

Approfondimenti sul dibattito scientifico riguardo gli effetti dei campi elettromagnetici sulla salute

a cura del Consorzio Elettra 2000 - Via Celestini, 1 - Pontecchio Marconi (BO)

Numero 19, giugno 2015

Esposizione a campi ELF e leucemie infantili: i risultati dello studio SETIL

SETIL è uno studio caso controllo su diversi fattori di rischio per la leucemia infantile ed alcuni altri tumori in età pediatrica, realizzato da 15 gruppi di ricerca in 14 regioni italiane ...

[Leggi tutto l'articolo](#)

Stimolazione transcranica: una tecnica per studiare il funzionamento del cervello

La stimolazione transcranica consiste in una metodologia non farmacologica e non invasiva per alterare l'eccitabilità corticale attraverso la somministrazione di correnti con determinate caratteristiche in zone specifiche del cranio mediante elettrodi opportunamente sagomati e posizionati.... [Leggi tutto l'articolo](#)



Radioprotezione in Italia: l'attività dell'ENEA

Tra le varie attività scientifiche di cui si occupa l'ENEA è compresa anche la radioprotezione che in questo campo specifico svolge una serie di... [Leggi tutto l'articolo](#)

Radio Days: quando la comunicazione è protagonista

Dal 15 al 24 maggio, come di consuetudine, si sono svolti a Sasso Marconi, i Marconi Radio Days, una manifestazione dedicata al padre delle telecomunicazioni nata con l'obiettivo di fornire spunti di riflessione..... [Leggi tutto l'articolo](#)

Nuove tecnologie per le telecomunicazioni ed evoluzione del quadro tecnico e protezionistico: ciclo di Seminari presso l'Università di Milano Bicocca

L'evoluzione della tecnologia dei sistemi per le telecomunicazioni ha portato ad una crescente pervasività delle comunicazioni radio, accompagnata da una presenza sempre più frequente di sorgenti di campo elettromagnetico, nei luoghi di vita e di lavoro. Questa tendenza è oggi ulteriormente accentuata.... [Leggi tutto l'articolo](#)



Puoi rimanete in contatto con Elettra tramite i social Network Facebook e Twitter. Ci potete trovare come Consorzio Elettra 2000 su Facebook , su Twitter come @Elettra_2000.

Per informazioni consultare www.elettra2000.it o scrivere a info@elettra2000.it

Se non si desidera più ricevere questo notiziario scrivere a ustampa@elettra2000.it

Esposizione a campi ELF e leucemie infantili: i risultati dello studio SETIL

SETIL è uno studio caso controllo su diversi fattori di rischio per la leucemia infantile ed alcuni altri tumori in età pediatrica, realizzato da 15 gruppi di ricerca in 14 regioni italiane.

Per i dettagli sul disegno di questa indagine epidemiologica e sui risultati delle analisi di associazione tra i tumori infantili in studio e diverse esposizioni ambientali si rimanda alle pubblicazioni indicate in nota di chiusura¹.

Questa segnalazione è dedicata ai risultati dello studio SETIL relativi alla relazione tra rischio di leucemia infantile ed esposizione a campi magnetici a 50 Hz, pubblicati a febbraio 2015 (Salvan A, Ranucci A, Lagorio S, Magnani C; SETIL Research Group. "Childhood Leukemia and 50 Hz Magnetic Fields: Findings from the Italian SETIL Case-Control Study". Int J Environ Res Public Health 2015;12(2):2184-2204. doi: 10.3390/ijerph120202184 – free PMC article).

Grazie alla collaborazione con l'AIEOP (Associazione Italiana di Ematologia ed Oncologia Pediatrica), sono stati individuati tutti i casi di leucemia infantile diagnosticati nel 1998-2001 tra i bambini di età compresa tra 0 e 10 anni residenti nelle regioni in studio. A ciascun caso di leucemia sono stati appaiati due bambini "di controllo" (residenti nella stessa provincia, nati a pochi giorni di distanza e dello stesso sesso) selezionati attraverso i registri regionali degli assistiti da medici di medicina generale e pediatri.

Previo consenso dei medici curanti, alle famiglie dei 795 casi e 1475 controlli eleggibili per l'inclusione è stato proposto di partecipare all'indagine che prevedeva un'intervista ai genitori, seguita da misure dei livelli di campo magnetico a 50 Hz nell'abitazione dei bambini che al momento dell'indagine abitavano ancora nelle case occupate un anno prima della diagnosi (o della corrispondente data di riferimento per i controlli).

