



# NANOTECNOLOGIE PER PRODOTTI E SISTEMI ELETTROTECNICI

*Le attività normative del Comitato 113.*

*Fabrizio Barberis, Presidente CEI CT 113*

*Gianfranco Coletti, Segretario CEI CT 113*

Agli inizi degli anni 2000 è sorto in tutto il mondo un generale interesse per le possibilità offerte dalle applicazioni delle nanotecnologie, indicate sul finire del secolo scorso come una imminente rivoluzione tecnologica di carattere travolgente.

Coloro che provengono da campi applicativi dediti ai fenomeni superficiali, come per esempio la catalisi, i fenomeni elettrostatici, le reazioni farmacologiche e molte altre si dimostrarono in qualche modo stupiti di questo insolito interesse per fenomeni che in effetti, venivano studiati ed applicati con successo già da parecchi decenni.

Il punto di innovazione rispetto a quanto noto era però un altro. Infatti, per la prima volta venivano messi a disposizione tecniche e strumentazioni in grado di "costruire" in campo bidimensionale

secondo specifiche indicazioni progettuali e quindi non esclusivamente in conseguenza dalle note linee di trasformazione degli stati energetici. La cosa suscitò pertanto grandi attese e le prime realizzazioni in laboratorio indicarono fin da subito le fenomenali possibilità rese disponibili.

Negli anni seguenti, il percorso dalla Ricerca alla Innovazione, ossia dall'esperimento di Laboratorio al prodotto di Mercato, si è ampliato in direzioni impensabili, spaziando dall'elettronica alla fotonica, dai materiali strutturati alle applicazioni in campo biologico e medico fino ad arrivare ai cosiddetti "smart materials".

Di per sé questo costituisce già un risultato di grandissima importanza. Il progettista infatti si trova

ad avere un'ulteriore fondamentale opzione, quella cioè di **poter progettare il materiale prima ancora di progettare il dispositivo** che vuole realizzare, potendo pertanto contare su molte più variabili per poter risolvere i problemi costruttivi.

Tuttavia, una novità ancora più eclatante emerge dalla natura stessa dei nanomateriali e giustifica l'enorme importanza che il mondo normativo sta riservando a queste tecnologie.

Essere passati **dalle Microtecnologie alle Nanotecnologie non è infatti solo un fattore di scala, da milionesimi a miliardesimi di metro, ma piuttosto un radicale cambiamento delle proprietà esposte dai materiali** stessi. Si tratta in breve di lasciare il mondo ove le proprietà funzionali sono generalmente correlabili alla **massa** del dispositivo per lasciare spazio alle proprietà relative alla **superficie** degli stessi. La cosa è di importanza tale da essere la prima caratteristica che la definizione stessa di nanomateriale, come da Vocabolario IEC e ISO, riporta con estrema chiarezza.

**Le conseguenze sul piano prestazionale e normativo sono ovviamente dirompenti.** In primis perché occorre definire nuove tecnologie e strumentazioni atte ad essere scalabili, replicabili e diffondibili a livello globale per compiere l'esplorazione di un mondo che fino a vent'anni fa era appannaggio di pochi e superspecializzati laboratori popolati da altrettanto specializzati studiosi.

In secundis perché introduce il concetto di progettazione di dispositivi alimentati e con una funzione ben delineata, ovverossia **macchine anche ai sensi della nota Direttiva Macchine**, destinati ad un mercato che sta nascendo ora e che pare sia il fenomeno trainante delle tecnologie del XXI secolo. Ciò inevitabilmente conduce a sottostare alle esigenze ed alle specifiche della produzione industriale.

L'interesse del mercato per questi dispositivi è grandissimo, come testimoniato dai report governativi e delle agenzie di marketing specializzate<sup>1</sup>.

Il **mondo industriale** si sta organizzando alla massima velocità possibile per cogliere questa enorme opportunità ed ovviamente ciò sta scatenando una serie di competizioni fra i Paesi leader nel mondo. Per dare un'idea della competizione in atto basti ricordare che **il Budget richiesto per il 2021 dalla Presidenza degli Stati Uniti per la National Nanotechnology Initiative<sup>2</sup> ammonta a 1,7 miliardi di dollari** portando l'ammontare totale di quanto messo a disposizione della Agenzia dalla sua fondazione nel 2001 a **31 miliardi di dollari**.

