

# *il* **I Perito** *Informa*



Anno 27 - Numero 1

GENNAIO-MARZO 2022



Organo del Collegio dei Periti Industriali e dei Periti Industriali Laureati delle Province di Alessandria, Asti e Torino



Periodico telematico realizzato esclusivamente su supporto informatico e diffuso unicamente per via telematica ovvero online (art. 3bis legge 16/7/2012 n. 103) con cadenza trimestrale su:  
[www.colpito.it](http://www.colpito.it)

**Autorizz. Tribunale Torino  
 n. 4921 - 11 giugno 1996**

**Redazione e  
 Amministrazione:**

C.so Unione Sovietica 455  
 10135 Torino  
 Tel. 011.5625500/5448  
 Fax 011.3716908  
[redazione@colpito.it](mailto:redazione@colpito.it)  
[colpito@colpito.it](mailto:colpito@colpito.it)

**Direttore Responsabile:**  
 Sandro Gallo

**Comitato di Redazione:**  
 Marco Basso  
 Antonello Greco  
 Aldo Novellini  
 Aldo Parisi

**Hanno collaborato a  
 questo numero:**  
 Mirko Bognanni,  
 Stefano Comellini,  
 Damiano Golia,  
 Enrico Fanciotto,  
 Paolo Revelli  
 Sergio Scanavacca,  
 Giulia Zali.

Articoli, note, firmati, foto pubblicate esprimono l'opinione dell'autore e non impegnano il Collegio né la redazione del periodico.

■	IN PRIMO PIANO	DOPO IL COVID, L'ATTACCO RUSSO ALL'UCRAINA ALDO NOVELLINI	3
■	AMBIENTE E SALUTE PREVENZIONE E TUTELA	AMBIENTE PROTETTO DALLA COSTITUZIONE ITALIANA SERGIO SCANAVACCA	6
■	TECNICA	SOSTITUZIONE INTERRUTTORE DIFFERENZIALE: MANUTENZIONE ORDINARIA O STRAORDINARIA? MIRKO BOGNANNI	11
■	NORME E LEGGI TERMOTECNICA E ALTRO	RECENTI DOCUMENTI DETRAZIONI FISCALI ENRICO FANCIOTTO	17
■	COMMISSIONE	BATTERIE ALLO STATO SOLIDO DAMIANO GOLIA	19
■	DAL NOSTRO CONSULENTE LEGALE	LA FIGURA DEL COMMITTENTE NELLA PIÙ RECENTE GIURISPRUDENZA PENALE STEFANO COMELLINI GIULIA ZALI	32
■	APITFORMA APIT	RICORDI DELL'ASSOCIAZIONE ... I CONVEGNI PAOLO REVELLI	36



# DOPO IL COVID, L'ATTACCO RUSSO ALL'UCRAINA

ALDO NOVELLINI

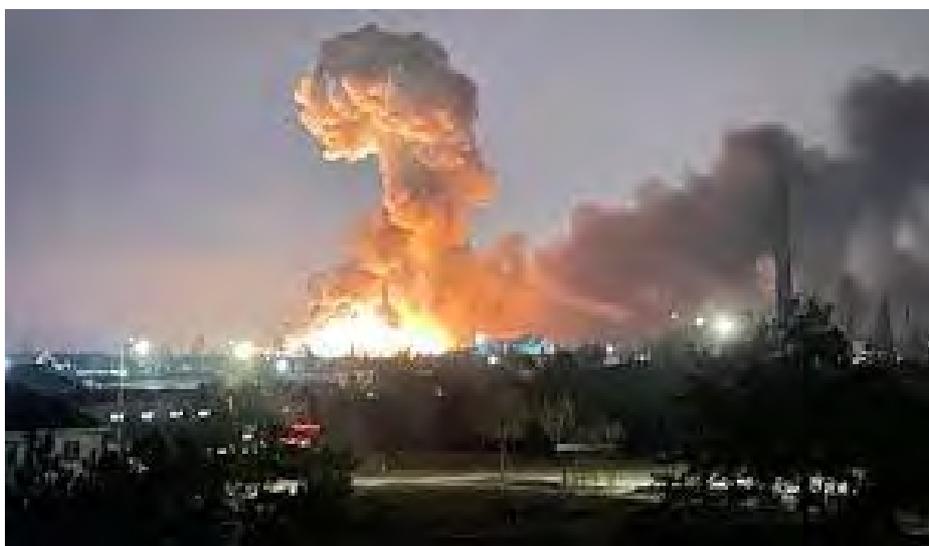


Dopo il Covid, la guerra! Le notizie che giungono dall'Ucraina invasa dalla Russia ci riportano ai giorni più cupi della Seconda guerra mondiale. E' infatti da allora che l'Europa non si ritrovava immersa in un conflitto a così grave rischio di una pericolosa, quanto imprevedibile, escalation in tutto il continente.

Certo, qualcuno potrebbe obiettare che anche negli anni Novanta con la dissoluzione della Jugoslavia si è combattuto entro i confini europei. Tutto vero, ma oggi è diverso. Quella jugoslava era una guerra civile, feroce e sanguinosa finché si vuole, ma tutta all'interno di un'area geografica circoscritta senza possibilità di propagarsi altrove. Adesso invece i rischi di un allargamento del conflitto ci sono eccome.

Anche perchè i piani del presidente russo, Vladimir Putin, non sono affatto chiari. Anzi, sono del tutto incomprensibili. Dopo aver

fatto un boccone della Crimea, si limiterà - ci si chiede - al Donbass, la regione russofona dell'Ucraina orientale in vista di una sua annessione? Oppure l'obiettivo è impadronirsi di tutta l'Ucraina? O forse, regolata quest'ultima, rovesciando il legittimo presidente Volodymyr Zelensky, pensa di infliggere lo stesso trattamento alla Georgia o alla Moldavia? O addirittura - e qui sarebbe disastroso per tutti - le mire si estendono ai Paesi baltici: Estonia, Lituania e Lettonia ove vivono delle minoranze russe e che un tempo erano parte del vecchio universo sovietico? Interrogativi ai quali non si riesce a rispondere. Quello che sappiamo, o almeno pare di capire, è che Putin intende in qualche modo ricostruire l'Unione Sovietica o, per lo meno, qualcosa che le somigli molto. L'idea sarebbe dunque di circondare la Russia di una corona di Paesi satelliti su cui esercitare un dominio più o meno diretto. In pratica la riesumazione della vecchia dottrina della "sovranità limitata": qualcosa che oggi più nessuno Stato è disposto ad accettare. La possibilità di vedere entrare l'Ucraina nella Nato è infine stata la scintilla che ha scatenato



l'incendio.

Un attacco militare che si è materializzato con tutto il suo tremendo carico di morti, feriti e profughi, con città distrutte e con povertà e rovine alle porte dell'Europa. Non si può dire cosa succederà nelle prossime settimane, sappiamo però che la guerra ha avuto un effetto esattamente opposto a quello cui aspirava il capo del Cremlino. Europa e Stati Uniti hanno risposto in maniera coordinata con durissime sanzioni economiche che colpiscono l'intero apparato finanziario e produttivo di Mosca. L'Unione europea si è ricompattata come mai le era accaduto da anni. E non è soltanto l'asse euro-americano a reagire, ma anche il resto del mondo: la risoluzione Onu che condanna l'invasione è stata approvata da 141 Paesi con 13 astensioni e appena cinque contrari. Con la Federazione russa ci sono soltanto Bielorussia, Eritrea, Siria e Corea del Nord. Una combriccola esigua e non proprio esaltante. Questo è dunque il quadro al momento in cui va in stampa questo giornale. Del tutto fallita è, in ogni caso, la guerra lampo auspicata da Putin perchè la resistenza ucraina si sta mostrando assai più solida di quello che ci

donne, anziani e malati: le persone più deboli ed indifese di fronte a qualsiasi teatro di guerra. Forse questa emergenza umanitaria che vede impegnati in prima fila Paesi come Polonia ed Ungheria, sinora riottosi a qualsiasi impegno umanitario, sarà anche l'occasione per l'Unione europea di dotarsi di una comune politica sull'immigrazione. Un fenomeno epocale che nessun Paese è in grado di affrontare da solo. Altro tema in agenda quello degli approvvigionamenti energetici. E' venuta l'ora di affrancarci dal gas russo, anche qualora, come tutti auspichiamo, le relazioni con Mosca tornassero a segnare bel tempo. La dipendenza Ue dal gas russo, complessivamente attorno al 40 per cento del fabbisogno, va drasticamente ridotta. E qui può innestarsi il piano sulle energie rinnovabili, da potenziare al massimo, accelerando la decarbonizzazione. Nell'attesa occorre però un immediato ripensamento sui rigassificatori e non scartare, almeno a livello di evoluzione tecnologica, il nucleare di nuova generazione. Temi che, ovviamente, dovranno venir affrontati a tempo debito ma che sono in qualche modo ineludibili sia a livello nazionale che europeo. Alla resa dei conti, tutto quanto

sta accadendo sta dando una formidabile spinta all'Europa verso una maggior integrazione: difesa comune ed indipendenza energetica sono i due capitoli prioritari su cui concentrare i nostri sforzi. Nell'immediato oggi resta però più che mai assolutamente indispensabile far cessare le ostilità in Ucraina, aprendo dei negoziati e trovando qualche forma di intesa. Altre opzioni, come a volte con una certa leggerezza si sente fare, non sono e non possono neanche venir prese in considerazione. Si tratta di giungere ad un compromesso che riesca a comporre le esigenze degli uni e degli altri. Nessuna resa incondizionata, ma un comune sforzo per trovare una via di uscita. Una pista da esplorare



potesse aspettare. Emerge inoltre - ed oggi è la questione più impellente - il dramma umanitario: occorre sostenere il popolo ucraino con una vasta rete di solidarietà internazionale che si è già attivata. Bisogna salvare bambini,

compromesso che riesca a comporre le esigenze degli uni e degli altri. Nessuna resa incondizionata, ma un comune sforzo per trovare una via di uscita. Una pista da esplorare

esiste.