Hanno accettato di essere intervistati i genitori di 683 casi (92%) e 1044 controlli (71%), mentre misure in continuo del campo magnetico di durata di 24-48 h nella stanza da letto del bambino erano disponibili per 540 casi (72%) e 830 controlli (56%).

Le analisi principali sono state ristrette a 412 casi e 578 controlli strettamente appaiati per età e, per stimare il rischio relativo di leucemia per categoria di esposizione, si sono basate su modelli di regressione logistica condizionata. Sono però state effettuate numerose analisi statistiche "di sensibilità", finalizzate ad esplorare in modo sistematico eventuali variazioni nei risultati legate a modifiche nella metrica di esposizione utilizzata (media aritmetica, media geometrica e 95° percentile della distribuzione delle misure istantanee di campo magnetico rilevate ad intervalli di 30 secondi durante l'intero periodo di misura o limitatamente al periodo notturno, considerate come variabili continue oppure in categorie), nel modello statistico utilizzato (regressione logistica non condizionata), al tipo di leucemia (tutte le leucemie o solo la leucemia linfatica acuta) e a diversi criteri di restrizione del campione di dati.

Dai risultati delle misure è emerso che il livello medio di campo magnetico presente nelle camere da letto dei bambini è pari a 0.04 µT e in meno del 2% delle stanze superavano 0.3 µT. Questi dati sono pienamente in linea con quanto è emerso da analoghe campagne di misure effettuate in altri paesi europei.

Per quanto riguarda la relazione tra esposizione ai campi magnetici ELF a 50 Hz ed insorgenza di leucemie infantili, lo studio non ha evidenziato alcuna associazione tra malattia e metriche di esposizione come variabili continue, indipendentemente dalla tipologia di analisi statistica effettuata sui dati. Le analisi basate su variabili di esposizione categoriche, invece, hanno prodotto risultati incoerenti, che non supportano una relazione dose-risposta.

Come accade per tutti gli studi epidemiologici caso-controllo, caratterizzati da una valutazione retrospettiva dell'esposizione e suscettibili a diversi tipi di distorsione, anche i risultati dello studio SETIL sono difficili da interpretare.

Il problema principale, naturalmente, riguarda la bassa potenza statistica per i livelli più elevati di esposizione (superiori a 0.3-0.4 µT) che, in base ai risultati delle analisi combinate di studi precedenti, sembrano associati ad un incremento del rischio di leucemia infantile (anche se i dubbi riguardo alla causalità di tale associazione permangono); da questo punto di vista purtroppo lo studio SETIL non è informativo.

D'altra parte, i risultati ottenuti potrebbero essere ascrivibili a distorsioni (in particolare da partecipazione differenziale di casi e controlli, da errori di misura, o da confondimento non controllato), elementi che gli autori discutono in dettaglio.

In conclusione si può affermare che lo studio SETIL non ha fornito elementi dirimenti riguardo all'evidenza epidemiologica di correlazione tra esposizione ai campi magnetici a bassa frequenza ed insorgenza di leucemie nei bambini.

Dopo 30 anni di studi epidemiologici riguardanti questa specifica patologia, molti autori affermano che non è utile continuare ad indagare sugli effetti della esposizione a modesti livelli di campo magnetico. A questo riguardo, per ulteriori progressi nelle conoscenze sarebbero necessari studi epidemiologici espressamente finalizzati ad esplorare il ruolo di distorsioni (principalmente bias di selezione e/o partecipazione), di specifiche caratteristiche dell'esposizione (in particolare, a livelli particolarmente elevati), di co-esposizioni a campi magnetici ed altri agenti chimici e fisici, e delle interazioni tra geni e fattori ambientali.

In ogni caso, i risultati dello studio SETIL potranno contribuire ad ulteriori future analisi combinate o meta-analisi a livello internazionale. Inoltre, le misurazioni effettuate nel corso dello studio hanno permesso di ottenere preziose informazioni sull'intensità e la variabilità dei livelli di esposizione a campo magnetico a 50 Hz tra i bambini italiani e questi dati sono di fondamentale importanza per effettuare stime di rischio attribuibile a questa esposizione nel nostro paese.

