (X-Arapuca)

Management Board: F. Terranova (resp. Italiano), A. Montanari, L. Patrizii

Integration Engineer: P. Carniti

Il consorzio dopo l'approvazione del Vertical Drift

La collaborazione ha concordato di sviluppare il Photon Detection System all'interno di **un unico consorzio per entrambi i rivelatori**

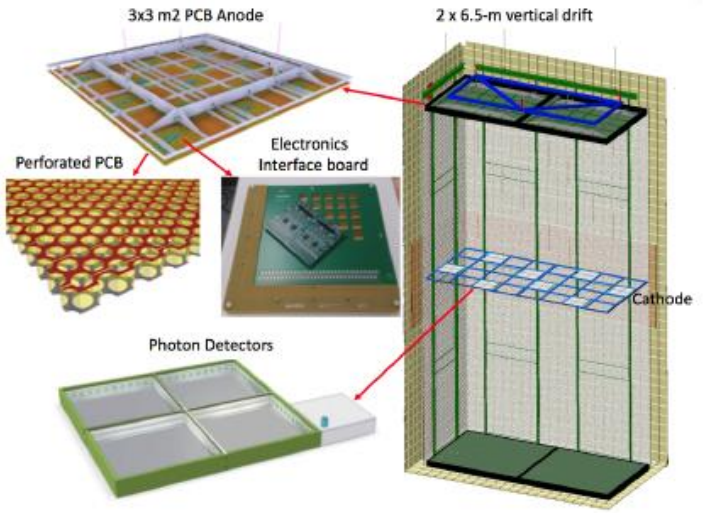
Consortium lead**:** E. Segreto

Technical lead: F. Terranova (electronics), D. Warner (mechanics)

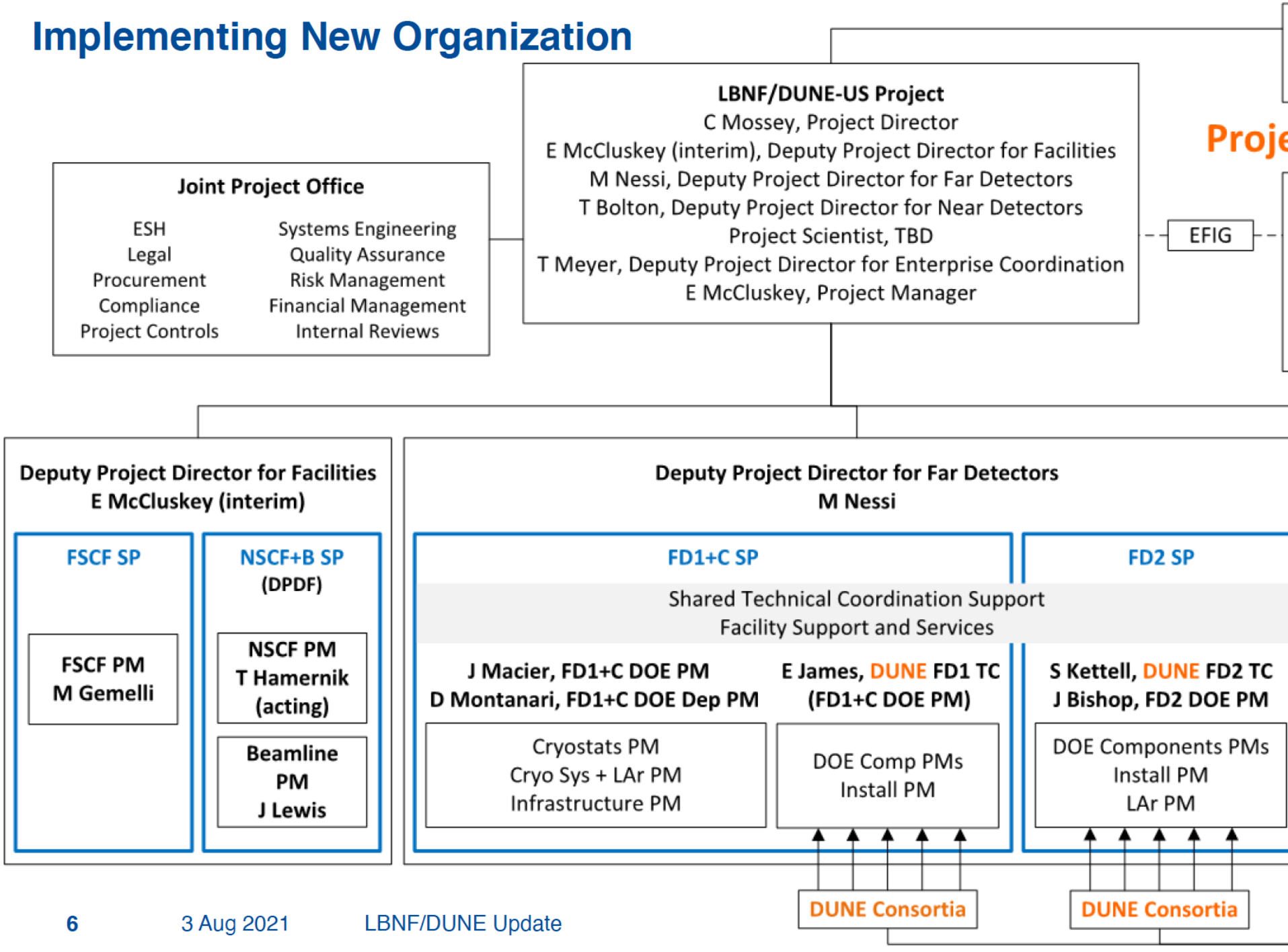
Vertical Drift PDS coordinators: F. Cavanna (contact person), R. Riveira (project manager)