La partita potrebbe giocarsi attorno al principio di autodeterminazione dei popoli, una bussola che va applicata a tutti. In quest'ottica, un'ipotesi plausibile potrebbe essere quella di un referendum nel Donbass, naturalmente sotto l'egida dell'Onu, in modo che la popolazione locale possa scegliere liberamente il proprio destino. E se davvero la maggioranza volesse passare sotto sovranità russa, che sia. La stessa autodeterminazione deve valere anche per l'Ucraina che qualora privata della sua regione orientale a prevalenza russofona, dovrebbe vedersi aprire le porte per un'immediata candidatura all'ingresso nell'Unione europea. Logica contropartita al probabile sacrificio territoriale. Quanto alla

Nato per ora è meglio lasciare la questione sullo sfondo. In una prospettiva più lontana, potrebbe comunque esservi un semplice accordo bilaterale di mutua difesa con Kiev, senza installazione di armi nucleari o convenzionali sul suolo ucraino.

Di soluzioni insomma ce ne possono essere molte. Basta volerlo. Adesso il primo passo è fermare i combattimenti per poi attivare una mediazione internazionale. Turchia ed Israele si sono già fatti avanti. Forse ci proverà la Cina, anche la Santa Sede si è proposta. Auspicabile soprattutto una pronta iniziativa dell'Onu. Tutto deve tentato e subito. Alla politica delle armi occorre rispondere con le armi della politica, salvando la pace: il bene comune più importante. ■

## I NOSTRI CONSULENTI

I consulenti possono essere interpellati dai nostri iscritti, in forma gratuita per un primo contatto telefonico oppure su appuntamento per avere consigli in merito a problematiche specifiche.

L'eventuale affidamento dell'incarico professionale per il prosieguo delle pratiche resta ovviamente a carico del singolo soggetto.

### **Aspetti tributari**

Per. Ind. Alberto Castellazzo

Tel. 011 4242093 - castellazzo@studiocastellazzo.it

### **Aspetti Legali civilistici**

Avv. Massimo Spina

Tel. 011 5613828 - mspina@studiospina.net

### **Aspetti Legali penali**

Avv. Stefano Comellini

Tel. 011 5627641 - stefano.comellini@avvocatocomellini.it

## DALLA COSTITUZIONE ITALIANA

## PREVENZIONE E TUTELA

Annuntio vobis gaudium magnum; habemus natura contemplata in Italica Constitutione

SERGIO SCANAVACCA

### Articolo 1 (Modifica all'art. 9 della Costituzione)

Costituzione <i>Testo vigente</i>	Costituzione <i>Testo modificato da A.C. 3156</i>
[...]	
<i>Articolo 9</i>	<i>Articolo 9</i>
La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica.	La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica.
Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.	Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.
	<b>Tutela l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. La legge dello Stato disciplina i modi e le forme di tutela degli animali.</b>

### Articolo 2 (Modifica all'art. 41 della Costituzione)

Costituzione <i>Testo vigente</i>	Costituzione <i>Testo modificato da A.C. 3156</i>
[...]	
<i>Articolo 41</i>	<i>Articolo 41</i>
L'iniziativa economica privata è libera.	L'iniziativa economica privata è libera.
Non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana.	Non può svolgersi in contrasto con l'utilità sociale o in modo da recare danno <b>alla salute, all'ambiente</b> , alla sicurezza, alla libertà, alla dignità umana.
La legge determina i programmi e i controlli opportuni perché l'attività economica pubblica e privata possa essere indirizzata e coordinata a fini sociali.	La legge determina i programmi e i controlli opportuni perché l'attività economica pubblica e privata possa essere indirizzata e coordinata a fini sociali e <b>ambientali</b> .

Con una larga maggioranza nella seconda lettura alla Camera dei deputati (468 voti favorevoli, 1 contrario e 6 astenuti) l'ambiente e la sua tutela entrano formalmente in **Costituzione**. Si è messa per la prima volta la penna, su uno dei principi fondamentali (i primi 12 articoli) della nostra carta costituzionale: l'articolo 9. Per aggiungere al già limpido dettato del secondo comma, per cui la Repubblica "tutela il paesaggio e il patrimonio storico artistico della nazione", è stato inserito un terzo comma per cui essa tutela anche "l'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni. Un'ulteriore modifica dell'articolo 41, anch'esso mai toccato in 74 anni, introduce fra i limiti all'iniziativa economica privata anche quello dei danni "alla salute, all'ambiente", e fra i fini della stessa anche gli scopi "ambientali". I primi dodici articoli della Costituzione italiana sono afferenti ai "principi fondamentali" e si comprende, così, la portata dell'integrazione all'articolo 9. L'ambiente, la biodiversità e gli ecosistemi sono finalmente considerati un valore primario costituzionalmente protetto,

anche nell'interesse delle generazioni future – novità assoluta nella formulazione di un testo costituzionale – e non un bene atto a soddisfare i bisogni dell'Uomo. Nel terzo comma, infine, un riferimento agli animali, altro inedito assoluto per la nostra Carta. L'articolo 9 cita, poi, la "cultura" e se per cultura si intende il patrimonio di cognizioni ed esperienze acquisite tramite lo studio e la vita di relazione, utili alla formazione intellettuale e morale del singolo affinché possa acquisire una maggiore consapevolezza circa il proprio ruolo all'interno della società, ecco che si ricorda un elemento fondamentale e imprescindibile nella necessità di conoscere per migliorare. L'articolo 41, invece, è inserito nella parte dedicata ai "diritti e doveri dei cittadini" e la modifica rispetto al testo originale ribadisce chiaramente la necessaria compatibilità dell'attività economica rispetto all'ambiente. Su carta, si tratta indubbiamente di un fatto dai connotati storici che, tuttavia, non è detto trovi riscontro nei fatti. Nel caso della modifica dell'articolo 9, stiamo parlando dell'inserimento delle tematiche ambientali tra

i principi fondamentali della Repubblica. Un passo tanto necessario e in linea con le nuove consapevolezze ecologiche, quanto facilmente probabile che venga disatteso. La modifica in sé, comunque, è un bene che sia accolta positivamente, se non altro ora il Bel Paese è in linea con la maggior parte delle nazioni europee. L'Italia diviene così il ventiduesimo Stato membro dell'Ue ad aver inserito uno o più riferimenti all'ambiente nella propria Carta costituzionale. Certo è che l'inserimento di nozioni ecologiche, come biodiversità ed ecosistemi, nella principale fonte del diritto, conferma quantomeno una nuova visione socioculturale. Finora infatti, al livello costituzionale, le uniche forme di conservazione dell'ambiente erano legate al concetto di 'paesaggio', inteso come una porzione di territorio il cui carattere deriva dall'azione di fattori naturali e/o umani e dalle loro interrelazioni. Una veduta visibilmente antropocentrica, ora sostituita da un approccio più olistico focalizzato sull'ecologia. Purtroppo, come la storia spesso ci ricorda, raramente leggi e contratti vengono regolarmente rispettati ed adempiuti e gli annunci enfatici vengono utilizzati come copertura per cercare di nascondere le situazioni reali. Basti pensare, in tal senso, che l'Italia detiene il record di procedure d'infrazione e di violazione di direttive europee in materia ambientale e di leggi sul clima. Difficile quindi credere che qualche riga in più possa guidare un significativo ed immediato cambio di rotta. Analogamente, in riferimento alla modifica dell'articolo 41, ora, le attività economiche dovrebbero essere, di fatto, subordinate alla salvaguardia dell'ambiente, cosa che con i presupposti attuali, aggravati oltretutto in maniera imprevedibile dalla guerra in atto in Ucraina, appare comunque utopica. Emblematico in questo senso, l'entusiasmo del Ministro Cingolani per l'approvazione del disegno di legge, come se la nuova Costituzione 'verde' potesse magicamente coprire quanto verrà definito nei giorni a venire. Lo stesso Cingolani, pochi giorni dopo ha provveduto a pubblicare il **Pitesai**, il Piano per le aree idonee

da trivellare alla ricerca del petrolio, che dà il via libera alla ripresa delle trivellazioni compiendo un atto totalmente in controtendenza con quanto è indispensabile attuare e in completo disaccordo con gli accordi della conferenza sul clima di Glasgow firmati per fermare le estrazioni di idrocarburi, il **Boga** (Beyond Oil and Gas Alliance). Invece di pensare ad attuare il PNRR, sostenendo immediatamente le fonti rinnovabili e sollecitando tutte le autorizzazioni legate a questo settore, approva un piano che sospende la moratoria sulle estrazioni di idrocarburi nel nostro Paese.