¹Altre pubblicazioni relative allo studio SETIL:

- Magnani C et al. SETIL: Italian multicentric epidemiological case-control study on risk factors for childhood leukaemia, non hodgkin lymphoma and neuroblastoma: study population and prevalence of risk factors in Italy. *Ital J Pediatr* 2014;40(1):103. doi: 10.1186/s13052-014-0103-5.
- Mattioli S et al. Tobacco smoke and risk of childhood acute non-lymphocytic leukemia: findings from the SETIL study. *PLoS One* 2014;9(11):e111028. doi: 10.1371/journal.pone.0111028. eCollection 2014.
- Parodi S et al. Risk of neuroblastoma, maternal characteristics and perinatal exposures: the SETIL study. *Cancer Epidemiol* 2014;38(6):686-94. doi: 10.1016/j.canep.2014.09.007.
- Farioli A et al. Tobacco smoke and risk of childhood acute lymphoblastic leukemia: findings from the SETIL case-control study. *Cancer Causes Control* 2014;25(6):683-92. doi: 10.1007/s10552-014-0371-9.
- Badaloni C et al. Air pollution and childhood leukaemia: a nationwide case-control study in Italy. *Occup Environ Med* 2013;70(12):876-83. doi: 10.1136/oemed-2013-101604.
- Miligi L et al. Risk of childhood leukaemia and non-Hodgkin's lymphoma after parental occupational exposure to solvents and other agents: the SETIL Study. *Occup Environ Med* 2013;70(9):648-55. doi: 10.1136/oemed-2012-100951.
- Lagorio S et al. Exposure to benzene and childhood leukaemia: a pilot case-control study. *BMJ Open* 2013;3(2). pii: e002275. doi: 10.1136/bmjopen-2012-002275.

Stimolazione transcranica: una tecnica per studiare il funzionamento del cervello

La stimolazione transcranica consiste in una metodologia non farmacologica e non invasiva per alterare l'eccitabilità corticale attraverso la somministrazione di correnti con determinate caratteristiche in zone specifiche del cranio mediante elettrodi opportunamente sagomati e posizionati.

La stimolazione transcranica si basa su diversi tipi di stimolazione, strettamente dipendenti dalle caratteristiche delle correnti utilizzate: nella tRNS (transcranial random noise stimulation) vengono impiegate correnti a frequenza variabile compresa nel range 100 – 640 Hz; nella tACS (transcranial alternating current stimulation) si usano invece correnti a frequenza definita (nel range 1-100 Hz); infine, la stimolazione può essere ottenuta anche tramite una corrente continua che attraversa determinate zone del cranio passando da anodo a catodo (si parla in questo caso di tDCS).

I protocolli di stimolazione transcranica prevedono il posizionamento degli elettrodi (anodo e catodo) in modo da favorire l'eccitabilità (o inibizione) delle aree coinvolte nel comportamento oggetto di studio (ad esempio il movimento, l'ascolto, lo svolgimento di un compito creativo).

Questa tecnica è perciò strettamente dipendente da precedenti dati raccolti mediante tecniche di risonanza magnetica o elettroencefalografica in grado di identificare con precisione le strutture cerebrali e le funzioni temporali del comportamento..

I meccanismi biofisici alla base di queste tecniche sono estremamente complessi e coinvolgono polarizzazione e depolarizzazione delle membrane cellulari. La stimolazione ha come effetto potenziamenti (LTP – Long Term Potentiation) e depressioni (LTD – Long Term Depression) a lungo termine, che si ritengono essere correlate alla modulazione della attività cerebrale. Nel caso del potenziamento LTP si assiste alla apertura del canale NMDA con conseguente ingresso di ioni Ca²⁺ attraverso la membrana; questo porta ad un aumento dell'efficienza sinaptica per un periodo di tempo esteso, fino alla saturazione che rappresenta la prima fase del passaggio alla depressione LTD. Le correnti utilizzate per le stimolazioni non sono abbastanza intense da accendere i potenziali di azione ma possono causare un effetto di polarizzazione bimodale ed una iperpolarizzazione dei dendriti apicali.

L'effetto complessivo e specifico della stimolazione avverrebbe attraverso il coinvolgimento di aree cerebrali interconnesse tra di loro, a livello strutturale e funzionale, come in una sorta di rete.