Risulta pertanto evidente che una competizione di questo tipo richiede le necessarie dotazioni, ed una di queste si attesta esattamente sul **supporto del mondo normatore**.

Le norme tecniche, per la loro ragione di essere, sono le compagne di viaggio dei prodotti innovativi che si affacciano al mercato.

Un esempio di questa sinergia potrebbe essere rappresentato, al di là del "nano-mondo" dalla costituzione del Consorzio *America Makes*<sup>3</sup> specificatamente posto in essere per supportare un piano Nazionale di Additive Manufacturing Statunitense, che fin da principio ha coinvolto i maggiori Enti standardizzatori americani.

Da questo punto vista, per quanto attiene il nano-mondo, il CEI, attraverso il suo Comitato Tecnico 113, sta seguendo con grande interesse l'evoluzione delle esigenze tecniche attualmente in sviluppo sia presso gli Enti di ricerca che presso le realtà aziendali.

**Il Gruppo di esperti del CT 113 proviene dalle Università e dagli Istituti scientifici italiani** e contribuisce a monitorare, sviluppare, promuovere e promulgare le nuove proposte normative che si realizzano in ambito IEC.

Questa espressione del contributo del CEI è stata sottolineata anche pubblicamente con interventi ufficiali presso alcuni fra i più noti eventi italiani dediti all'innovazione nanotecnologica<sup>4</sup> dove l'importanza e il supporto dell'apparato normativo sono stati chiaramente espressi presso il mondo dell'innovazione e del trasferimento tecnologico, cioè dell'implementazione nella società civile dei risultati della ricerca di laboratorio.

La velocità della innovazione in ambito nanotecnologico (affiancata dall'altrettanto rapida obsolescenza dei ritrovati) è di tale entità ed applicata a così tante differenti discipline (praticamente tutti gli aspetti tecnologici in tutti i campi noti) da porre un'enorme sfida al mondo della normazione.

Il CEI sta strutturando le sue risorse per sviluppare un puntuale **dialogo col mondo scientifico e produttivo** e per mantenere la sua posizione di riferimento nazionale ed internazionale.

## Il Comitato IEC 113<sup>5</sup>

Lo scopo del Comitato Tecnico 113 è la preparazione di normative dedicate alla tecnologia relativa ai prodotti e ai sistemi nel campo delle nanotecnologie, in stretta collaborazione con altri Technical Committees della IEC e dell'ISO.

Le nanotecnologie possono essere utilizzate in un'ampia gamma di applicazioni e i documenti discussi all'interno del TC 113 si focalizzano in modo specifico sulle necessità di normazione di **componenti** e loro sottoinsiemi, in particolare nelle **applicazioni elettroniche ed elettro-ottiche dei materiali** a livello nanometrico.

Le applicazioni includono potenzialmente, ma non si

limitano, a: componenti elettronici, ottici, magnetici, elettromagnetici, elettro-ottici; inoltre riguardano componenti per telecomunicazioni, per produzione

di elettricità, dispositivi per celle combustibili e celle per impianti fotovoltaici, componenti per accumulo di energia.

## La struttura del TC 113

Il TC 113 della IEC ha collegamenti con i seguenti Technical Committees.

TECHNICAL COMMITTEES ISO	
TC 229/JWG 1	Nanotechnology. Terminology and Nomenclature
TC 229/JWG 2	Nanotechnology: Measurement and Characterization
TC 201	Surface Chemical Analysis

TECHNICAL COMMITTEES IEC	
TC 1	Terminology
TC 21	Secondary cells and batteries
TC 47	Semiconductor devices
TC 55	Winding wires
TC 82	Solar photovoltaic energy systems
TC 86	Fibre optics
TC 111	Environmental standardization for electrotechnical and electronic products and systems
TC 119	Printed electronics
TC 124	Wearable electronic devices and technologies

Il TC 113 collabora inoltre con i seguenti organismi: IEEE, SEMI, ANF, Graphene Flagship Standardisation Committee (GFSC), National Graphene Association.

L'attività normativa del TC 113 IEC è stata suddivisa in diversi Working Group, tra i quali si rimanda a quelli riportati nella tabella seguente.