Inoltre, il governo Draghi ha rimosso dai suoi piani temi come gli ecoreati, prevedendone nella riforma Cartabia la prescrizione, nel consumo di suolo; ha rifinanziato la progettazione del ponte sullo stretto di Messina, ha demolito il referendum sull'acqua pubblica dando il via alla privatizzazione e, incredibilmente, ha permesso che nei piani del ministero della Transizione Ecologica, scomparisse la parola clima in riferimento a ciò che accade nella terra dei fuochi. Notiamo, con sconcerto, che proprio il ministero della Transizione ecologica creato appositamente per governare il riassetto ecologico italiano, abbia in realtà iniziato una crociata verbale contro le politiche sul clima e il piano verde europeo "**Fit for 55**" accompagnata da un linguaggio della paura. "La transizione ecologica? Sarà un bagno di sangue", "Il piano verde Ue? Così l'Italia salta in aria": sono solo alcune delle dichiarazioni del Ministro che stanno instaurando una politica di delegittimazione delle politiche sul clima e di ingiustificato immobilismo, coprendo così i ritardi di un pezzo dell'industria del nostro paese che non vuole cambiare modello energetico nella conversione, non investendo come viceversa, sarebbe indispensabile.

Notoriamente, la struttura definitiva del PNRR, si articola in 6 macro-missioni, che corrispondono alle specifiche aree di intervento: digitalizzazione, innovazione,

competitività, cultura, rivoluzione verde e transizione ecologica. Per quest'ultima sono previsti ben 69,94 miliardi di euro per la realizzazione dei progetti in corso di definizione nel territorio italiano. Parallelamente, nella legge di bilancio predisposta dal Governo Draghi è previsto come collegato, il DdL Concorrenza che, in particolare all'art. 6, delegittima le prerogative dei servizi pubblici locali, per la gestione dei beni comuni primari. La pandemia non ha purtroppo insegnato niente, il progetto di privatizzazione dei servizi pubblici va avanti senza ostacoli. Con il disegno di legge sulla concorrenza viene attaccata l'autonomia stessa degli enti locali, favorendo esplicitamente la privatizzazione per ottenere investimenti di capitali da parte di società private e multinazionali che, ovviamente, presenteranno il conto per ottenere concessioni e gestioni ultradecennali. Il disegno di legge ha come finalità dichiarate, l'intervento sulla rimozione delle barriere all'entrata dei mercati, sui servizi pubblici locali, su energia e sostenibilità ambientale, sulla tutela della salute, sullo sviluppo delle infrastrutture digitali e sulla rimozione degli oneri e la parità di trattamento tra gli operatori. In realtà un'attenta analisi rivela palesi intenti di favorire società private sicuramente meglio attrezzate ed economicamente motivate per la definizione di progetti e la loro esecuzione rispetto alla sempre più preoccupante carenza di risorse tecniche degli enti locali.

Con profondo rammarico devo ricordare a tutti noi che da millenni, la tecnologia più potente a disposizione dell'uomo è la narrazione. Non a caso, "tecnologia" deriva da "Techné" e "Logos": "abilità" e "parola". Annunciare la terra promessa, il trionfo oltre le difficoltà, la soluzione alle sofferenze dietro l'angolo, è il modo più efficace per compattare le comunità, far scordare almeno per un po' le cose che non vanno ed ergersi a leader prendendosi il potere. Ma non sempre funziona. A volte perché le sue premesse non sono ritenute credibili; a volte perché il tentativo soccombe davanti ad una comunicazione più potente ed

efficace. Ed anche in questo caso ci troviamo di fronte ad una narrazione trionfale ed enfatica di facciata, rispetto alle reali decisioni e conseguenti azioni intraprese che purtroppo, una volta di più, tendono a screditare l'autorevolezza, insindacabilità e credibilità della Nostra Costituzione agli occhi del bistrattato cittadino.

Voglio peraltro sottolineare che, nella realtà dei fatti, i Padri costituenti non erano nelle condizioni temporali e sociali di dare la medesima rilevanza alla parola "ambiente" nel secondo comma dell'art.9, che si riferiva solo alla tutela del "paesaggio" e del "patrimonio storico e artistico della Nazione". L'ambiente come equilibrio ecologico è una nozione che verrà meglio definita e tematizzata solo alcuni decenni più tardi. Ma della norma costituzionale (e della norma giuridica in generale) va ricercata la ratio ben oltre la lettera legis, spesso laconica e raramente esaustiva della trasformazione sociale che il legislatore, per circostanze di fatto, non può prevedere e quindi a priori racchiudere nella disposizione letterale. Per questo con "paesaggio", con l'emergere della consapevolezza rispetto alla questione ambientale, non si intende più da tempo il solo "panorama" romanticamente inteso, ma esso tende a coincidere con ambiente, o meglio, con la valenza culturale che si attribuisce al rapporto uomo-ambiente" (F. Merusi).

Una ineludibile e necessaria modifica, come quella approvata nei giorni scorsi, ovvero sia un accoglimento normativo di quanto giurisprudenza e dottrina già da decenni sono unanimi nel sostenere, sul piano strettamente giuridico non pare possa essere dannosa, e andrebbe anzi, seppur superflua, lietamente accolta. Ciononostante, se il danno sul profilo costituzionale non c'è, resta indubbio che si tratta di un intervento probabilmente inutile, soprattutto sul piano politico e sociale. Inutile perché estraneo a un progetto politico e normativo di serio contrasto alla crisi climatica e di radicale tutela ambientale. Sganciato da una visione oggettiva che rafforzi la riserva di

legge di cui al terzo comma dell'art.41 appena modificato, che riconosce allo Stato la possibilità di indirizzare e coordinare "a fini sociali e (adesso anche) ambientali" l'attività economica pubblica e privata.

È debole infatti il ricorso a questo strumento, data la pervasiva convinzione che sia meglio lasciar risolvere al mercato le crisi economiche e sociali, basti pensare alle vertenze sindacali aperte per le delocalizzazioni e alla deriva in cui sta rischiando di crollare il settore dell'automotive di fronte alla transizione ecologica e laddove il Governo si sta dimostrando incapace di gestirne l'evoluzione. Per non parlare poi di tutta la grande incertezza con cui è affrontata la transizione energetica, a partire dalla tassonomia europea delle fonti rinnovabili che ha tra esse incluso anche gas e nucleare; e da ultimo la proposta italiana di contrasto ai rincari delle bollette attraverso i tagli agli incentivi per le energie rinnovabili.

Parliamo pertanto, di una normazione iconica, fatta di solenni enunciazioni di valori impropriamente vestiti con i panni della legge. Una pratica comunicativamente semplificatoria, che si risolve in un paludamento autocelebrativo per il legislatore. Una normazione, per lo più inutile proprio perché non è corredata da autentiche norme e procedure concrete determinando così, conseguenti mere celebrazioni simboliche; e non raramente anche dannose, poiché generano confusione alterando la preesistente realtà dell'ordinamento.

È certamente vero che la Costituzione può essere modificata esclusivamente per ristabilire una gerarchia dei valori mutata nella società. Ciò che è dubitabile è che per la classe politica e dirigente tale modifica trionfalmente accolta, sarà effettivamente oggetto di continue disposizioni attuative. Quella che si vuole narrare come una grande conquista, e che tale realmente lo sarebbe in un contesto diverso e più attivo nel contrasto alla crisi sociale e climatica, non è forse che l'ennesimo tentativo di distrarre i cittadini dalle gravi responsabilità dei propri rappresentanti? C'è tanta distanza tra la perfezione della Natura e

l'insoddisfazione che talvolta lascia l'applicazione delle politiche pubbliche di protezione dell'ambiente. La complessità però è inevitabile e l'eccessiva semplificazione è un male, perché diventa faciloneria, nascondendo una buona parte del quadro di insieme.

"La parola Ambiente, nell'ordine (alfabetico) dell'enciclopedia Einaudi, sta tra Allegoria e Ambiguità. Questa assoluta casualità svela una verità: le allegorie dell'Ambiente, cioè le sue rappresentazioni concrete, hanno la prevalenza nel nostro immaginario sul concetto; il termine è sfuggente e le sue interpretazioni sono svianti." (S. Valaguzza ).

Tutelare l'Ambiente indica un'azione ridondante, sempre giusta, perché di fatto impossibile. Come sarebbe giustificabile, ad esempio, non assolvere chi non riesce nell'intento, consacrato dalla Costituzione, perché un'eruzione ha spazzato via una città o il caldo ha causato una siccità tale da portare alla morte neonati o vecchi? È una falsità che possano esserci principi efficaci di protezione dell'ambiente. Il principio è ingannevole. Sono le azioni che dobbiamo pretendere e giudicare, non perché si riesca a comandare la natura, ma perché il bilanciamento tra interessi coesistenti sia fatto per davvero.

Sappiamo qual è il segreto del successo dell'uomo: la sua capacità di fare comunità. Il suo intellighere, ossia la capacità di legare il molteplice attorno a sé. Questo, prima di ogni altra abilità, ha portato il Sapiens a essere un animale in grado di costruire civiltà. La fantasia e la creatività sono i pilastri della costruzione del suo dominio, ma proprio il senso del dominio è un tratto distintivo di questa razza: la capacità di sterminare i suoi rivali. Non è una storia pacifica quella dell'evoluzione dell'essere umano. Ricordate quell'immagine sui libri di scuola in cui, in una linea del tempo di milioni di anni, vedevamo alzarsi i vari ominidi dalla scimmia all'Homo sapiens? Tutto falso. Da animali a dèi, l'Homo sapiens ha convissuto con altri ominidi ed è riuscito ad emergere facendo strage di tutti.

