Scattering_and_Neutrino Detector@LHC: neutrini da LHC

Assemblea di sezione, Bologna, 4 Feb 2021

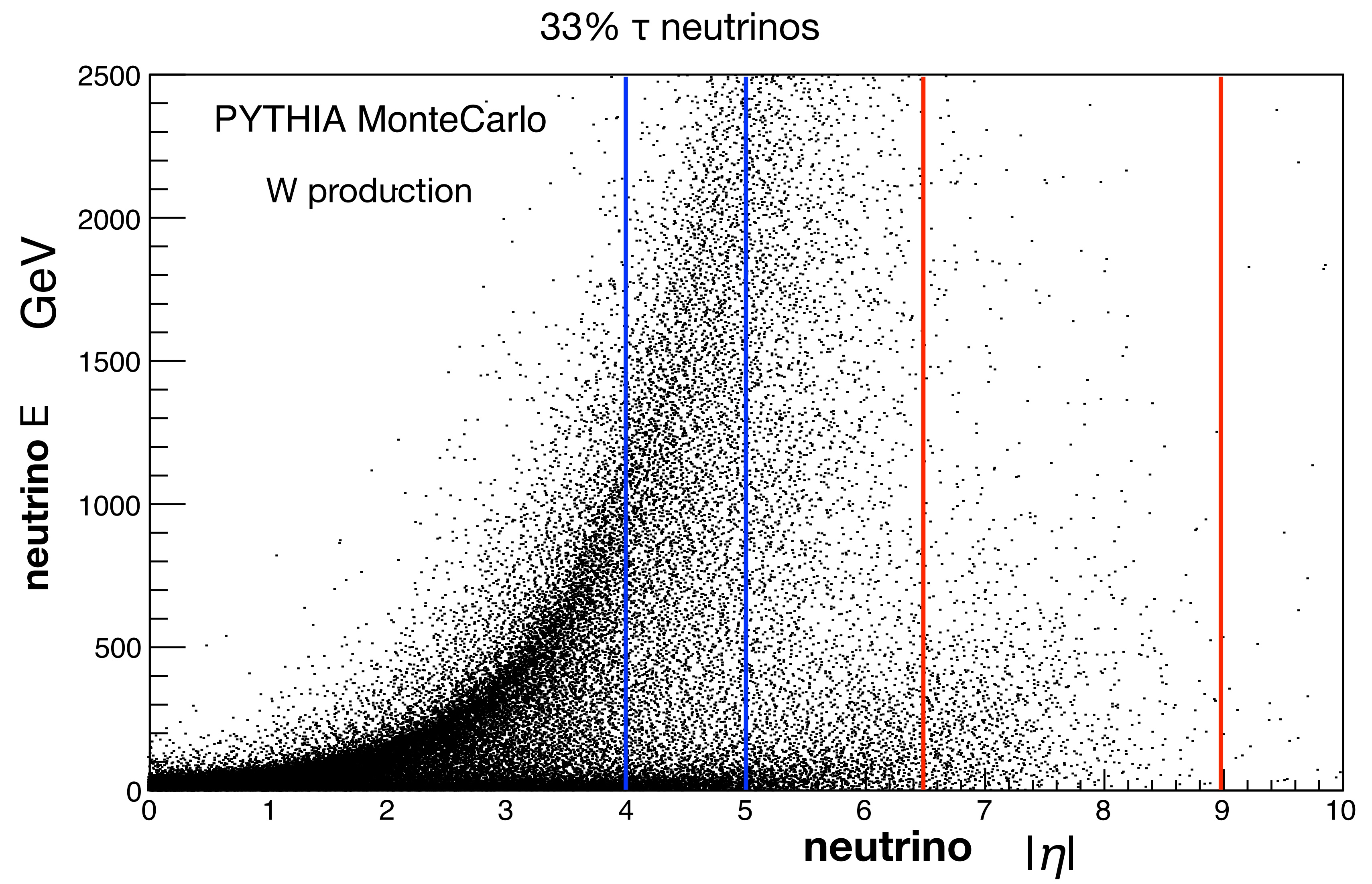
Marco Dallavalle

neutrini da LHC

- l'uso di LHC come sorgente di neutrini è uno sviluppo recente. Due esperimenti (SND@LHC e FASERν) nel 2022-2024 puntano alla prima osservazione diretta.