<sup>1</sup>Nanotechnology: A Policy Primer, John F. Sargent Jr. Specialist in Science and Technology Policy, Congressional Research Service, Sept 15, 2016.

<sup>2</sup>The National Nanotechnology Initiative—Supplement to the President's 2021 Budget.

<sup>3</sup>AMSC Standardization Roadmap For Additive Manufacturing (Version 2.0, June 2018).

<sup>4</sup>I. Visintainer - F. Barberis, Comitato Elettrotecnico Italiano e la normativa Tecnica nello sviluppo del Trasferimento Tecnologico, NanoInnovation, Roma 18 Settembre 2020.

<sup>5</sup>Tratto da SMB 6756/R "Strategic Business Plan/IEC TC 113".

TC 113 WORKING GROUPS	
AG 4	Chairman Advisory Group (CAG)
JWG 1	Terminology and nomenclature
JWG 2	Measurement and characterization
WG 3	Performance assessment
WG 7	Reliability
WG 8	Graphene related materials, Carbon nanotube materials
WG 9	Nano-enabled photovoltaics, Thin film organic/Nanoelectronics, Nanoscale contacts and interconnects
WG 10	Luminescent nanomaterials
WG 11	Nano-enabled energy storage

La Figura 1 evidenzia la struttura in cui è articolato il Comitato.

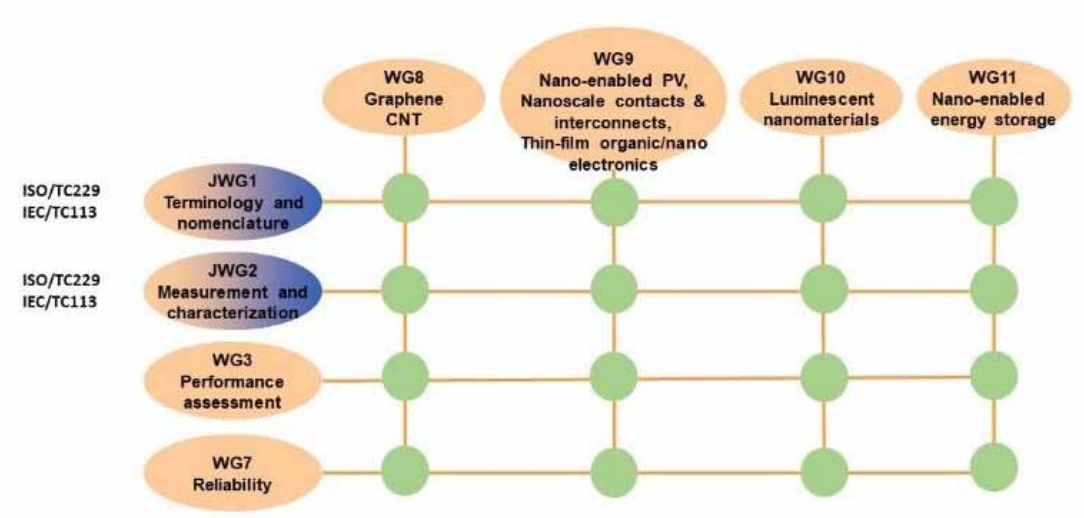


Figura 1 – La struttura del TC 113 IEC

### Applicazioni e normativa

La nanotecnologia è una delle piattaforme tecnologiche “chiave” del XXI secolo; i nanomateriali sono utilizzati come “mattoni” costruttivi per l’elettronica, l’optoelettronica e fotonica nella nanodimensione.

Il mercato dei prodotti elettronici sta sostenendo lo sviluppo di un numero sempre maggiore di nanocomponenti quali: **celle fotovoltaiche ultra leggere, biosensori, memorie molecolari, ecc.** Da alcuni anni si stanno ormai sviluppando prodotti strutturati e realizzati con **nanoconduttori, nanofibre, nanotubi in carbonio, nanoparticelle in rame, argento, oro, ma ora stanno arrivando**

**sul mercato dispositivi con utilizzo di materiali bidimensionali** il cui esponente primo e più noto è il **grafene**.

Altri settori di attività che coinvolgono le nanotecnologie sono le **applicazioni per il mondo della energia (celle a combustibile, idrogeno, riutilizzabili) dei processi industriali (come tutto quello che ruota attorno a Industria 4.0), della diagnostica medica e della domotica.**