Le notizie che ci giungono giornalmente, giustamente subordinate dalla catastrofe della guerra in Ucraina, certificano quanto inesorabile e accelerato sia il mutamento climatico ed il riscaldamento globale con i conseguenti effetti disastrosi sulla nostra vita quotidiana. E' come se noi fossimo in auto e vedessimo davanti a noi un muro che si avvicina, e continuassimo a tirare dritto. Perché nessuno ferma la macchina?

Nel poema didascalico **"De rerum natura"**



scritto da Tito Lucrezio Caro nel I secolo a.C.; composto di sei libri raggruppati in tre diadi, vengono delineati dei tratti della specie umana che constatiamo essere estremamente attuali. Nel quinto libro viene trattato il confronto tra la civiltà primitiva e quella del tempo allora attuale; ne emerge che, col tempo, l'uomo ha preferito soddisfare il proprio benessere personale oltre ai bisogni primari. Brama di potere, avidità di ricchezze, guerre hanno causato paure d'ogni tipo, fino a una degenerazione della società. Il sesto libro conclude l'opera con la descrizione della peste di Atene durante la guerra del Peloponneso (431-404 a.C.): un tetro quadro di morte e di umana miseria che contrasta con la visione epicurea della vita serena e con quello della primavera e della nascita nell'iniziale invocazione a Venere del primo libro.

Vi ricorda qualcosa?

Forse davvero, a questo punto, in assenza di altre specie di ominidi, la nostra indole ci induce contro il muro dell'autodistruzione. ■

# SOSTITUZIONE INTERRUTTORE DIFFERENZIALE: MANUTENZIONE ORDINARIA O STRAORDINARIA?

## TECNICA

MIRKO BOGNANNI - COORDINATORE COMMISSIONE ELETTROTECNICA E AUTOMAZIONE, ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI



Spesso ci si pone la domanda se la sostituzione dell'interruttore differenziale si configuri come intervento in manutenzione ordinaria oppure straordinaria con redazione della dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08.

Innanzitutto, precisiamo che l'interruttore differenziale è un prodotto costruito secondo normative specifiche tra le quali, in ambito domestico e similare, si citano ad esempio:

- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42) "Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 1: prescrizioni generali".
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43) "Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete".
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44) "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni

domestiche e similari Parte 1: prescrizioni generali".

- CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45) "Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari Parte 2-1: Applicabilità delle prescrizioni generali agli interruttori differenziali con funzionamento indipendente dalla tensione di rete".
- CEI EN 61543 (CEI 23-53) "Interruttori differenziali (RCD) per usi domestici e similari – Compatibilità elettromagnetica".
- GUIDA CEI 23-98 "Guida all'uso corretto di interruttori differenziali per installazioni domestiche e similari".

### Cosa si intende per interruttore differenziale?

Le norme CEI 23-42 e 23-44, rispettivamente agli articoli 3.3.1 e 3.3.5, definiscono:

**"Interruttore differenziale:** Dispositivo meccanico progettato per stabilire, portare ed interrompere le correnti in condizioni di servizio ordinario e per aprire automaticamente il circuito quando la corrente differenziale raggiunge un valore predeterminato in condizioni specificate".

Pertanto, **l'interruttore differenziale** non è semplicemente un componente, bensì è un **dispositivo**, per la precisione "di sicurezza", installato all'interno di un componente dell'impianto elettrico (**quadro elettrico**).

Si può ben capire quindi che **"la sostituzione di un interruttore dentro un quadro riguarda sia il componente (quadro) sia l'impianto"** [TNE – Guida Blu "Manutenzione lavori elettrici"].

## Ma quando occorre sostituire un interruttore differenziale e quali possono essere le cause che ne portano alla sua sostituzione?

La risposta la troviamo all'interno della Guida CEI 23-98.

La Guida CEI 23-98 all'art. 4.1 cita "Disponibilità della protezione assicurata dagli interruttori differenziali - La disponibilità della protezione assicurata dagli interruttori differenziali è l'attitudine di un dispositivo a svolgere una funzione di protezione richiesta in condizioni date all'interno di un'installazione appropriata per un dato periodo di tempo. La disponibilità della protezione assicurata dagli interruttori differenziali non è limitata all'apparecchiatura ma include parametri dell'installazione quali la continuità del conduttore di protezione, il valore appropriato della resistenza di terra, la resistenza di isolamento e le condizioni ambientali.

NOTA 1: È raccomandata la verifica periodica dell'installazione, compresa la verifica dei carichi elettrici e dell'apparecchiatura che incorpora gli interruttori differenziali. Dopo la verifica, si devono prendere appropriate misure correttive, per es. la riparazione dell'installazione o la sostituzione dell'apparecchiatura difettosa, ecc.

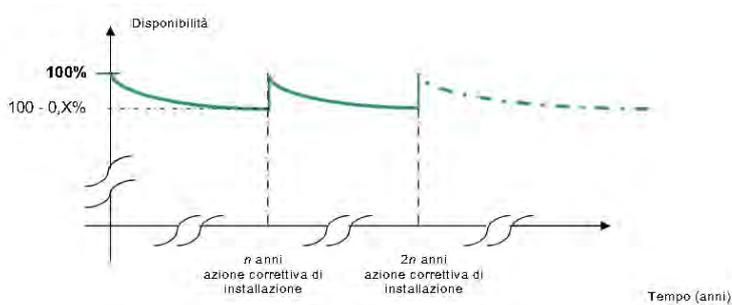


Figura 2 [Guida CEI 23-98] – Disponibilità teorica della protezione con misure correttive realizzate all'interno dell'installazione durante la verifica periodica

La Fig. 2 mostra che in caso di verifica periodica nell'installazione, la disponibilità della protezione è ripristinata al 100% se sono prese misure correttive appropriate, per es. la sostituzione dell'apparecchiatura difettosa."

Art. 4.2 Guida CEI 23-98: "Difetto di intervento dell'interruttore differenziale - Assenza di intervento di un interruttore differenziale che dovrebbe essere intervenuto ma che non lo ha fatto come previsto.

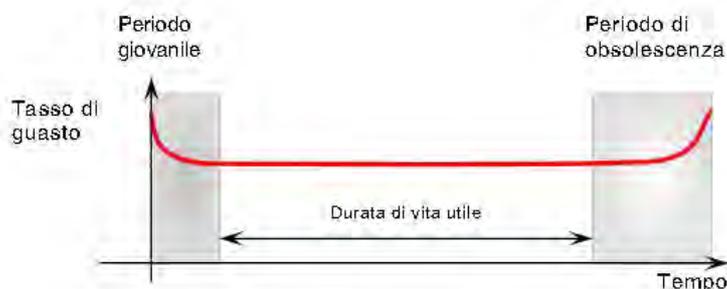


Figura 3 [Guida CEI 23-98 – Tasso di guasto e durata di vita utile]

NOTA 2: Alla fine della durata di vita utile, il tasso di guasto aumenta e la disponibilità della protezione può essere assicurata solo dalla sostituzione del dispositivo di protezione."

Art. 4.5 Guida CEI 23-98: "Studi disponibili - Sono stati pubblicati parecchi studi sugli interruttori differenziali installati in vari paesi nel corso di molti anni e in tipi diversi di installazione.

L'analisi di questi studi evidenzia le seguenti informazioni chiave:

- Fino al 50 % degli interruttori differenziali "guasti" si sono rivelati completamente funzionanti quando sono stati successivamente provati in laboratorio. Questi "guasti" sono stati attribuiti alle condizioni di installazione, quali installazioni difettose, cablaggio non corretto, ecc.
- Le condizioni ambientali climatiche ed elettromagnetiche sono stati i fattori principali di influenza. È stato notato che il tasso di guasto aumentava in modo significativo in caso di utilizzo degli interruttori differenziali in condizioni che superavano quelle definite nelle relative norme sugli interruttori differenziali.

La maggior parte degli studi si riferisce:

- agli interruttori differenziali montati in installazioni aventi più di venti anni

- e agli interruttori differenziali non trattati nelle edizioni in vigore delle norme IEC sugli interruttori differenziali. La maggior parte degli interruttori differenziali provati è stata installata prima della pubblicazione della IEC 61543:1995, che stabilisce le prescrizioni di compatibilità elettromagnetica per gli interruttori differenziali. Prima del 1996, gli interruttori differenziali non erano sottoposti ad un'ampia gamma di prove di compatibilità elettromagnetica.

Gli installatori e gli utilizzatori dovrebbero utilizzare solo interruttori differenziali completamente conformi alle norme IEC.

Le caratteristiche nominali degli interruttori differenziali sono indicate nelle relative norme di prodotto degli interruttori differenziali.

## **6 Disponibilità della protezione nelle installazioni munite di interruttori differenziali**

### **6.1 Considerazioni generali**

Sebbene la disponibilità della protezione assicurata dagli interruttori differenziali o da altre apparecchiature elettriche dipenda da un buon progetto e da una fabbricazione di qualità elevata, si deve riconoscere anche che gli interruttori differenziali non sono usati da soli, ma fanno parte di un'installazione elettrica.