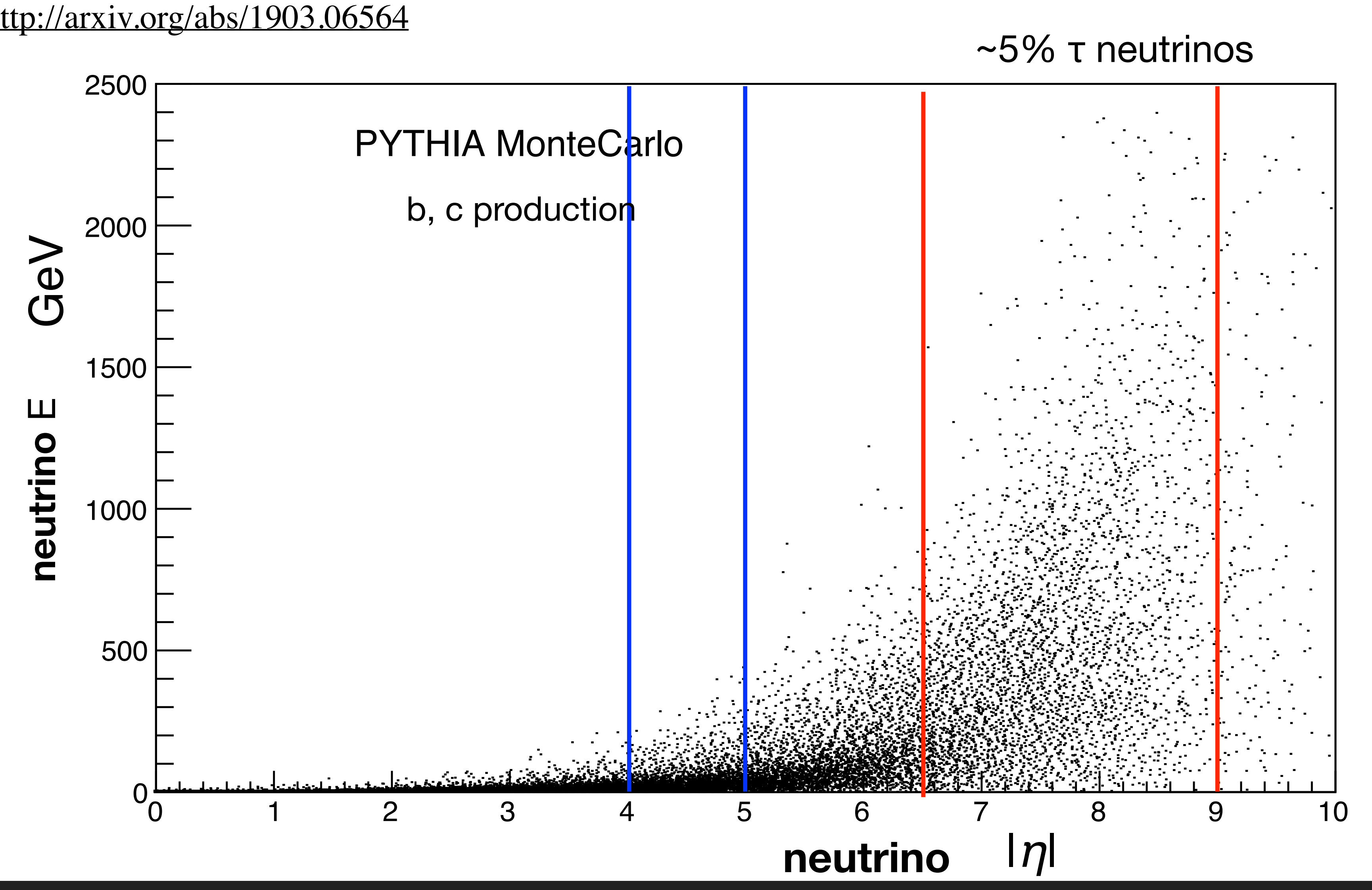
- dai decadimenti di bosoni W,Z, e di quark pesanti prodotti nelle interazioni pp profonde nascono neutrini dei tre sapori e,μ,τ ; neutrini muonici anche dai decadimenti di π,K

- energia ~100-4000 GeV e intensità dei neutrini variano con l'angolo di diffusione ($\eta=-\ln\tan\theta/2 \longrightarrow \eta=4.5=22\text{mrad}=1.3^{\circ}$ $\eta=8=0.7\text{mrad}=0.04^{\circ}$)



N. Beni et al., Physics Potential of an Experiment using LHC Neutrinos, J. Phys. G 46 (2019) 115008

http://arxiv.org/abs/1903.06564



fisica coi neutrini a LHC (1)

- SND@LHC osserverà neutrini in $7.2<\eta<8.6$

- il principale (>90%) processo di produzione è il decadimento dei quark charm generati da gg—>c cbar

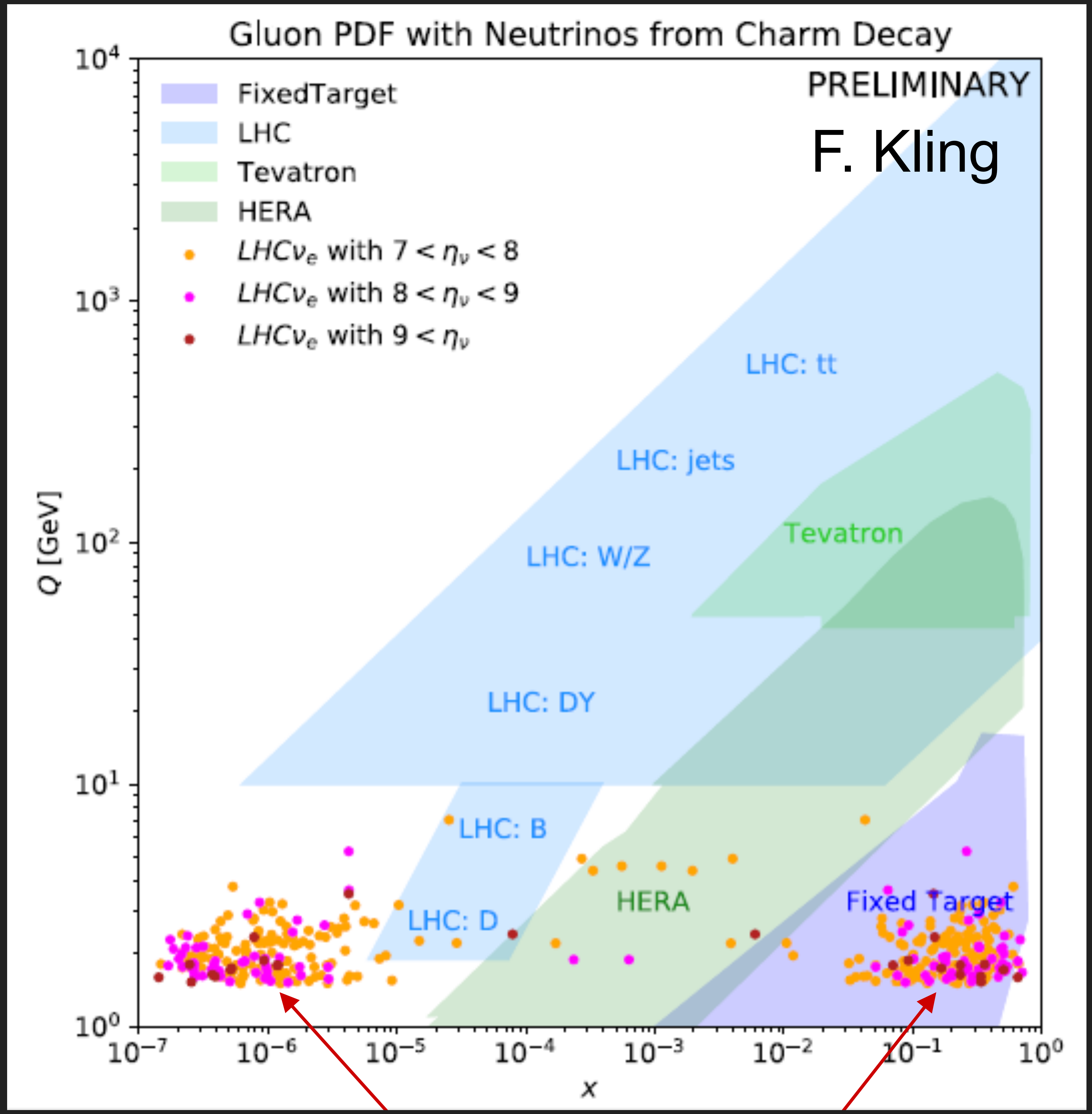
- la reazione ha un grande boost in avanti:

un gluone ha $\langle x_1 \rangle \sim 0.2$,

e il secondo ha x_2 tra 10^{-7} e 10^{-5} , terra incognita

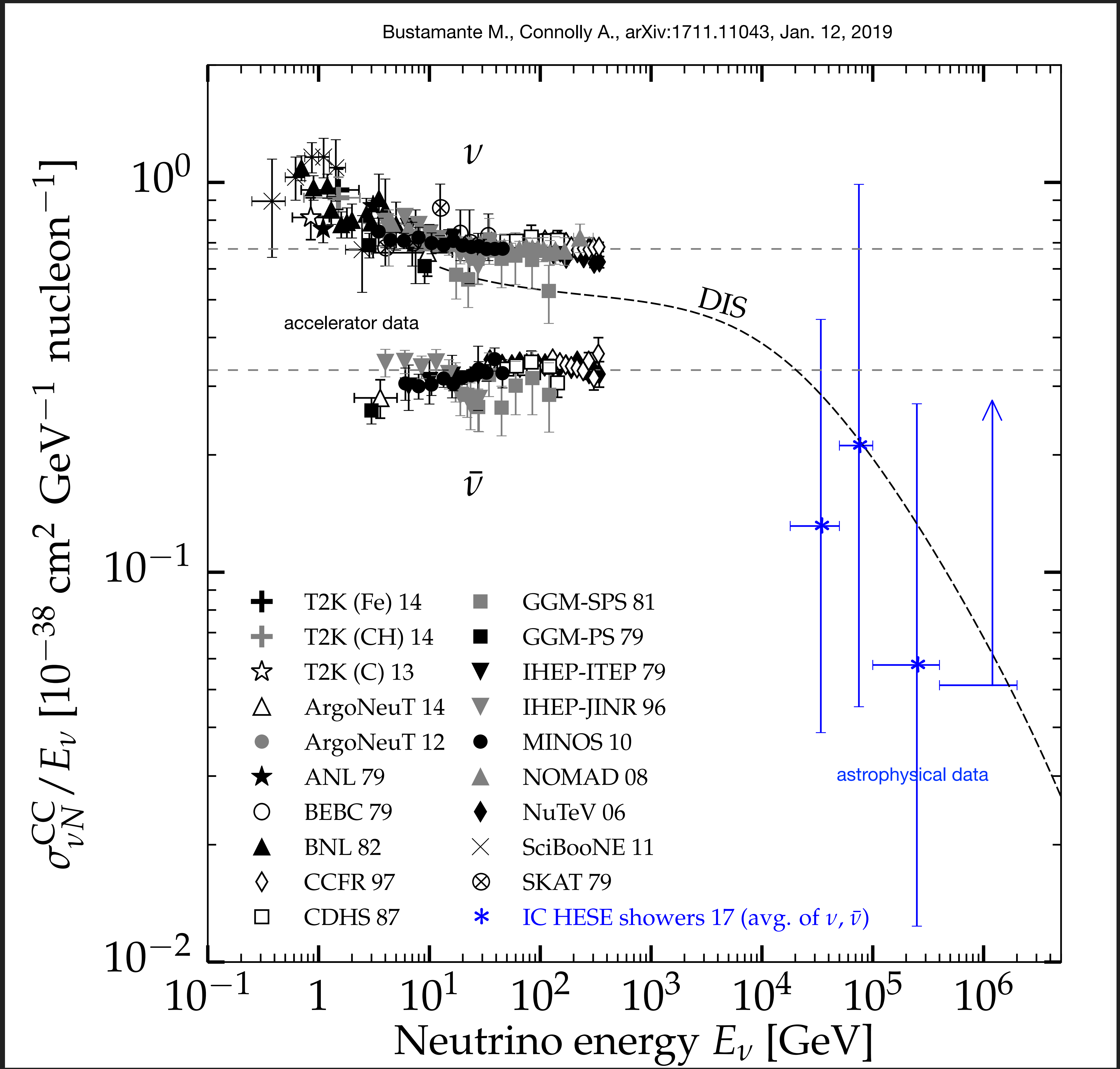
$\langle Q^2 \rangle$ è ~ 4 GeV^2

- la PDF del gluone a piccolo x ha grande incertezza, un problema aperto per le predizioni di QCD.   SND@LHC può stimarla dal flusso di neutrini



fisica coi neutrini a LHC (2)

- la sezione d'urto di interazione νN (N=p,n) è misurata in laboratorio per E_ν<350 GeV ;
    - molte misure per ν_μ, qualcuna ν_e ;
    - 14 interazioni di ν_τ osservate ;
    - N.B.: σ(1000GeV)/σ(10GeV)~100—> detector può essere piccolo in massa e dimensioni
- da sorgenti di astrofisica misure per E_{ν}>6000 GeV, incertezza molto grande
- LHC può coprire il gap 350-6000 GeV
- LHC può produrre un campione consistente di ν_τ, di alta energia



la Collaborazione SND@LHC (1)

- Nata dalla fusione di XSEN e SND(SHiP)
- XSEN aveva misurato i fondi macchina di LHC, stimato i flussi di neutrini e dimostrato la fattibilità di un esperimento per neutrini
- SND aveva sviluppato un rivelatore avanzato per l'osservazione di neutrini in SHiP
- LoI a Agosto 2019; approvazione di LHCC
- Technical Proposal sottomesso a Gennaio; in valutazione da LHCC; approvazione possibile per Marzo

January 15, 2021

TECHNICAL PROPOSAL

SND@LHC

Scattering and Neutrino Detector at the LHC

SND@LHC Collaboration

Abstract

SND@LHC is a proposed, compact and stand-alone experiment to perform measurements with neutrinos produced at the LHC in an hitherto unexplored pseudo-rapidity region of $7.2 < \eta < 8.6$, complementary to all the other experiments at the LHC. The experiment is to be located 480 m downstream of IP1 in the unused TI18 tunnel. The first phase aims at operating the detector throughout LHC Run 3 to collect a total of 150 fb^{-1}.