L’industria elettrica ed elettronica sarà testimone della crescita di questa tecnologia, cosa che sarà resa possibile da **componenti elettronici flessibili, lavorabili e stampabili.**

Uno dei compiti del **TC 113** sarà quello di fornire normative dedicate alle **caratteristiche prestazionali** dei nanomateriali, in modo tale che l'industria potrà usufruire di prodotti ad elevato grado di accettabilità. Un altro aspetto di rilevante importanza per il TC 113 riguarda lo sviluppo di documenti normativi che soddisfino la domanda di **qualità dell'industria dei componenti elettronici**.

La qualità non può riguardare solo un prodotto, ma dovrebbe essere il risultato dell'intero processo produttivo di un componente.

Su questo tema, sono state sviluppate **procedure tipo**:

- **Quality Function Deployment (QFD)**
- **Process Management**
- **Statistical Process Control (SPC)**.

Tutti questi strumenti che caratterizzano la **Quality Management** devono essere considerati nella normativa sulle nanotecnologie così da rendere possibile la nanofabbricazione di componenti ad elevata qualità. Le procedure elencate in precedenza sono applicate per tutti e tre gli **approcci usati per le nanostrutture**:

- **approccio orizzontale** che coinvolge la sintesi dei nanomateriali;
- **approccio bottom-up** di autoassemblaggio dei nuovi materiali a 2D o 3D;
- **approccio top-down** che coinvolge la nanostrutturazione.

Data la complessità della natura delle nanotecnologie, diventa importante la necessità di una produzione di documenti normativi che promuovano e accelerino la commercializzazione dei nanomateriali e che, allo stesso tempo, supportino l'accettazione sociale di questi materiali.

La struttura matriciale dei WG del TC 113 (Figura 1) e le attività ad essi collegate, supportano il già citato **Quality Management** e gli strumenti necessari a sostenere la crescita di questo promettente mercato.

La Figura 2, che illustra il percorso dell'attività di normazione del grafene, fornisce un esempio di come il TC 113 sia in grado di raccogliere le necessità di tutti i soggetti interessati alla filiera di produzione del grafene.