I fattori relativi all'installazione e all'uso dell'installazione elettrica possono influenzare la disponibilità della protezione o il funzionamento corretto dell'apparecchiatura elettrica, quali gli interruttori differenziali, dopo l'installazione. Questo tipo di disponibilità non può essere verificato con le prove delle norme di prodotto e pertanto richiede una verifica periodica delle installazioni.

Gli interruttori differenziali provati secondo le norme IEC 61008 o IEC 61009 riguardano i dispositivi previsti per essere utilizzati da

persone non esperte e non avvertite nelle installazioni o nelle apparecchiature non soggette a manutenzione. Tuttavia, una verifica regolare delle installazioni, comprendente la verifica delle apparecchiature degli interruttori differenziali, è consigliata per mantenere un livello elevato di disponibilità della protezione.

- L'apparecchiatura fornita per verificare l'intervento corretto degli interruttori differenziali dopo l'installazione dovrebbe essere usata con attenzione poiché la misura può essere influenzata da parametri collegati all'installazione. L'analisi di alcuni interruttori differenziali apparentemente non funzionanti ha rilevato che essi erano effettivamente collegati o installati in modo non corretto.

Dalle considerazioni sopra riportate ed a causa del grande numero di parametri che influenzano il funzionamento corretto degli interruttori differenziali, si comprende come non sia possibile prevedere un numero di anni o di mesi per la durata di vita prevista dell'interruttore differenziale.

Tuttavia, gli utilizzatori di interruttori differenziali dovrebbero comprendere anche che, sebbene gli interruttori differenziali provati secondo le norme IEC 61008 o IEC 61009 siano riconosciuti affidabili e non soggetti a manutenzione, essi non possono fornire una protezione illimitata. Considerando tutti gli aspetti della disponibilità della protezione, è quindi importante:

- verificare le installazioni, compreso il funzionamento degli interruttori differenziali, durante la messa in servizio,
- verificare regolarmente le installazioni, i carichi elettrici e l'apparecchiatura elettrica compresi gli interruttori differenziali durante la vita dell'installazione e sostituire i carichi e le apparecchiature elettriche difettosi,

- compresi gli interruttori differenziali, prendere in considerazione la sostituzione dei carichi o delle apparecchiature, compresi gli interruttori differenziali, dopo un certo numero di anni a seconda delle condizioni di uso e di installazione.

Si raccomanda di prendere in considerazione la sostituzione degli interruttori differenziali conformi alle norme IEC pubblicate prima del 1996 o non provati secondo le prove climatiche (per es. prova dei 28 giorni) poiché è improbabile che tali interruttori differenziali siano stati progettati per soddisfare le prescrizioni più severe delle norme e delle prove più recenti.

Si preferisce l'uso di apparecchi di prova degli interruttori differenziali conformi alla IEC 61557-6".

Stando a quanto evidenziato sopra (articoli estratti dalla Guida CEI 23-98) si comprende come la sostituzione dell'interruttore differenziale non derivi solo da un "fine vita" del dispositivo di protezione stesso, ma spesso da parametri ambientali e/o di installazione non compatibili con lo stesso, oppure da un'errata installazione, oltre che da mancata manutenzione non eseguendo le prove d'intervento previste dalla normativa tecnica.

Pertanto, ciò lascia pensare che la manutenzione nei confronti di un interruttore differenziale, sia da eseguirsi sull'installazione (impianto elettrico) ove esso sia in funzione, oppure sull'apparecchiatura stessa che protegge.

Vediamo, secondo le Norme CEI 23-42 e 23-44 (art. 5.1), quali sono le caratteristiche principali degli interruttori differenziali:

#### “Caratteristiche degli interruttori differenziali 5.1 - Sommario delle caratteristiche

Le caratteristiche di un interruttore differenziale devono essere stabilite come segue:

- numero di poli.
- corrente nominale ( $I_n$ ).

- corrente differenziale d'intervento nominale ( $I_{\delta n}$ ).
- corrente differenziale di non intervento nominale.
- tensione nominale ( $U_n$ ).
- frequenza nominale.
- potere di chiusura e d'interruzione nominale ( $I_m$ ).
- potere di chiusura e d'interruzione differenziale nominale ( $I_{\delta m}$ ).
- tempo di ritardo, se applicabile.
- comportamento in presenza di correnti differenziali pulsanti unidirezionali.
- grado di protezione (IEC 60529).
- corrente di cortocircuito condizionata nominale ( $I_{nc}$ ).
- corrente di cortocircuito differenziale condizionata nominale ( $I_{\delta c}$ ).
- metodo di installazione.
- metodo di connessione.
- gamme di temperatura dell'aria ambiente.”

Altre caratteristiche sono:

- tensione nominale d'impiego ( $U_e$ ). [CEI 23-42 e 23-44 art. 5.2.1.1]
- tensione d'isolamento nominale ( $U_i$ ). [CEI 23-42 e 23-44 art. 5.2.1.2]
- tensione di tenuta ad impulso nominale ( $U_{imp}$ ). [CEI 23-42 e 23-44 art. 5.2.1.3]
- corrente differenziale di non intervento ( $I_{\Delta no}$ ). [CEI 23-42 e 23-44 art. 5.2.4].

Secondo alcuni colleghi, la sostituzione di un interruttore differenziale comporta una manutenzione ordinaria se viene sostituito con un altro di "pari caratteristiche".

Per manutenzione ordinaria si intendono "gli interventi finalizzati a contenere il degrado normale d'uso e quelli a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso secondo le prescrizioni previste dalla

normativa tecnica vigente e dal libretto d'uso e manutenzione del costruttore" (D.M. 37/08, art. 2, comma 1 lett. d)).

Per tale intervento non c'è obbligo di progettazione, bisogna ricorrere a personale tecnicamente qualificato (Norma CEI 11-27), ma non necessariamente abilitato ai sensi del D.M. 37/08; non c'è obbligo di rilasciare la Dichiarazione di Conformità.

**Questo cosa vuol dire?** Vuol dire che l'interruttore differenziale deve essere provato, verificato, mantenuto (manutenzione ordinaria) secondo la normativa tecnica vigente e le indicazioni fornite dal costruttore. Questo intervento è finalizzato a contenere il degrado normale d'uso del dispositivo per far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, quali? Quello, ad esempio, di sostituzione dell'interruttore differenziale.

A parere dello scrivente, la manutenzione ordinaria sta proprio nell'intervento periodico di verifica e non in quello invasivo di sostituzione del dispositivo con idonei e specifici attrezzi e strumenti, ricorrendo all'uso di personale tecnicamente qualificato.

Abbiamo anche parlato di "pari caratteristiche", ma cosa si intende?

Le "pari caratteristiche" devono essere quelle sopra citate, di cui all'art. 5.1 della Guida CEI 23-98.....E se trascorrono alcuni anni prima che il dispositivo necessiti di sostituzione? Non è detto che si possa trovare ancora sul mercato lo stesso interruttore differenziale o un altro con le stesse caratteristiche, anche perchè dovrebbe essere anche di stessa marca e modello...E questo per quale motivo? Oltre alle caratteristiche di cui sopra, il costruttore deve dichiarare anche la potenza dissipata per polo dal dispositivo, per cui allora, se sostituisco un differenziale con un altro di pari caratteristiche (ovvero quelle di cui sopra), ma non è della stessa marca e modello di quello precedente, la potenza dissipata per polo dichiarata dal costruttore potrà essere differente e a questo punto non avrò più un differenziale con pari

caratteristiche. **Tale sostituzione comporterà quindi una manutenzione straordinaria.**

Questo ragionamento per portare a pensare che, per il differenziale che si sta installando al posto di quello obsoleto, non occorre verificare solo che abbia le stesse principali caratteristiche, **ma occorre osservare più che altro se quello precedente sia stato idoneo all'ambiente in cui si trovava, alle caratteristiche dell'impianto su cui era installato e quindi se il suo malfunzionamento sia stato dovuto a ciò e non ad un "fine vita".** Fatte queste considerazioni, è auspicabile che nella maggior parte dei casi si possa trattare di un intervento di manutenzione straordinaria, in quanto l'interruttore differenziale si presume venga sostituito dopo un certo numero di anni di servizio e non con una certa frequenza, per cui è molto probabile che le "stesse caratteristiche" non possano essere rispettate.

L'articolo citato sopra della Guida CEI 23-98 parla anche di "caratteristiche dell'impianto", ma soprattutto di "caratteristiche dei carichi".

Proviamo a pensare ad un differenziale in servizio da parecchi anni, di tipo AC. Sappiamo che i carichi col tempo possono essere sostituiti, per evoluzione tecnologica, basti pensare alle apparecchiature ove è sempre più presente l'elettronica, gli inverter, ecc (condizionatori, elettrodomestici, illuminazione a LED, macchine dotate di inverter o soft starter, ecc...). Questo è proprio uno di quei casi, ormai frequenti, in cui è palese un non corretto funzionamento di un differenziale di tipo AC a causa della caratteristica di intervento, non idonea, per gli apparecchi che si trova a proteggere, per cui sarà necessario un intervento di sostituzione con un altro di pari caratteristiche, ma non solo, con tecnologia d'intervento diversa (basti pensare che ormai esistono differenziali di tipo A, B ed F) a seconda di ciò che devono proteggere.

**Anche questo è un frequente caso di**

sostituzione di interruttore differenziale con intervento in manutenzione straordinaria.