Following the review of the Letter of Intent [1], submitted in August 2020, LHCC recommended the collaboration to proceed with the preparation of a Technical Proposal (TP), reported herein.

la Collaborazione SND@LHC (2)

- proposta di SND@LHC firmata da 35 istituti, 120 persone, 32% INFN, Bari,Bologna,Cagliari,LNGS, Napoli
- in discussione nella riunione di CSN1 INFN di Febbraio
- ricercatori di Bologna: 5 GrI, 2 GrII, 3 GrV
- altri sono benvenuti!

C. Ahdida[24], R. Albanese[9,c,g], A. Alexandrov[9,19,21,c], M. Andreini[24], A. Anokhina[22], A. Bay[25], P. Bestmann[24], C. Betancourt[26], I. Bezshyiko[26], A. Blanco[33],M. Bogomilov[1], K. Bondarenko[24,25], W.M. Bonivento[8], P. Boisseaux-Bourgeois[24], A. Boyarsky[18,d], L.R. Buonocore[26], A. Buonaura[26], S. Buontempo[9], V. Cafaro[7], M. Callignon[24], T. Camporesi[24], M. Campanelli[30], V. Canale[9,c], F. Cerutti[24], N. Charitonidis[24], M. Chernyavskiy[19], K.-Y. Choi[17], S. Cholak[25], V. Cicero[7], L. Congedo[6,a], O. Crespo[24], M. Cristinziani[4], A. Crupano[7], G.M. Dallavalle[7], A. Datwyler[26], N. D'Ambrosio[10], A. Dashkina[21], J. De Carvalho Saraiva[33], P.T. De Bryas Dexmiers D'Archiac[25], G. De Lellis[9,21,c], M. de Magistris[9,c], A. De Roeck[24], A. De Rujula[31], M. De Serio[6,a], D. De Simone[26], L. Dedenko[22], A. Di Crescenzo[9,c], L. Di Giulio[24], A. Dolmatov[20], O. Durhan[27], D. Fasanella[7], F. Fedotovs[30], M. Ferrillo[26], M. Ferro-Luzzi[24], R.A. Fini[6], P. Fonte[33],R. Fresa[9,c], G. Galati[9,c], J. Gall[24], R. Garcia Alia[24], V. Gentile[9,21,c], V. Giordano[7], A. Golovatiuk[9,c], A. Golutvin[29,21], P. Gorbounov[24], M. Gorshenkov[21], E. Graverini[25], J.-L. Grenard[24], A.M. Guler[27], G.J. Haefeli[25], E.van Herwijnen[21], G. Iaselli[6,a], P. Iengo[9,24], S. Ilieva[1] A Infantino[24], A. Iuliano[9,c], R. Jacobsson[24], M. Jonker[24], C. Kamiscioglu[27,f], Y. Karyotakis[32], E. Khalikov[22], Y.G. Kim[14], S.H. Kim[14], D.I. Kolev[1], M. Komatsu[11], N. Konovalova[19,21], S. Kovalenko[34], I. Krasilnikova[21], S. Kuleshov[34], H.M. Lacker[1], O. Lantwin[26,21], A. Lauria[9,c], K.S. Lee[16], K.Y. Lee[13], N. Leonardo[33], G. Lerner[24], S. Lo Meo[7,b], V.P. Loschiavo[9,g], L. Lopes[33], A. Magnan[29], M. Maietta[24], A. Malinin[20], Y. Maurer[24], A.K. Managadze[22], S. Marsh[24], A. Miano[9,c], A. Montanari[7], M.C. Montesi[9,c], T. Naka[12], F.L. Navarria[7], P. Ninin[24], S. Ogawa[12], N. Okateva[19,21], J. Osborne[24], N. Owtscharenko[4], P.H. Owen[26], B.D. Park[13], G. Passeggio[9], A. Pastore[6], M. Patel[29,21], L. Patrizii[7,b], A. Petrov[20], D. Podgrudkov[22], G.L. Petkov[1], K. Petridis[28], N. Polukhina[19,21,e], D. Prelipcean[24], A. Prota[9,c], F. Queiroz[35], A. Quercia[9,c], F. Ratnikov[23], F. Redi[25], A.B. Rodrigues Cavalcante[25], J. Rodrigues Fernandez[24], T. Roganova[22], T. Rovelli[7,b], O. Ruchayskiy[2], T. Ruf[24], M. Sabate Gilarte[24], F. Sanchez Galan[24], P. Santos Diaz[24], O. Schneider[25], G. Sekhniaidze[9], N. Serra[26,21], M. Shaposhnikov[25], T. Shchedrina[19,21], L. Shchutska[25], V. Shevchenko[20,21], H. Shibuya[12], S. Shirobokov[29], E. Shmanin[21], S. Simone[6,a], G. Sirri[7,b], G. Soares[33],J.Y. Sohn[13], M. Souaya[24], N. Starkov[19,21], J.L. Tastet[2], I. Timiryasov[25], V. Tioukov[9], N. Tosi[7,b], C. Trippl[25], F. Tramontano[9,c], R. Tsenov[1], E. Ursov[22], A. Ustyuzhanin[23,21], G. Vankova-Kirilova[1], C. Vendeuvre[24], C. Visone[9,c], R. Wanke[5], J.-K. Woo[15], C.S. Yoon[13], J. Zamora-Saa[34],E. Zaffaroni[25]