Lavori scientifici recenti hanno messo in evidenza che patologie neurologiche come la schizofrenia, l'epilessia e l'autismo sembrerebbero essere riferibili a connessioni atipiche tra varie aree del cervello piuttosto che ad attività anomale da parte di specifiche aree dell'encefalo come si era da sempre ritenuto.

Secondo quanto riportato nella letteratura più recente (risalente a 2013-2014) la stimolazione transcranica comporta proprio dei cambiamenti a livello funzionale della rete di connessioni intercerebrali. Per fare un esempio: la stimolazione della corteccia motoria sinistra è associata ad una maggiore connettività delle aree motorie nella banda 60 – 90 Hz (banda gamma) durante il semplice movimento delle dita.

La stimolazione transcranica già a partire dalla seconda metà degli anni '80 viene utilizzata in clinica neurologica come strumento diagnostico per patologie che comportano un'alterazione della funzionalità di diverse strutture nervose. In particolar modo consente di stabilire se esistano delle lesioni di diversa natura (infiammatoria, ischemica, compressiva, tumorale) lungo una via motoria. Viene inoltre utilizzata come protocollo medico nel trattamento di depressione, disturbo ossessivo compulsivo, disturbo bipolare, schizofrenia, epilessia, emicrania cronica.

Oltre a questi utilizzi già ampiamente presenti a livello clinico, la letteratura scientifica è caratterizzata da una intensa attività di ricerca sperimentale volta ad individuare gli effetti e i potenziamenti derivanti dalla stimolazione di particolari aree del cervello. È stato recentemente evidenziato, ad esempio, che applicando la tDCS alle aree della corteccia motoria primaria è possibile migliorare la velocità e il consolidamento dell'apprendimento procedurale (Tecchio et al., 2010). Altri ricercatori stanno studiando le possibili applicazioni della stimolazione transcranica per il miglioramento dei livelli di attenzione e di concentrazione attraverso la stimolazione specifica della corteccia parietale posteriore (kuo et al, 2013).

La stimolazione transcranica può essere utilizzata anche come strumento di ricerca di comportamenti e strutture di pensiero estremamente complessi da valutare, quali ad esempio la creatività.

Il progetto CREAM, nel quale è coinvolta la Fondazione Guglielmo Marconi con il Marconi Institute for Creativity e l'Università di Bologna, ha proprio come obiettivo lo studio del processo creativo attraverso la combinazione di tecniche di neuroimmagine e la stimolazione transcranica. L'obiettivo, oltre alla caratterizzazione della creatività, consiste anche nel valutare se, attraverso una opportuna stimolazione sia possibile ottenere un aumento transitorio dei parametri specifici correlati al comportamento creativo, portando il soggetto ad alterare il suo stato cerebrale a livelli associati a condizioni di maggiori abilità creative.

Ulteriore scopo del progetto è giungere ad una misurazione del pensiero creativo in campo artistico e scientifico attraverso una mappatura ed una opportuna stimolazione di aree cerebrali specifiche. Questo avverrà attraverso la somministrazione di test appositamente studiati, la stimolazione del soggetto tramite elettrodi posti sullo scalpo e la mappatura delle attività cerebrali tramite una nuova tecnica di neuroimmagine basata in parte sulla tomografia ad infrarosso (per maggiori informazioni: www.ict-cream.eu). Si tratta di un tentativo di spiegare, in modo scientifico, il funzionamento di aree del cervello riguardo alle quali ancora esistono lacune di conoscenza.

In ogni caso, da questa breve analisi emerge che le applicazioni a livello diagnostico, terapeutico e di studio del funzionamento del cervello sono molteplici. Ciò rende la stimolazione transcranica una tematica di interessante applicazione dei campi elettrici e magnetici a bassissima frequenza.

Glossario:

Canale NMDA: canali ionici responsabili della trasmissione eccitatoria rapida del sistema nervoso centrale

Dendriti apicali: fibra minore che si ramifica a partire dal neurone e trasporta il segnale nervoso verso il corpo cellulare del neurone. I dendriti apicali sono estremamente sottili e si trovano nella parte superiore del neurone.

Radioprotezione in Italia: l'attività dell'ENEA

Tra le varie attività scientifiche di cui si occupa l'ENEA è compresa anche la radioprotezione che in questo campo specifico svolge una serie di attività in ambito nazionale ed internazionale con particolare riferimento alla sorveglianza fisica dei soggetti esposti, principalmente per motivi professionali, a radiazioni ionizzanti.