Nuove institutions: BNL, Harvard (power-over-fiber), UK (Xe-doping and warm electronics), France (optocoupler), Czech Republic (Prague Technical Univ.), Granada (SiPM), Ohio State (mechanics), Mexico (X-ARAPUCA), etc.

Nuovi gruppi: Fermilab, CSU, NIU



Implementing New Organization



Obiettivi principali

1) Identificare i sensori ottimali per ProtoDUNE-SP Run II: DONE!
   - Sezioni coinvolte: Bologna, Ferrara, Milano-Bicocca, Milano, Napoli
2) Sviluppare l'amplificatore criogenico e le board: DONE!
   - Sezioni coinvolte: Bologna, Ferrara, Milano-Bicocca, Milano, LNS
3) Effettuare i test di massa e contribuire all'installazione
   - Sezioni coinvolte: Bologna, Ferrara, Milano-Bicocca, Milano
4) Misurare le performance delle X-Arapuca con i nuovi SiPM
   - Sezioni coinvolte: Bologna, Ferrara, Milano-Bicocca, Milano
5) Investigare composti diversi dai WLS commerciali ELJEN
   - Sezioni coinvolte: Milano-Bicocca e Dip. Scienze dei Materiali
6) Elettronica e PoF per il Vertical Drift
   - Sezioni coinvolte: Bologna, Milano-Bicocca, Milano (+CERN e Fermilab)

I sensori custom per DUNE

- Sia FBK che Hamamatsu (HPK) hanno prodotto SiPM customizzati (4 tipi per HPK, 2 tipi per FBK) che sono stati caratterizzati da Bologna, Ferrara, Milano-Bicocca, Madrid, Valencia, Praga e NIU (US)
- Tutte le tipologie sono nelle specifiche di DUNE e non hanno problemi **a temperatura criogenica** (20 cicli termici, 250 SiPM per tipo)
- Siamo riusciti a fare il **ganging di 48 SiPM** con l'amplificatore progettato dall'INFN e i sensori con il miglior S/N sono:

HPK: S13360 7560 HQR (75 mu cell pitch, hight quenching R)

FBK: «triple trench» con 50 mum cell pitch e tre trench di riduzione del rumore correlato.