Ma perchè di manutenzione straordinaria? Perchè vado a cambiare le caratteristiche di un componente dell'impianto elettrico all'interno del quale è installato l'interruttore differenziale, vale a dire il "quadro elettrico".

La sostituzione di un interruttore dentro un quadro riguarda sia il componente (quadro) sia l'impianto.

Questa sostituzione comporta, oltre che un aggiornamento del progetto (che sia un progetto redatto da un professionista nei casi in cui ci sia l'obbligo, o che sia redatto dal responsabile tecnico dell'impresa installatrice), anche una valutazione della potenza dissipata dal quadro elettrico, in quanto chi sostituisce l'interruttore differenziale diventa responsabile dell'intero quadro elettrico, se è stato realizzato da altri. Ma cosa vuol dire "manutenzione straordinaria"?

"La manutenzione straordinaria riguarda:

- gli interventi con rinnovo o sostituzione di parti dell'impianto che:
  - non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni;
  - non modifichino la destinazione d'uso dell'impianto;
  - siano destinati a riportare l'impianto in condizioni ordinarie di esercizio;
  - richiedano in genere l'uso di strumenti o attrezzi particolari, di uso non corrente;
- gli interventi che non possano essere ricondotti a:
  - manutenzione ordinaria,
  - trasformazione,
  - ampliamento,
  - nuovo impianto." [TNE – Guida Blu "Manutenzione lavori elettrici"]

Si deve ricorrere ad imprese abilitate ai sensi del D.M. 37/08, non c'è obbligo di progetto, deve essere rilasciata la Dichiarazione di Conformità.

"Esempi di manutenzione straordinaria:

- aggiunta o spostamento di prese a spina su circuiti esistenti;
- aggiunta o spostamento di punti utenza su circuiti esistenti;
- sostituzione di un componente dell'impianto con altro di caratteristiche diverse;
- **sostituzione di componenti guasti dell'impianto per la cui ricerca siano richiesti prove ed un accurato esame dei circuiti** [TNE – Guida Blu "Manutenzione lavori elettrici"]

## CONCLUSIONI

Stando a quanto descritto nel presente articolo, è parere dello scrivente affermare che la sostituzione di un interruttore differenziale è generalmente un intervento di manutenzione straordinaria in quanto:

- è un intervento che non modifica in modo sostanziale le prestazioni dell'impianto;
- non modifica la destinazione d'uso dell'impianto;
- è destinato a riportare l'impianto in condizioni ordinarie di esercizio;
- richiede l'uso di strumenti o attrezzi particolari;
- riguarda la sostituzione di un componente guasto dell'impianto per la cui ricerca siano richiesti prove ed un accurato esame dei circuiti proprio per verificare le cause di un eventuale malfunzionamento, un intervento tempestivo, un non intervento, ecc. ■

## RECENTI DOCUMENTI DETRAZIONI FISCALI

ENRICO FANCIOTTO



Come oramai da mesi, mi vedo costretto a redigere un articolo dal carattere più legale che tecnico in quanto nel settore non si sta discutendo d'altro. Delle numerose telefonate che ricevo più del 70% riguarda aspetti applicativi delle norme rispetto all'aspetto tecnico dei materiali da utilizzare. E' evidente che ormai la figura del termotecnico, che si occupa solo della parte progettuale degli impianti, è stata integrata con la richiesta di saper rispondere in modo adeguato anche sotto l'aspetto procedurale degli incentivi previsti per ogni tipologia di intervento di efficientamento energetico a 360°, sostituendosi spesso ad altri professionisti fiscali che non vogliono interessarsi alla materia.

Rispetto a quanto scritto nel numero di dicembre, sono stati emanati dal Governo altri 2 documenti in materia di procedure di cessione credito o sconto in fattura per arginare l'enorme quantità di crediti elargiti in passato senza aver controllato la loro effettiva correttezza e rispondenza ai dettami previsti. Questa massa di fondi percepiti illegalmente, si parla di circa 5 miliardi di euro, ha creato la necessità di aumentare i controlli in fase di richiesta dei crediti e di conseguenza la burocrazia relativa.

Vanno a integrarsi con le procedure già in

essere, spesso modificandone in maniera sostanziale la procedura di attuazione e la burocrazia relativa con aggiunta di responsabilità da parte dell'asseveratore dell'opera. I due documenti sono:

**DECRETO-LEGGE 25 febbraio 2022, n. 13** (G.U. n.47 del 25/2/2022): "Misure urgenti per il contrasto alle frodi e per la sicurezza nei luoghi di lavoro in materia edilizia, nonché sull'elettricità prodotta da impianti da fonti rinnovabili".

Dove si specifica quante volte il credito possa essere ceduto e a chi, ma soprattutto si inaspriscono le sanzioni previste per i professionisti riguardo le dichiarazioni false o non veritiere, arrivando fino alla sanzione PENALE in alcuni casi. Viene definito che per ogni asseverazione rilasciata dovrà essere attivata una specifica polizza assicurativa con conseguente aumento dei costi relativi.

**LEGGE 25 febbraio 2022, n. 15** (G.U. n.49 del 28/2/2022): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2021, n. 228, recante disposizioni urgenti in materia di termini legislativi." La famosa MILLEPROROGHE. Che all'articolo 3 sexies chiarisce le modalità applicative della cessione del credito per il periodo 12 novembre- 31 dicembre 2021 che tanto avevano disorientato gli operatori.



Queste continue modifiche di procedure, anche se rese necessarie per sopperire alle carenze di controlli riscontrate in passato,

sono sempre più difficili da integrare nelle procedure già previste in fase di preventivazione dei lavori, obbligando a rivedere quanto già definito con la committenza con aggravio di tempo e costi relativi.

Le tempistiche da rispettare, per non superare le scadenze attualmente definite, sono anch'esse un grave problema per l'attuale mancanza di prodotti e strutture di posa; situazione che si è ulteriormente aggravata con il conflitto russo-ucraino. Inoltre si è verificato un notevole aggravio dei costi energetici che si sta ribaltando sulle marginalità delle ditte legate a contratti firmati in passato; situazione che ha già costretto diverse aziende a disdire i contratti sottoscritti o peggio portare i libri contabili in tribunale per iniziare l'azione di fallimento.

A tutte queste novità si sta aggiungendo il blocco delle pratiche per i lavori finiti dal 1° gennaio 2022 sui portali dell'Agenzia delle Entrate e specialmente dell'ENEA (a oggi ancora non attivato). Situazione che vede le aziende produttrici non saldare quanto concordato con le ditte installatrici per mancanza delle autorizzazioni richieste e quest'ultime in gravi difficoltà di liquidità. In modo particolare l'opportunità dello sconto in

fattura, che tanto interesse aveva riscosso nel 2021, adesso dovrà essere utilizzato in modo molto più preciso e solo da aziende che dispongono di adeguate coperture finanziarie proprie. I ritardi nell'erogazione di quanto pattuito e dovuto dovranno essere attentamente valutati e conteggiati nei costi previsti dell'opera.

In mancanza di rapide iniziative governative in materia si rischia, non solo il blocco del settore a breve, ma un aumento delle situazioni di crisi in maniera significativa e definitiva per molti operatori del settore.

Se si pensava di essere sulla strada della ripresa dopo la pandemia queste novità stanno riportando il settore in una situazione di crisi profonda e di difficile soluzione senza interventi finalmente chiari e condivisi da tutti. Diversi professionisti stanno attentamente valutando costi/benefici in merito a queste operazioni così come le aziende, con il risultato di avere sempre meno operatori preparati professionalmente e tecnicamente competenti per assolvere alle nuove disposizioni; lasciando così ampio margine di manovra a coloro che promettono, ma non saranno in grado di mantenere le promesse fatte, mettendo forse l'utente finale in balia dei problemi e dei relativi ricorsi legali. ■

### Elenco delle alcune Norme UNI recentemente emanate:

<b>DICEMBRE 2021</b>	
<b>UNI 9795:2021</b>	Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio.
<b>GENNAIO 2022</b>	
<b>UNI EN 15502-1:2022</b>	Caldaie per riscaldamento a gas - Parte 1: Requisiti generali e prove
<b>UNI EN 14459:2022</b>	Dispositivi di sicurezza e controllo per bruciatori e apparecchi alimentati a combustibili liquidi o gassosi - Funzioni di comando di sistemi elettronici - Metodi di classificazione e di valutazione.
<b>FEBBRAIO 2022</b>	
<b>UNI ISO/TS 50044:2022</b>	Progetti di risparmio energetico (EnSP) - Linee guida per la valutazione economica e finanziaria.
<b>UNI EN 30-1-1:2022</b>	Apparecchi di cottura a gas per uso domestico - Parte 1-1: Sicurezza - Generalità.
<b>UNI EN 203-1:2022</b>	Apparecchi per cucine professionali alimentati a gas - Parte 1: Requisiti generali di sicurezza.
<b>UNI EN 613:2022</b>	Apparecchi di riscaldamento indipendenti a gas a convezione di tipo B11, C11, C31 e C91.
<b>UNI/TS 11854:2022</b>	Caldaie da riscaldamento centrale alimentate da combustibili gassosi - Requisiti specifici per caldaie che utilizzano gas combustibile del gruppo H e del gruppo E alle pressioni stabilite nella UNI EN 437 e in più utilizzano miscele di gas naturale e di idrogeno fino al 20% in volume.