All'interno dell'ENEA opera l'Unità Tecnica di Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo che si dedica, tra le varie attività, anche allo studio delle radiazioni non ionizzanti concentrando in particolare sullo sviluppo di modelli per la valutazione degli effetti e del rischio da esposizione, sulla valutazione della esposizione e determinazione della dose in bersagli biologici sottoposti a campi elettromagnetici a diversa frequenza (0-300 GHz), sullo studio degli effetti termici e non termici e sulla ricerca di tecnologie innovative per oncologia e terapie cliniche.

Recentemente sul sito dell'ENEA è stato pubblicato il report di attività 2014 dell' Unità Tecnica di Biologia delle Radiazioni e Salute dell'Uomo. Nel volume, scaricabile gratuitamente dal sito dell'ENEA, sono riportate tutte le attività svolte dall'Unità nel corso del 2014.

Per quanto riguarda le radiazioni non ionizzanti i ricercatori dell'ENEA si sono concentrati sui seguenti temi:

- Applicazioni mediche con particolare riferimento alla ablazione termica a RF e microonde con l'obiettivo principale di studiare i cambiamenti nelle proprietà dielettriche, termiche e morfologiche dei tessuti sottoposti ad elevate temperature durante le procedure di ablazione.
- Caratterizzazione di sistemi di trasporto di farmaci all'interno del corpo basato su magnetoliposomi
- Utilizzo delle tecnologie RFId nel monitoraggio dei tumori non operabili finalizzato alla creazione di bersagli RFId (funzionanti nel range 860 – 960 MHz) per l'acquisizione in tempo reale dei parametri fisiologici legati alla evoluzione della patologia.

- Valutazione delle esposizioni professionali a campi elettromagnetici con particolare riferimento agli ambienti ospedalieri ed industriali. L'attività si è svolta tramite misure dirette negli ambienti lavorativi, implementazione di prototipi di sorgenti e comprende anche uno studio, su modello numerico antropomorfo dell'energia assorbita per unità di massa in caso di esposizione multifrequenza.
- Sviluppo di sistemi espositivi in vitro per lo studio delle esposizioni ai campi ELF generati da linee di trasmissione per energia elettrica ed ai campi non sinusoidali a frequenza intermedia tipici delle applicazioni MRI
- Sviluppo di un sistema espositivo in vitro per lo studio delle esposizioni di sistemi biologici a campi magnetici statici. Questo sistema verrà utilizzato soprattutto per lo studio della esposizione cronica di colture vegetali in ambienti estremi quali lo spazio in presenza di scudi magnetici attivi.

Gli ultimi due punti rientrano tra le attività di ricerca sperimentale sugli effetti termici e non termici con particolare riferimento allo studio dei meccanismi di interazione che rientra tra le priorità della ricerca scientifica sugli effetti dei campi elettromagnetici.

Radiodays: quando la comunicazione è protagonista

Dal 15 al 24 maggio, come di consuetudine, si sono svolti a Sasso Marconi, i Marconi Radio Days, una manifestazione dedicata al padre delle telecomunicazioni nata con l'obiettivo di fornire spunti di riflessione sia sull'evoluzione dei mezzi di comunicazione sia sui linguaggi in generale, accostando l'arte alle complesse tematiche ingegneristiche ed economiche.

I Marconi Radio Days negli anni sono riusciti a raccogliere il consenso ed il sostegno di molti soggetti, pubblici e privati, diventando di fatto la ricorrenza marconiana che è riuscita nella difficile iniziativa di mettere in sinergia le istituzioni con le imprese.

Nel corso della manifestazione si è parlato di wireless e modernità con la presentazione del libro "Marconi – il ragazzo del wireless", di giornalismo e comunicazione mediatica nell'era digitale, si è ascoltato musica jazz dal vivo nel corso della serata dedicata agli anni d'oro della radio e si è assistito a performances artistiche sempre sul tema della radio e delle comunicazioni.

Non sono mancate le iniziative dedicate ai bambini e ai ragazzi con l'intento di avvicinare i più giovani al mondo della scienza. Nell'ambito del ciclo "Comunicare con la scienza" sono stati infatti approntati laboratori di divulgazione scientifica sugli strumenti utilizzati nei laboratori, sulla "magia" della trasmissione delle onde elettromagnetiche, sui fenomeni atmosferici e le macchie solari.