Moltissimi risultati di fisica dei rivelatori: ganging (Bo-Mib), burst (Ferrara), cryo-reliability (Consortium), packaging (FBK-INFN)

Per la prima volta (Luglio 2021) due vendor si sono detti disposti a certificare i loro sensori per temperature criogeniche

Verso protoDUNE-SP

Produzione dei 4000 SiPM Hamamatsu: consegna 20 Nov 2021. Installazione nelle boards: 10 Dec 2021

Produzione dei 4000 SiPM FBK: consegna 30 Nov 2021 già installate nelle boards

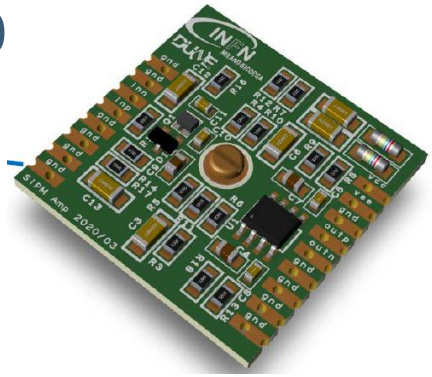
Test di massa (Bo-Fe): Jan-March 2022

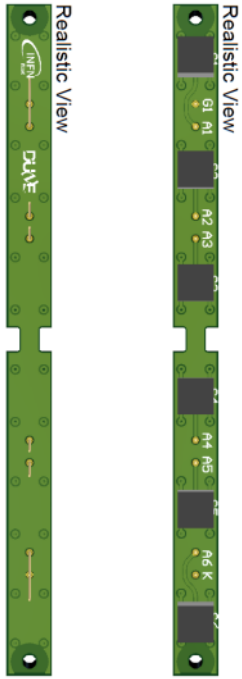
Produzione degli amplificatori (Mib, LNS) e delle board (Mi): in corso

Cold box test al CERN: Jan 2021 (usando 250+250 SiPM già disponibili)

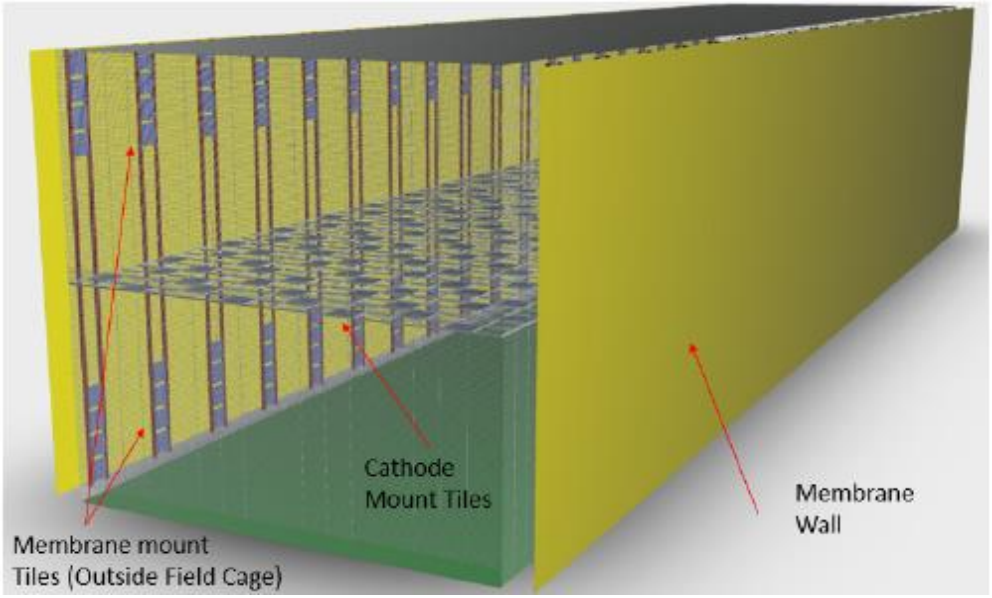
Test delle supercell (Mi, Mib, Madrid): in corso

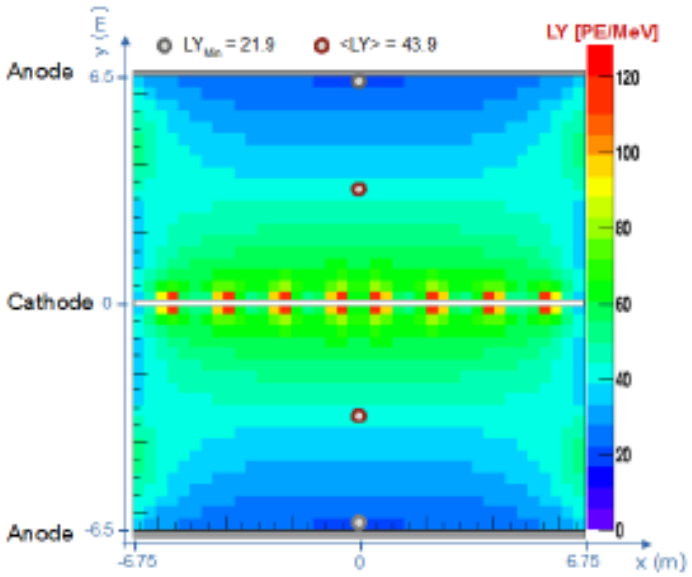
Realizzazione dei moduli (Brasile) e installazione al CERN (Consorzio) Mar-May 2022