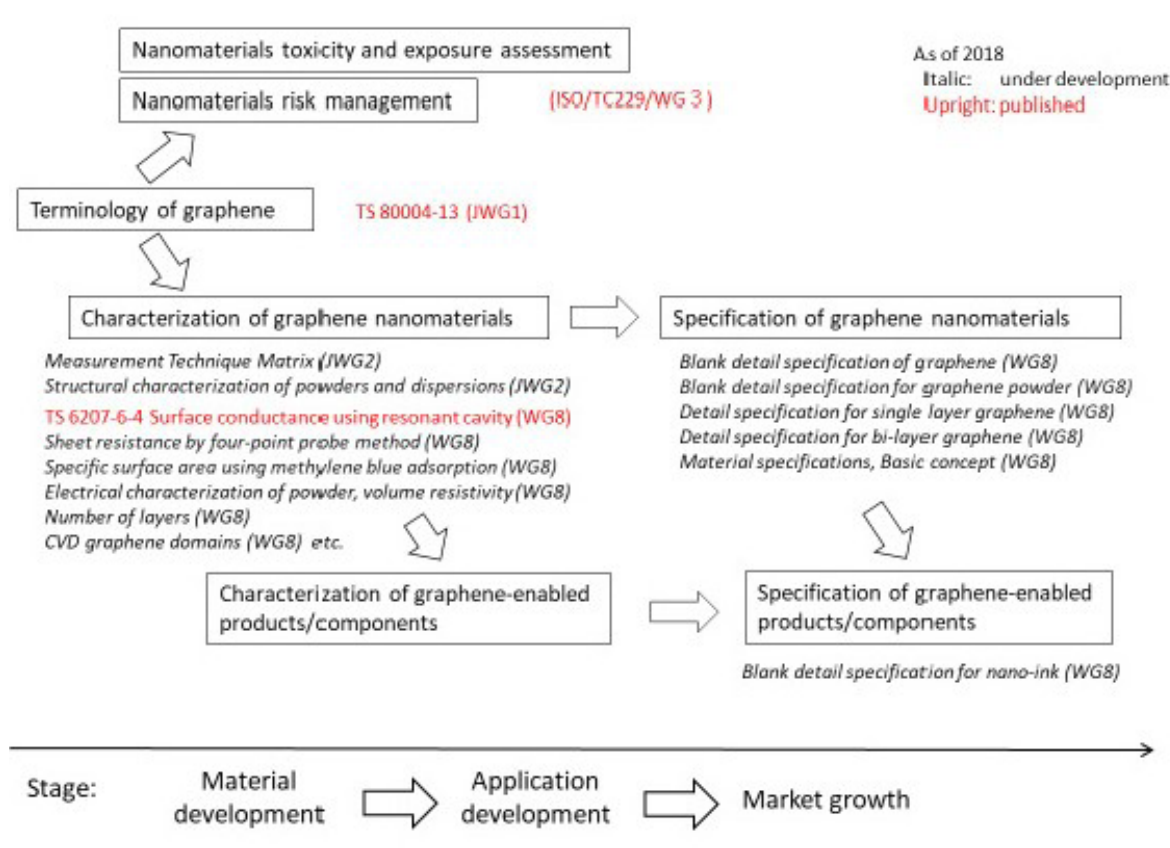


Figura 2 – Percorso dell'attività normativa applicato al caso del grafene





WE TAKE CARE OF ENERGY



## Quadri Media Tensione

Cep, grazie alla sua area strategica Component, si rivolge al grande mercato della componentistica elettromeccanica con i **Quadri Media Tensione** e tutti i componenti necessari al funzionamento delle cabine elettriche.

### Servizi Offerti

- ▶ Supporto tecnico in fase di progettazione
- ▶ Personalizzazione dei quadri in base alle esigenze impiantistiche
- ▶ Possibilità di personalizzare quadri MT
- ▶ Alta flessibilità sulla consegna
- ▶ Magazzino pronta consegna
- ▶ Qualificazione e omologazione ENEL
- ▶ Certificazione alla Norma CEI EN 62271-200

### QUADRI MEDIA TENSIONE

Proponiamo sistemi per la distribuzione di energia elettrica in media tensione di varie tipologie offrendo un'ampia gamma di soluzioni tecniche.

Il Team tecnico-commerciale CEP offre la propria esperienza e know-how per affrontare ogni sfida. Siamo pronti a guidarvi nelle fasi di progettazione per definire la migliore soluzione alle vostre esigenze o a quelle dei vostri clienti.

I quadri CEP sono versatili sul mercato perché offrono un'ampia gamma di unità funzionali affidabili e adatte a qualsiasi applicazione e condizione.

Unicel è anche una gamma di quadri classificati IAC A-FLR 16 kA 1s, in accordo con le prescrizioni dello Standard CEI EN 62271-200.

È possibile realizzare soluzioni personalizzate, perfino in fase di progettazione avanzata, applicare facili modifiche, e condurre rapide sostituzioni e ammodernamento degli accessori principali.

Vantiamo un magazzino pronta consegna di quadri di media tensione per le soluzioni standard (DG CEI 0-16, Protezione Trasformatore e Partenza Linea).



**CEP  
COMPONENT**

Uffici e stabilimenti produttivi:  
Zona Industriale Fegotto  
91013 Calatafimi Segesta (TP)  
P.Iva 01486520818

Contatti:  
tel. 0924 514486  
fax 0924 040017  
cepsrl@cepsrl.it

# CT 113

*Nanotecnologie per sistemi e prodotti elettrotecnici.*

## CAMPO DI APPLICAZIONE

Il CT 113 si occupa della standardizzazione delle tecnologie relative ai prodotti e ai sistemi nel campo delle nanotecnologie, in stretta collaborazione con Technical Committees della IEC e dell'ISO. Le nanotecnologie possono essere utilizzate in un'ampia gamma di applicazioni, quali ad esempio: componenti elettronici, ottici, magnetici, elettromagnetici, elettroottici; riguardano, inoltre, componenti per telecomunicazioni, per produzione di elettricità, dispositivi per celle combustibili e celle per impianti fotovoltaici, componenti per accumulo di energia.

## STRUTTURA

Il CT 113 non è strutturato con Gruppi di Lavoro permanenti.