Evento centrale della manifestazione è stato il "IX Convegno Nazionale Wireless, divario-digitale e futuro delle TLC", svoltosi il 21 maggio con l'organizzazione di Lepida, che ha messo a confronto aziende, istituzioni e Pubblica Amministrazione sul tema degli investimenti infrastrutturali necessari a dare al Paese pari opportunità per quanto riguarda i servizi fruibili su banda larga e ultralarga. Dalle due sessioni, quella mattutina dedicata all'innovazione tecnologica nella PA e al ruolo degli operatori locali e quella pomeridiana dedicata ai nuovi scenari di utilizzo del wireless nel quotidiano sono emerse alcune importanti considerazioni riguardo al ruolo dei piccoli e medi operatori di connettività.

Per prima cosa è stata sottolineata l'importanza di un luogo di incontro tra i piccoli e medi operatori che agiscono sul territorio finalizzato a creare concertazione di azioni, sviluppare idee comuni sul piano tecnico e normativo, giungere ad acquisizioni congiunte e raggiungere una massa critica. Il luogo di incontro dovrebbe essere un territorio neutro che gli operatori possono vedere come una zona dedicata unicamente alla discussione costruttiva su vari piani. Luogo ideale, potrebbe essere, secondo l'opinione di molti dei presenti alla sessione di lavori, proprio la Fondazione Marconi.

Nuove tecnologie per le telecomunicazioni ed evoluzione del quadro tecnico e protezionistico: ciclo di Seminari presso l'Università di Milano Bicocca

L'evoluzione della tecnologia dei sistemi per le telecomunicazioni ha portato ad una crescente pervasività delle comunicazioni radio, accompagnata da una presenza sempre più frequente di sorgenti di campo elettromagnetico, nei luoghi di vita e di lavoro. Questa tendenza è oggi ulteriormente accentuata da nuove modalità di comunicazione tra cui spiccano quelle di tipo macchina. La progressiva e rapida diffusione dell'*Internet degli oggetti* ha dato vita a nuovi paradigmi di comunicazione che stimolano la repentina evoluzione dei sistemi radio, *in primis* dei sistemi mobili verso il *4G-Advanced* e il *5G*.

Tale sviluppo ha generato e genererà considerevoli ricadute in numerosi settori tecnico-scientifici e normativi, ponendo il tema della continua rivalutazione dei rischi conseguenti all'aumento del numero delle utenze e all'impiego sempre più massiccio di sorgenti di campo elettromagnetico.

Con questi presupposti, l'Università degli Studi Milano Bicocca, nell'ambito del Corso di Laurea Magistrale in Fisica, affronta la tematica attraverso un ciclo di due seminari organizzati congiuntamente da ARPA Lombardia, Consorzio Elettra 2000 e Fondazione Ugo Bordoni.

I seminari, che da alcuni anni rappresentano un appuntamento fisso nel mese di giugno, quest'anno tratteranno i temi di maggiore attualità ed interesse tecnico e protezionistico connesso allo sviluppo dei sistemi per le telecomunicazioni.

Nel primo seminario che si terrà il 9 giugno si parlerà di esposizione ai campi a radiofrequenza e malattie stocastiche e di radioprotezione operativa.

Verranno presentati i risultati dei più recenti studi epidemiologici riguardanti le eventuali associazioni tra esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza ed insorgenza di tumori. Per quanto riguarda invece la radioprotezione verrà illustrato il processo che partendo dalla attività di ricerca sperimentale porta alla formulazione dei limiti di esposizione.

Il secondo seminario è focalizzato sulla illustrazione del quadro evolutivo dei sistemi delle telecomunicazioni mobili e chiarirà la base concettuale e tecnologica sulla quale si fonda lo sviluppo "di lungo termine". Si parlerà di aspetti connessi all'evoluzione dei sistemi radiomobili dalla seconda alla terza e quarta generazione e delle prospettive di sviluppo verso la definizione delle nuove tecnologie 5G e dei relativi scenari di sviluppo quali le nuove applicazioni, le tipologie di copertura territoriale, e l'evoluzione delle reti esistenti verso una nuova architettura .

I seminari si terranno presso il Dipartimento di Fisica dell'Università Bicocca a Milano e saranno aperti al pubblico.

Maggiori informazioni ed il programma completo delle giornate sono disponibili al seguente indirizzo: http://www.elettra2000.it/pdf/misc/seminari_bicocca_2015.pdf