DAMIANO GOLIA



Si fa sempre più insistente il bisogno di batterie per l'alimentazione dei veicoli elettrici.

Come noto il problema a cui sono impegnati tutti i costruttori è l'autonomia al pieno della carica di batterie.

L'acquisto di una vettura elettrica oggi è legata principalmente al pacco batterie al Litio ioni metallici, energia immagazzinata e percorrenza in km, da 200 a 800 km i dati dichiarati o promessi sono molto variabili secondo il

modello e costruttore. Ma poco si dice su quanto incide la carica rapida sulla durata della batteria.

Il pericolo derivante da possibili fenomeni di elettrolisi con effetti devastanti ed a volte pericolosi sembra che in un immediato futuro verrà eliminato con l'introduzione delle batterie allo stato solido.

Leggendo queste notizie mi sono ricordato di aver letto qualcosa sull'argomento molti anni fa, per cui sono andato a riprendere l'articolo pubblicato sulla rivista della AEI " L' Elettrotecnica " del lontano Gennaio 1970 N.1 " Elementi galvanici allo stato solido " di cui furono gli autori M. De Rossi e B. Scrosati . Visto che la pubblicazione dell'articolo è consentita citandone la fonte ecco che penso sia cosa gradita proporvi la sua lettura allegando integralmente le pagine riprodotte con lo scanner. ■

# ELEMENTI GALVANICI A STATO SOLIDO

M. DE ROSSI - B. SCROSATI (\*)

*Nel presente lavoro, dopo aver richiamato le caratteristiche di funzionamento degli elettroliti solidi, si riferisce sulle ricerche condotte presso l'Istituto di Elettrotecnica dell'Università di Roma su elementi galvanici allo stato solido. In particolare si riportano le caratteristiche ed i dati ottenuti su elementi a bassa resistenza interna che hanno mostrato anche la reversibilità di funzionamento.*

## INTRODUZIONE.

È noto che le normali pile ad elettrolita acquoso, oltre a taluni vantaggi, quali il basso valore della resistenza interna ed un relativamente basso costo, presentano anche alcuni svantaggi strettamente legati alla natura fisica del solvente.

Tra questi, vanno ricordati, ad esempio, un breve tempo di immagazzinamento della pila che risulta dalla corrosione dei materiali elettrodici da parte degli elettroliti più comuni, generalmente costituiti da soluzioni concentrate acide o basiche. Inoltre gli elettroliti acquosi perdono tutta la loro conducibilità ionica quando solidificano, in modo tale che il punto di congelamento impone il limite alla temperatura minima alla quale la pila è operativa, mentre il limite superiore è rappresentato dalla temperatura di ebollizione del solvente.

Alcuni altri inconvenienti diventano progressivamente più pronunciati quando le dimensioni della pila diventano minori ed impongono un limite alla miniaturizzazione di sistemi tradizionali di pile ad elettrolita acquoso. Così, se il futuro anche prossimo porta a ricercare pile considerevolmente più piccole, l'industria delle batterie sarà costretta ad individuare elettroliti notevolmente più immobili di quelli ora in uso.

I problemi che tali pile sono chiamate a risolvere possono essere di natura diversa: essi vanno dalle applicazioni aerospaziali, che hanno notevolmente contribuito a sollecitare gli studi sulla realizzazione di elementi ad elevata energia specifica con la possibilità di erogare energia per lunghe durate di tempo con deboli intensità di corrente, alle applicazioni militari, a quelle elettroniche che richiedono in genere una costruzione estremamente miniaturizzata.

Le pile con elettrolita solido rispondono ampiamente ai requisiti esposti in quanto offrono tempi di immagazzinamento praticamente infiniti, estreme miniaturizzazioni e utilizzazioni in un vasto campo di temperatura.

È quindi giustificabile il rinnovato interesse, in quest'ultimo periodo di tempo, per questo tipo di pile che ha coinciso con la scoperta di elettroliti solidi ad elevata conducibilità e con una migliore comprensione del meccanismo di trasporto in questi materiali solidi ionici.

Una pila a stato solido consiste essenzialmente di una

lamina di elettrolita solido compresso tra due elettrodi anch'essi allo stato solido.

## ELETTROLITI SOLIDI.

Un materiale ionico cristallino può essere usato come elettrolita in una pila qualora possieda alcune caratteristiche fondamentali quali una elevata conducibilità ionica, una conducibilità elettronica trascurabile, buone proprietà meccaniche e stabilità chimica nel tempo.

L'esistenza di alcuni composti solidi cristallini con la possibilità di funzionare da elettroliti è nota fin dall'inizio del 1900 [1]. Da misure di trasporto è stato da tempo stabilito che la conducibilità di questi composti è dovuta esclusivamente a moti di ioni nell'interno del cristallo. Questi moti sono resi possibili dall'esistenza nel cristallo di un certo numero di difetti reticolari costituiti da vacanze — dove gli ioni sono rimossi dalle posizioni normalmente occupate — e da ioni che occupano posizioni interstiziali.

Schematicamente, in questo tipo di solidi cristallini esiste un reticolo rigido aperto, formato da ioni nelle loro posizioni stabili di minima energia, entro il quale sono liberi di muoversi altri ioni nei vuoti creati dai difetti reticolari.

Il caso più comune di difetti cristallini si verifica quando un atomo viene sottratto dal cristallo per formare una vacanza.

Teoricamente, l'energia di formazione di una vacanza può essere valutata immaginando che un atomo venga rimosso dall'interno del cristallo, rompendo un certo numero di legami e quindi, posto sulla superficie, ristabilisca un piccolo numero di legami. Due vacanze formate in questo modo sono mostrate in fig. 1 a).

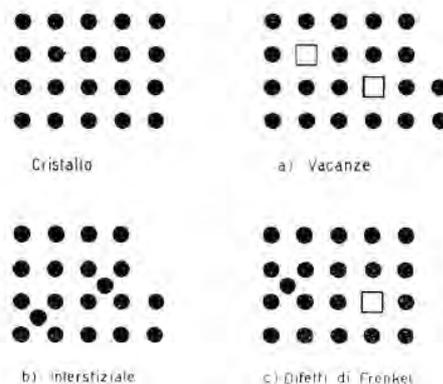


Fig. 1. — Difetti reticolari.

Un altro tipo di difetti si verifica quando gli atomi sono rimossi dalla superficie e posti in posizione interstiziale come mostrato in fig. 1 b). Il cristallo sarà in un certo modo distorto intorno all'atomo interstiziale e questa distorsione dipenderà principalmente dall'energia re-

(\*) Prof. ing. MARIO DE ROSSI, Incaricato di Misure Elettriche presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Roma.

Prof. dott. BRUNO SCROSATI, Incaricato di Misure Elettriche presso la Facoltà di Scienze dell'Università di Roma.

pulsiva e dallo spazio disponibile negli interstizi della struttura.

È possibile inoltre la combinazione di atomi interstiziali con vacanze — come mostrato in fig. 1 c — che origina i difetti detti di Frenkel. Ovviamente l'energia di formazione di un difetto di Frenkel è data dalla somma dell'energia di formazione dell'atomo interstiziale e di quella della vacanza.

I difetti descritti possono venire generati nell'interno del cristallo da vibrazioni termiche ed il tipo predominante dipenderà dalla relativa energia di formazione.

Un numero in eccesso di difetti si può formare in diversi modi; ad esempio, mediante raffreddamento rapido da alta temperatura o bombardamento con particelle nucleari quali protoni o neutroni. In particolare, particelle veloci possono produrre atomi disposti come mostrato in fig. 1 c, in seguito a collisione diretta, se la loro energia è abbastanza elevata o in seguito ad effetti di riscaldamento locale.

È da tener presente inoltre che atomi estranei interstiziali possono a volte essere introdotti nel cristallo per diffusione dalla superficie. La quantità di impurezze che una sostanza può ricevere in tal modo dipende dalla temperatura e da fattori dimensionali.

Nel caso di composti binari, quali ad esempio NaCl e, in generale, gli alogenuri alcalini, i vari difetti si verificano a coppie in modo da mantenere il rapporto stechiometrico dei componenti. Va anche considerato che difetti di un'unica specie ionica lascerebbero il cristallo carico o produrrebbero elevati campi elettrici tra l'interno e la superficie del cristallo. Di conseguenza in questi composti devono verificarsi vacanze ioniche positive e negative a coppie in modo da mantenere l'elettroneutralità. Una coppia di tali vacanze, nota quale difetto di Schottky, è mostrata in fig. 2 a. Un difetto del tipo Frenkel è mostrato in fig. 2 b.

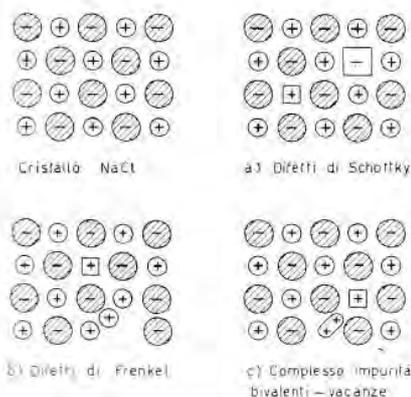


Fig. 2. — Difetti reticolari in un cristallo ionico.