Il CT 113 opera in collaborazione con la Commissione Tecnica UNI "Nanotecnologie" corrispondente del TC ISO 256.

## COMITATI INTERNAZIONALI COLLEGATI

**IEC TC 113** Nanotechnology for electrotechnical products and systems

Presidente	Prof. Fabrizio Barberis
Segretario	Prof. Gianfranco Coletti
Segretario Tecnico del CEI	Dr. Giovanni Franzì - giovanni.franzi@ceinorme.it

Prova il **Configuratore CEI**  
PER GLI ABBONAMENTI AI CONTENUTI NORMATIVI

Per maggiori informazioni visita [my.ceinorme.it](http://my.ceinorme.it) | Sezione CEI Global Online







# Fabrizio BARBERIS

*Presidente CEI CT 113*

*Fabrizio Barberis, ingegnere meccanico laureato a Genova, ha un Dottorato in Scienza dei materiali nanostrutturati in collaborazione con il Lawrence Berkeley National Lab ed insegna Scienza dei Materiali e Materiali Compositi presso l'Università degli Studi di Genova dove è membro della Commissione Tech Transfer e delegato per il Dual-Use. Collabora con il circuito start up nazionale ed è membro del Consiglio Scientifico di Netval. In ambito normativo presiede il CT 113 del CEI ed è membro dell'IEC TC 113 WG8 Graphene related materials/Carbon nanotube materials.*

***In ambito tecnologico si interagisce sempre di più con il grafene e le sue applicazioni, come si pone la normativa in questo sviluppo?***

Il grafene ormai da anni è elemento di studio e sviluppo nei laboratori di tutto il mondo e da qualche tempo assistiamo ad alcune sue presenze anche sul mercato tecnologico. È un materiale di grandissimo interesse la cui applicazione deve essere tuttavia attentamente valutata. Come in tutti i casi in cui ci si trova di fronte a qualcosa di innovativo l'errore è cercare di fare, con questo nuovo arrivato, le stesse cose che si facevano in precedenza.

L'importanza del materiale innovativo risiede sempre nella possibilità di fare diversamente da

prima. Difficilmente un nuovo materiale o una nuova tecnologia risulta competitiva in termini di costi ed affidabilità con quanto era già ampiamente sedimentato e diffuso se si compete nella stessa precedente area di lavoro. Per le aziende pertanto, questo materiale pone certamente nuove sfide ma l'importanza per il mondo normativo è ancora più evidente, poiché questo materiale è in effetti il primo di una lista di materiali 2D nanostrutturati (stanene, silicene, germanene, etc.) che stanno per proporsi al mercato e pertanto quanto verrà approvato in sede internazionale per il grafene diverrà substrato normativo per tutti i materiali simili negli anni a venire.



### **Quali sono gli obiettivi a cui punta la normativa a supporto della R&S?**

Essenzialmente occorre guardare avanti per poter guidare lo sviluppo dei materiali nanostrutturati in un mercato che deve poter ragionare in termini di solidità e certezza. In un periodo di ripresa come l'attuale occorre fornire gli strumenti al tessuto produttivo per potersi impegnare in sfide di sviluppo tecnologico con il sicuro supporto dell'impalcato normativo. Dal punto di vista dei laboratori di ricerca crediamo potrà essere di grande aiuto aprire un positivo dialogo di sviluppo in sinergia con i Comitati normatori, onde poter costruire prossime generazioni di esperti e strategie progettuali nelle quali la normativa sia vista come indispensabile alleato. Inoltre, dal punto di vista degli impegni in investimento nella ricerca, la Normativa rientra perfettamente nei richiami che la Commissione Europea ha più volte fatto ed ulteriormente ribadito nei recenti Piani Horizon Europe per una ricerca effettuata con precisi e chiaramente comprovabili aspetti di trasferimento tecnologico attraverso una consapevole strategia di knowledge management.