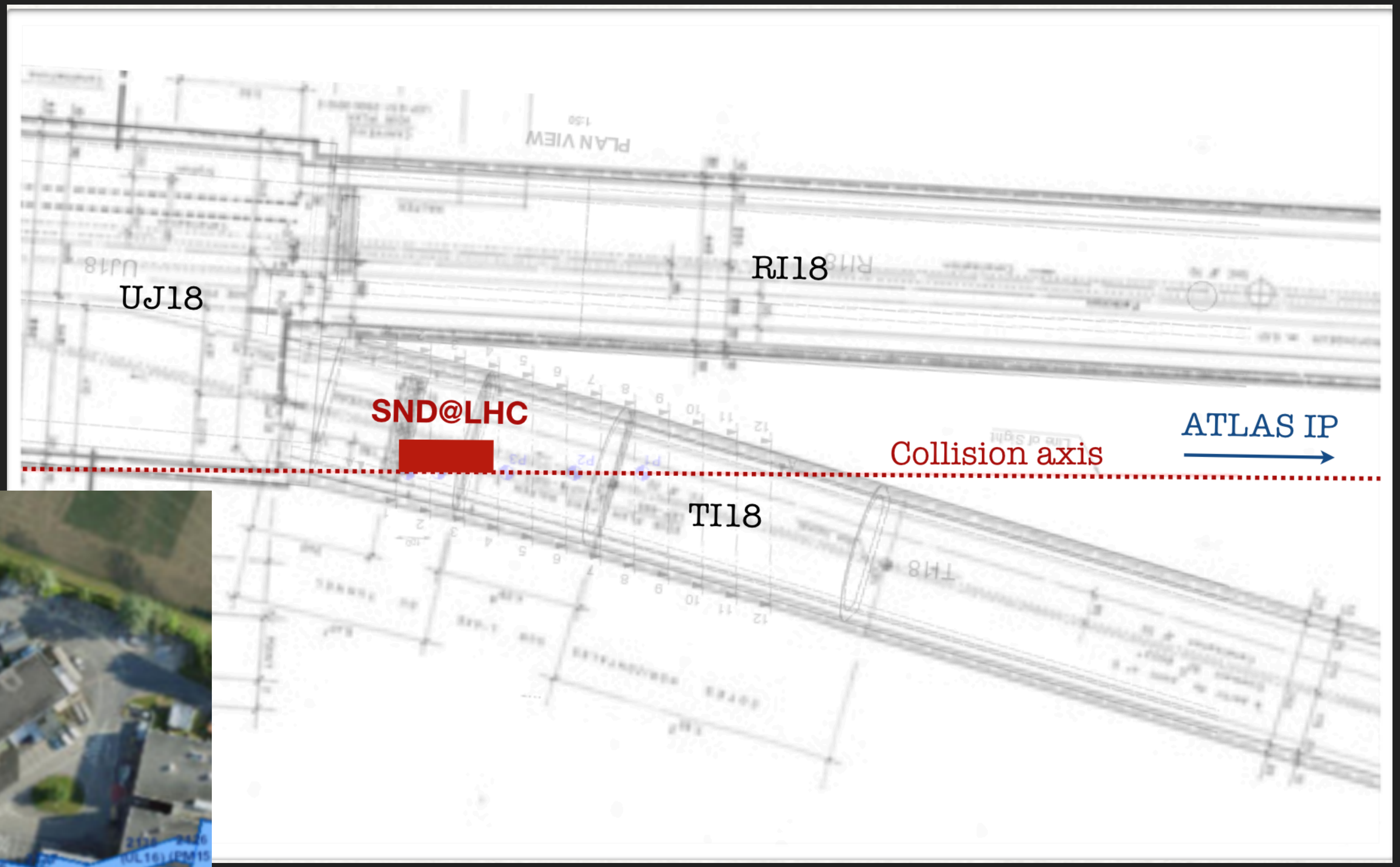
[1] *Faculty of Physics, Sofia University, Sofia, Bulgaria*
[2] *Niels Bohr Institute, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark*
[3] *Humboldt-Universität zu Berlin, Berlin, Germany*
[4] *Department Physik, Universität Siegen, Siegen, Germany*
[5] *Institut für Physik and PRISMA Cluster of Excellence, Johannes Gutenberg Universität Mainz, Mainz, Germany*
[6] *Sezione INFN di Bari, Bari, Italy*
[7] *Sezione INFN di Bologna, Bologna, Italy*
[8] *Sezione INFN di Cagliari, Cagliari, Italy*
[9] *Sezione INFN di Napoli, Napoli, Italy*
[10] *Laboratori Nazionali dell'INFN di Gran Sasso, L'Aquila, Italy*
[11] *Nagoya University, Nagoya, Japan*
[12] *Toho University, Funabashi, Chiba, Japan*