Il PDS del Vertical Drift





Il vertical drift è privo di piani anodici (APA)! Perciò le X-ARAPUCA possono essere inserite solo:

a) Oltre la field cage (trasparenza 70%) agganciate alle pareti del criostato («membrane wall»). **Low risk, low light yield**

b) Sul catodo, alimentando il sistema con un dispositivo optoelettronico privo di conduttori metallici («power over fiber») visto che il catodo si trova a 320 kV!! **High risk, high light yield**

L’INFN nel Vertical Drift

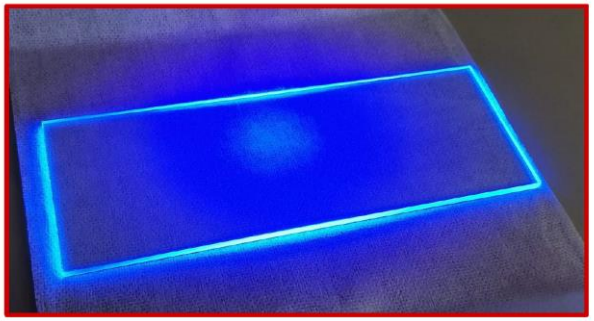
Coordinandoci con i gruppi EU (CERN, Francia Italia, Repubblica ceca, Spagna), abbiamo proposto di:

- Contribuire allo sviluppo del sistema di readout della luce: SiPM, flexy board, cold electronic (Bo, Fe, Mi, Mib)
- Identificare nuove soluzioni e nuovi vendor per il sistema di intrappolamento della luce (WLS: GlassToPower; filtri dicroici: Zaot + partnership ASI)
- Fornire un sostanziale contributo economico per le «membrane tiles»
- Contribuire all R&D più «rischioso» sviluppando l’elettronica analogica fredda pilotata dal PoF (Mi, Mib)

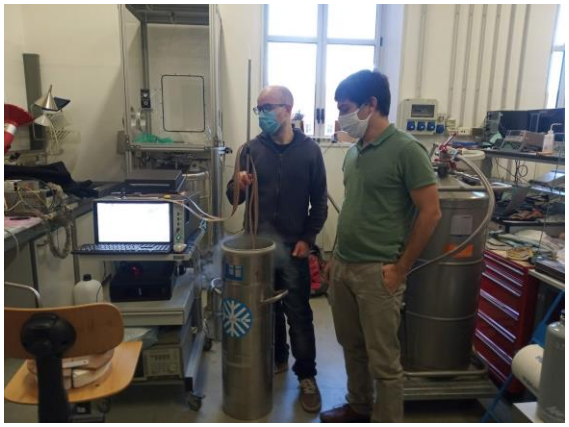
L’INFN, in particolare, ha scelto (v. documenti per il CTS) la seguente strategia:

- Contributi finanziari sostanziali (1 Meuro) su item in cui quasi certamente i vendor saranno italiani (FBK, GlassToPower, Zaot etc.)
- Contributi intellettuali su item in cui siamo già forti (elettronica analogica criogenica)

Milano Bicocca



Bicocca G2P



18 persone, 11 FTE (+ 0.15 FTE aidainnova, sigla affine)

Missioni: 37 kE (ProtoDUNE Run II)

Consumo: 11 kE (flexi board, WLS per Vertical Drift)

Inventariabile: 21 kE (ProtoDUNE Run II e Vertical Drift)

Apparati: 1510 kE (gara SiPM) (era 200+1300+1100 kE nei preventivi)

Importante: richieste AIDAINNOVA (9 kE) dovrebbero poter essere finanziate su fondi aggiuntivi della comm.2.