### **In una visione di ecosostenibilità ed economia circolare come si pongono questi aspetti normativi?**

La definizione di una norma tecnica deve essere forzatamente rivolta al singolo aspetto scientifico che si sta analizzando. È tuttavia certo che gli aspetti relativi alla ecosostenibilità dei metodi, dei processi e dei materiali è ormai una necessità trasversale anche nel mondo normativo. Il CT 113 non trascura oggi il ruolo futuro delle nanotecnologie nelle dinamiche di economia circolare, un'ulteriore sfida che potrebbe positivamente affiancare la progettazione delle norme. Come in altri settori, anche in quello della normativa focalizzata sulle nanotecnologie servirà aspirare ad una visione strategica, tale da consentire di creare materiali, dispositivi e metodi predisposti ad un efficace riutilizzo allineato ai dettami della circular economy.



**CAVI ELETTRICI  
BASSA TENSIONE**  
Sicurezza, Qualità, Innovazione, Persone

[www.icelscpa.it](http://www.icelscpa.it)



**Icel**<sup>®</sup>  
conduttori di energie  
Made in Italy



## Gianfranco COLETTI

Segretario CEI CT 113

*Gianfranco Coletti, ingegnere elettrotecnico laureato a Genova, specializzato a Salford (UK), è stato Ordinario di Materiali per l'Ingegneria Elettrica all'Università degli Studi di Genova, insegnando e svolgendo ricerche per 38 anni sia nel campo dei Materiali, sia nel settore dell'Energia e dell'Ambiente. Dal 1984 si occupa di normative tecniche (CEI e IEC). Ha collaborato per molti anni con il CEI, come Segretario del CT 15 (Materiali isolanti), Presidente del CT 15/112, Presidente del CT 101 (Elettrostatica), infine Presidente, e tuttora Segretario, del CT 113. Da quattro anni in pensione, è ancora attivo come docente di corsi brevi (Advanced Materials) e scrive articoli divulgativi (sistema 4.0, comunicazioni 5G).*

### **Quali sono i rapporti fra le nanotecnologie ed il mondo industriale?**

Dal 2011 (anno in cui fu menzionata per la prima volta l'Industria 4.0 all'Hannover Messe) il sistema produttivo è stato pervaso da termini come Industria 4.0, Internet of Things e tutte le evoluzioni che ne sono derivate in seguito. Le nanotecnologie sono parte integrante e fondamentale di questi sistemi di innovazione e rappresentano il substrato più profondo sul quale le varie declinazioni di questa trasformazione hanno preso forma.

Il TC 113 IEC, con i suoi WG e i Comitati nazionali mirror tra i quali CT 113 del CEI, sta lavorando con grande impegno per produrre la normativa atta a permettere un positivo travaso di conoscenza dal laboratorio al mercato, in sinergia con gli altri Comitati normatori come il 229 di ISO.

### **In questo processo quali sono i lavori più urgenti?**

Sicuramente un punto fondamentale è la velocità alla quale monitoriamo ed interagiamo con la continua innovazione tecnologica verso il mercato, cosa che si ripercuote sia sulla tipologia di dispositivi da valutare sia sulle tecnologie da impiegare per poter effettuare queste valutazioni. Ciò comporta un continuo lavoro di armonizzazione per mantenere l'efficace allineamento tra quanto viene proposto

oggi dai vari Comitati nazionali nelle loro nuove proposte normative (NP) e quanto è stato approvato in termini metodologici dai Comitati anche solo pochi anni fa.

### **Come si è organizzato il CT 113 in Italia?**

Il CT 113 è un Comitato relativamente giovane e ha dovuto subito confrontarsi con una realtà in rapidissima e mutevole trasformazione sulla quale i Comitati standardizzatori stanno svolgendo una fondamentale attività di strutturazione della innovazione. La rivoluzione nanotecnologica è un fenomeno mondiale, che coinvolge settori con fortissimi interessi di apertura sui mercati e pertanto richiede molto impegno per applicare il meglio della tecnologia disponibile in una ottica di ripetibilità, globalizzazione e certezza dei risultati sperimentali. Le applicazioni delle nanotecnologie al mercato elettrico sono di notevole ampiezza, dalle necessità imposte dalle energie alternative alla sensoristica, dai coinvolgimenti con la fotonica alle applicazioni sui mercati biomedicali, pertanto è necessario avere nel Comitato esperti di elevata competenza. A questo proposito negli anni è stato possibile, grazie ad accordi di coordinamento, inserire nel Board competenze provenienti dal CNR, dall'IIT, dall'INRIM nonché da aziende italiane di eccellenza internazionale in queste applicazioni.