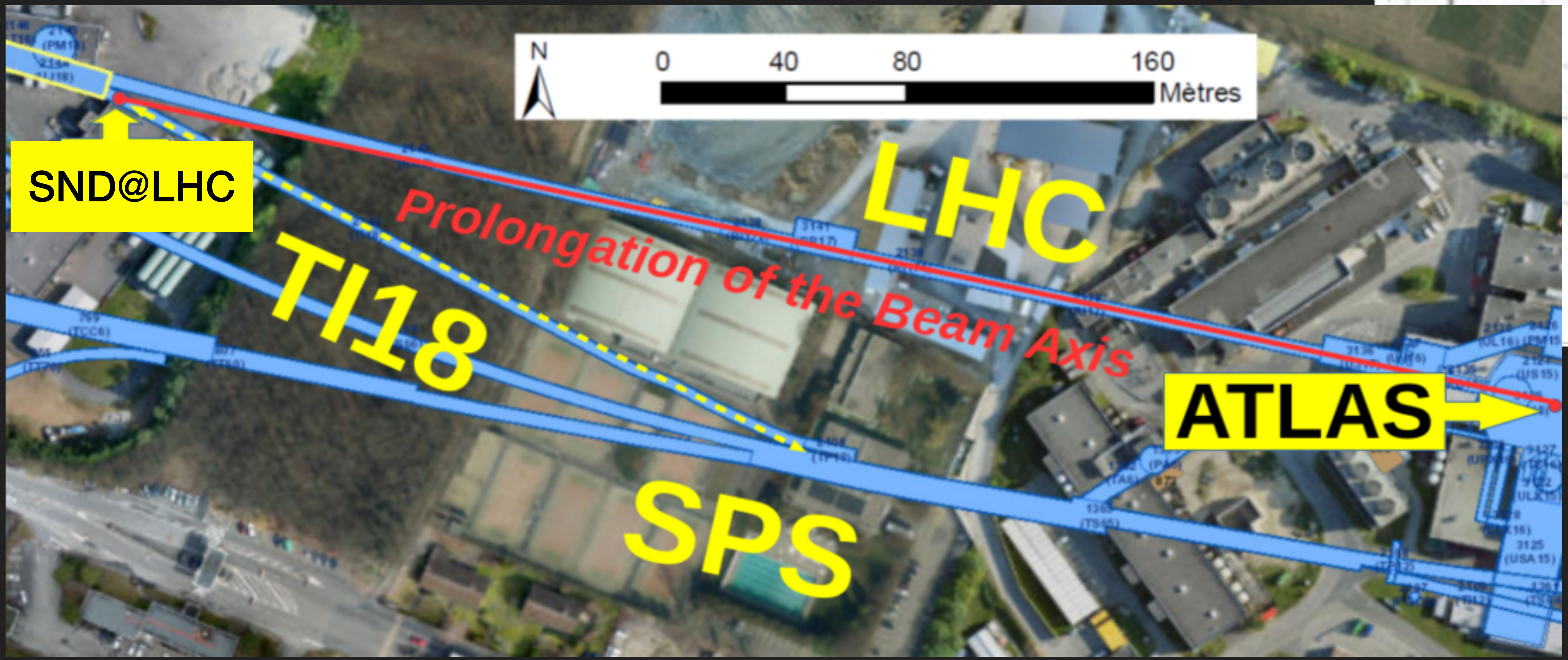
[13] *Physics Education Department & RINS, Gyeongsang National University, Jinju, Korea*
[14] *Gwangju National University of Education, Gwangju, Korea*
[15] *Jeju National University, Jeju, Korea*
[16] *Korea University, Seoul, Korea*
[17] *Sungkyunkwan University, Suwon-si, Gyeong Gi-do, Korea*
[18] *University of Leiden, Leiden, The Netherlands*
[19] *P.N. Lebedev Physical Institute (LPI RAS), Moscow, Russia*
[20] *National Research Centre 'Kurchatov Institute', Moscow, Russia*
[21] *National University of Science and Technology 'MISiS', Moscow, Russia*
[22] *Skobeltsyn Institute of Nuclear Physics of Moscow State University (SINP MSU), Moscow, Russia*
[23] *National Research University Higher School of Economics, Moscow, Russia*
[24] *European Organization for Nuclear Research (CERN), Geneva, Switzerland*
[25] *École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL), Lausanne, Switzerland*
[26] *Physik-Institut, Universität Zürich, Zürich, Switzerland*
[27] *Middle East Technical University (METU), Ankara, Turkey*
[28] *H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol, Bristol, United Kingdom*
[29] *Imperial College London, London, United Kingdom*
[30] *University College London, London, United Kingdom*
[31] *Inst. de Estructura de la Materia, Consejo Superior de Investigaciones Cientificas (CSIC), Madrid, Spain*
[32] *Laboratoire d'Annecy-le-Vieux de Physique des Particules (LAPP), Annecy-le-Vieux, France*
[33] *Laboratory of Instrumentation and Experimental Particle Physics (LIP), Lisbon, Portugal*
[34] *Universidad Andres Bello, Department of Physics, Santiago, Chile*
[35] *International Institute of Physics at the Federal University of Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Brazil*
[a] *Università di Bari, Bari, Italy*
[b] *Università di Bologna, Bologna, Italy*
[c] *Università di Napoli "Federico II", Napoli, Italy*
[d] *Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv, Ukraine*
[e] *National Research Nuclear University (MEPhI), Moscow, Russia*
[f] *Ankara University, Ankara, Turkey*
[g] *Consorzio CREATE, Napoli, Italy*

collocazione del rivelatore

- nel tunnel TI18, 480m da ATLAS

- particelle da IP incontrano 100 m di roccia; quelle cariche deviate dai magneti di LHC





il rivelatore di SND@LHC (1)

- Angular acceptance: 7.2< η < 8.6
- Target material: Tungsten
- Target mass: 830 kg
- Surface: 390x390 mm^2

Estimated cost 1.7 MCHF

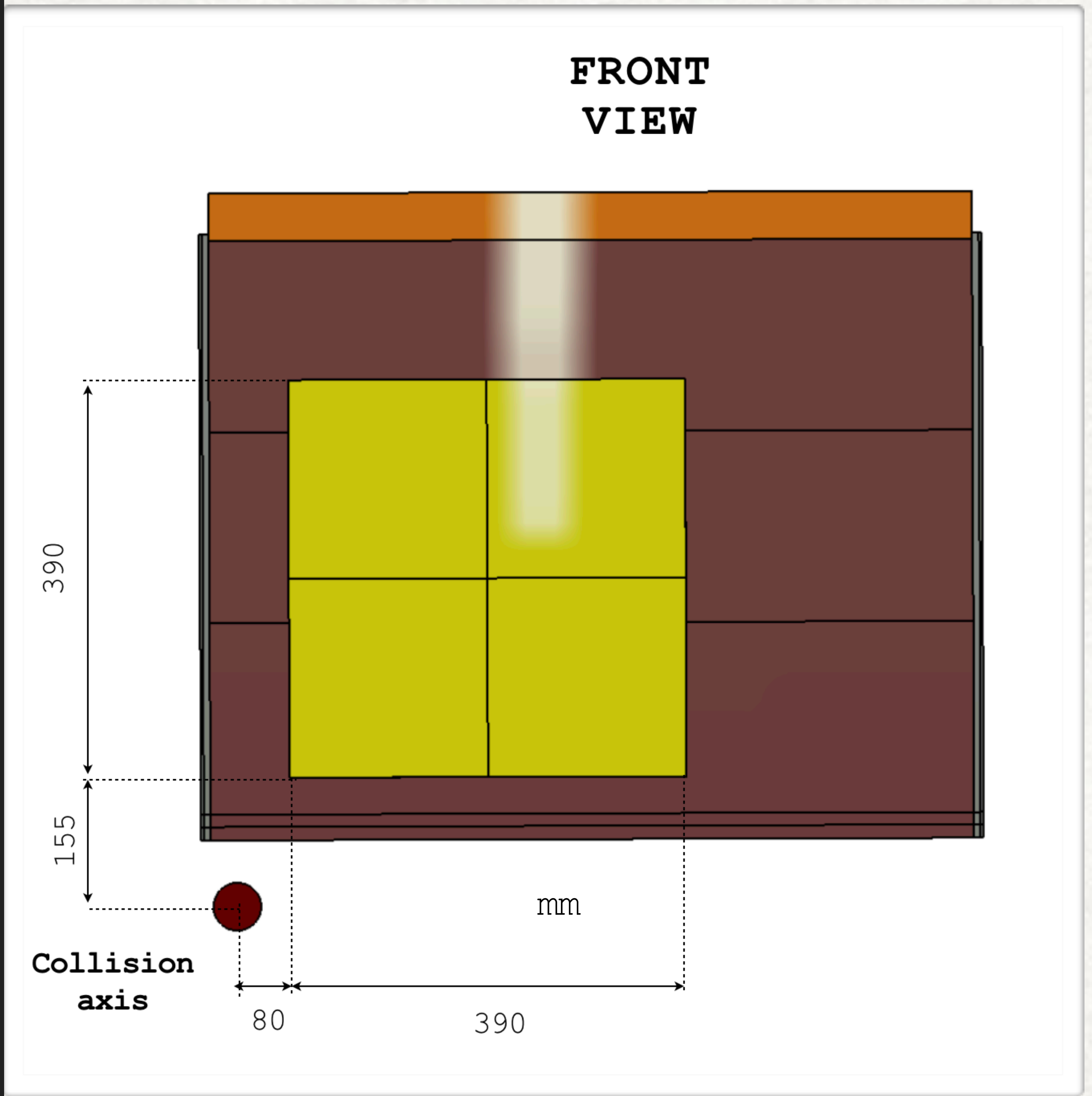
44 m^2 di emulsioni da sostituire 2-3 volte l'anno

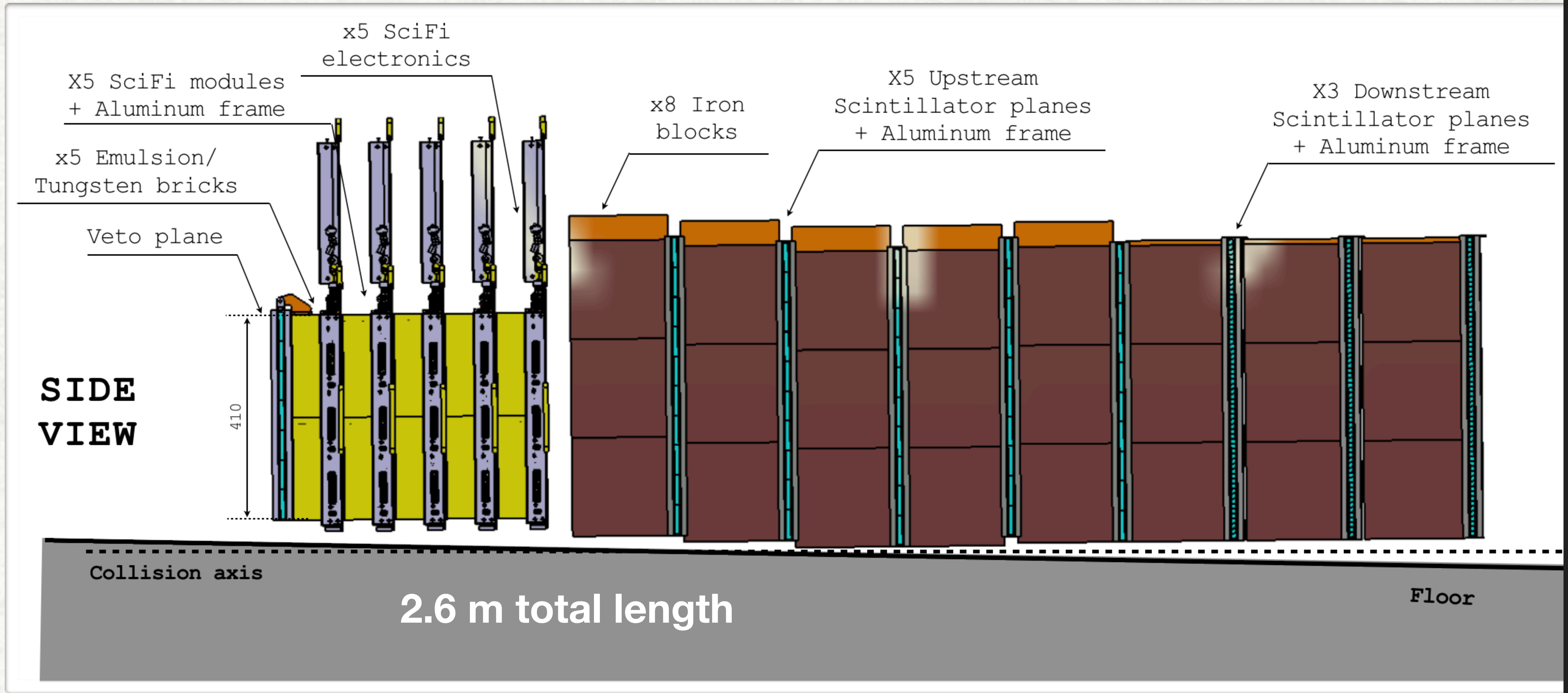
5 stazioni di scan operative in SND@LHC a tempo pieno

Off axis location

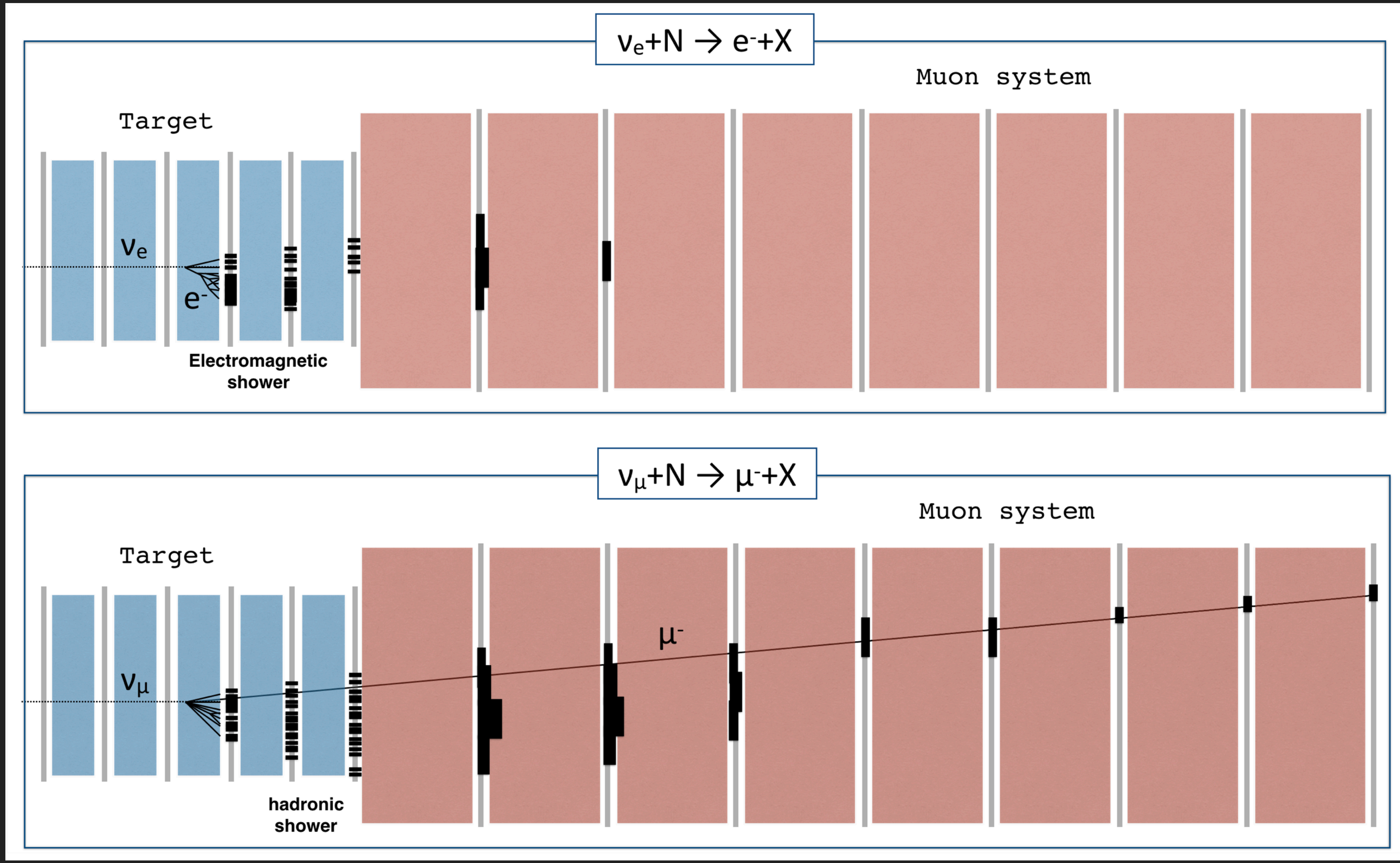
Electromagnetic calorimeter
~40 X_0

Hadronic calorimeter
~9.5 λ





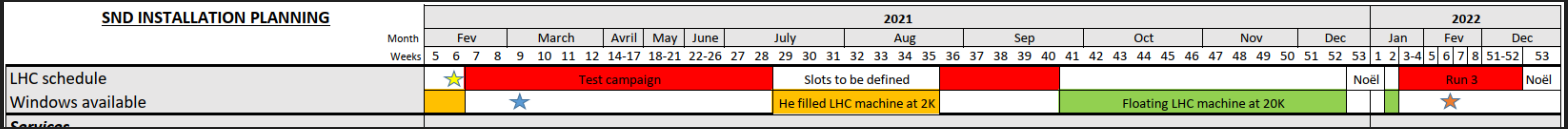
il rivelatore di SND@LHC (2)



a Bologna, interessamento per

- tre stazioni finali del rivelatore di muoni: barre sottili di scintillatori lette da SiPMs; partecipazione a detector design, elettronica e meccanica
- scan delle emulsioni al microscopio (esperienza di OPERA, upgrade del microscopio)
- analisi degli eventi

Pianificazione, aspettative e note finali



preparare area, installare servizi

installazione e collaudo

Flavour	Neutrinos in acceptance $\langle E \rangle$ [GeV]	Neutrinos in acceptance Yield	CC neutrino interactions $\langle E \rangle$ [GeV]	CC neutrino interactions Yield	NC neutrino interactions $\langle E \rangle$ [GeV]	NC neutrino interactions Yield
ν_μ	145	2.1×10^{12}	450	730	480	220
$\bar{\nu}_\mu$	145	1.8×10^{12}	485	290	480	110
ν_e	395	2.6×10^{11}	760	235	720	70
$\bar{\nu}_e$	405	2.8×10^{11}	680	120	720	44
ν_τ	415	1.5×10^{10}	740	14	740	4
$\bar{\nu}_\tau$	380	1.7×10^{10}	740	6	740	2
TOT		4.5×10^{12}		1395		450

Table 15: Number of neutrinos in the SND@LHC acceptance, charged-current and neutral-current neutrino interactions in the detector target, assuming 150 fb^{-1}. Average energies are also reported.

note finali:

- a HL-LHC statistica x50, ma serve tracker alternativo alle emulsioni
- altre possibilità di fisica: FIPs (particelle con interazione "flebile", quasi impercettibile, che collidono con nucleoni o con elettroni)