Un'altra importante specie di difetti si verifica quando impurezze consistenti in ioni bivalenti, quali ad esempio  $Cd^{++}$ ,  $Ca^{++}$ ,  $Sr^{++}$ , entrano nel reticolo sostituendo ioni  $Na^+$  del cristallo. Questo processo origina di conseguenza vacanze ioniche positive per neutralizzare la carica extra delle impurezze (fig. 2 c).

Negli alogenuri di argento, che sono tra i migliori elettroliti solidi, predominano i difetti di Frenkel con possibili eccezioni a temperature molto vicine ai punti di fusione, come è stato accertato dalla determinazione dei parametri cristallini mediante misure di diffrazione ai raggi X ad alta temperatura [2]. Infatti confrontando i

parametri cristallini con la massa e il volume di un campione è possibile distinguere tra i disordini di Frenkel e quelli di Schottky, in quanto la densità del cristallo varia al variare della concentrazione dei difetti di Schottky ma non di quella dei difetti di Frenkel, perlomeno in prima approssimazione, come è stato messo in evidenza recentemente mediante misure su AgCl [3].

Inoltre va anche considerato il fatto che i due tipi di disordine influenzano in maniera diversa il calore specifico. La predominanza dei difetti di Frenkel negli alogenuri di argento è in accordo con l'osservato aumento del calore specifico nelle vicinanze del punto di fusione [4, 5].

Nel caso particolare dello ioduro di argento, uno degli elettroliti solidi più comuni, saranno presenti quindi degli ioni liberi di muoversi nel cristallo, e precisamente gli ioni  $Ag^+$ , per la presenza di difetti reticolari del tipo Frenkel (fig. 3).

Sotto l'azione di un campo elettrico gli ioni  $Ag^+$  si orientano verso il polo negativo (fig. 4) e se i due elettrodi a contatto con il campione di AgI sono di argento, atomi di argento entreranno come ioni nel cristallo al polo positivo mentre al negativo si depositeranno atomi di argento prelevati come ioni dal cristallo (fig. 5). In tal caso gli ioni argento fungono da trasportatori di corrente, assicurando la conducibilità ionica attraverso il cristallo, e la legge di Faraday viene seguita, come mostrato sperimentalmente [6].

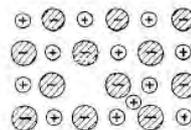


Fig. 3. — Difetti reticolari in AgI.

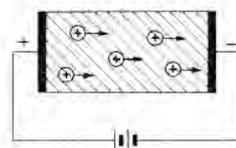


Fig. 4. — Effetto di un campo elettrico su AgI.

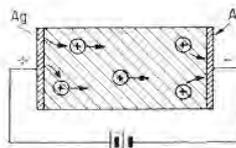


Fig. 5. — Ioni  $Ag^+$  come trasportatori di corrente in AgI.

Nel caso di AgCl e AgBr è stato riscontrato analogo comportamento [7] e quindi gli alogenuri di argento presentano una conducibilità dovuta a movimento di ioni attraverso il cristallo. Dato che il numero di trasporto positivo negli alogenuri è pari all'unità sia a temperatura ambiente sia ad alta temperatura [8, 9], gli ioni mobili sono individuabili come quelli  $Ag^+$ .

La mobilità degli ioni  $Ag^+$  e, conseguentemente, la conducibilità, dipendono dalla temperatura. Nella fig. 6 viene riportata la curva della conducibilità di AgBr in funzione della temperatura per tre campioni diversi. Precisamente, la curva (a) si riferisce ad un campione ad alta purezza, la

curva (b) ad uno contenente lo 0,028 % in mole di  $\text{CdBr}_2$  e la curva (c) ad un altro contenente lo 0,12 % in mole di  $\text{CdBr}_2$  [10].

Dall'esame della curva si nota come, per un certo campo di temperatura al di sotto del punto di fusione, la conducibilità è caratteristica della sostanza pura. Ad una temperatura molto inferiore al punto di fusione, dipendendo il valore di questa temperatura dal particolare campione, si verifica una brusca variazione nella curva di conducibilità il cui andamento ancora varia considerevolmente da campione a campione. Questo fenomeno può essere spiegato ammettendo che ad alta temperatura il numero dei difetti è determinato da equilibri termici mentre a temperature più basse il numero di difetti può dipendere dalla quantità di impurezze presenti.

Nel campo delle alte temperature la relazione che lega la conducibilità specifica  $\chi$  con la temperatura  $T$  è:

$$(1) \quad \chi = \chi^0 e^{-E/KT}$$

dove:

$K$  = costante di Boltzmann ( $8,625 \cdot 10^{-5}$  ev);

$E$  = energia di attivazione di conduzione (ev);

$T$  = temperatura assoluta ( $^{\circ}\text{K}$ );

$\chi^0$  = costante determinabile sperimentale ( $\text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$ ).

I valori di  $\chi^0$  e di  $E$  per gli alogenuri di argento sono riportati in tab. 1 insieme alla temperatura di fusione,  $T_f$ , ed alla conducibilità specifica misurata al punto di fusione.

La relazione (1) è valida solo per il campo delle alte temperature e un tentativo di calcolare la conducibilità degli alogenuri di argento a temperatura ambiente mediante la (1) comporterebbe una notevole inesattezza.

Nella tab. 2 infatti sono riportate le conducibilità degli alogenuri di argento determinate in base alla formula (1) ed in base ai dati di tab. 1 e confrontati con i valori ottenuti sperimentalmente. I due valori si discostano di pa-

TABELLA 1. - Valori della costante  $\chi^0$ , dell'energia di attivazione  $E$  e della conducibilità specifica  $\chi_f$  al punto di fusione per gli alogenuri di argento.

Alogenuro	$\chi^0$ ( $\text{ohm. cm}^{-1}$ ) <sup>-1</sup>	$E$ (ev)	$T_f$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\chi_f$ ( $\text{ohm. cm}^{-1}$ ) <sup>-1</sup>	Rifer.
Ag Cl(*)	$3,0 \cdot 10^4$	0,80	455	$9,0 \cdot 10^{-2}$	[38]
Ag Br(*)	$1,8 \cdot 10^5$	0,78	422	$4,0 \cdot 10^{-1}$	[38]
$\alpha$ Ag I	5,5	0,052	555	2,5	[6]
$\beta$ Ag I	$3,9 \cdot 10^6$	0,83			[6]

(\*) Cristallo singolo.

recchi ordini di grandezza a temperatura ambiente mentre sono in accordo ad alte temperature.

Questo risultato è spiegabile sulle basi del grafico di fig. 6 in cui si notano, come detto, due regioni ben precise: quella intrinseca ad alta temperatura e quella estrinseca a bassa temperatura. Il fatto che la regione a bassa temperatura sia estrinseca nasce dalla dipendenza della conducibilità dalle impurezze come mostrato nelle curve b) e c). Ne risulta che generalmente il fattore strutturale preesponentiale  $\chi^0$  della (1) nella regione estrinseca

TABELLA 2. - Conducibilità specifiche sperimentali e calcolate in base alla (1) degli alogenuri di argento a varie temperature.

Alogenuri di Ag	$t$ ( $^{\circ}\text{C}$ )	$\chi$ sper. ( $\text{ohm. cm}^{-1}$ ) <sup>-1</sup>	Rifer.	$\chi$ calc. ( $\text{ohm. cm}^{-1}$ ) <sup>-1</sup>
Ag Cl	25	$1 \cdot 10^{-7}$	[39]	$8,8 \cdot 10^{-10}$
Ag Cl	400	0,026	[6]	0,031
Ag Br	25	$3 \cdot 10^{-7}$	[40]	$7,7 \cdot 10^{-9}$
Ag Br	400	0,38	[6]	0,26
$\beta$ Ag I	25	$2 \cdot 10^{-6}$	[21]	$3,6 \cdot 10^{-8}$
$\alpha$ Ag I	500	2,52	[6]	2,52

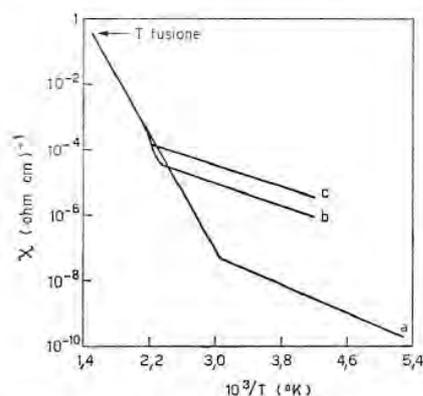


Fig. 6. — Conducibilità specifica in funzione della temperatura per tre campioni diversi di Ag Br [10].

è notevolmente diverso dai valori di  $\chi^0$  relativi alla regione intrinseca riportati nella tab. 1. Apparentemente, una larga frazione di ioni del cristallo partecipa al trasporto ad alta temperatura mentre solo una piccola frazione ne contribuisce a bassa temperatura.

La conducibilità specifica di AgCl puro ha un andamento con la temperatura simile a quello mostrato da AgBr mentre la curva relativa ad AgI presenta un punto di discontinuità (vedi fig. 7). A circa  $145^{\circ}\text{C}$  infatti la conducibilità di AgI varia bruscamente da circa  $3,4 \cdot 10^{-4} \text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$  a circa  $1,3 \text{ohm}^{-1} \text{cm}^{-1}$ . Ciò è messo in relazione alla modificazione che lo ioduro di argento subisce a  $145,8^{\circ}\text{C}$  [11]. Al di sotto di tale temperatura è stabile infatti la forma  $\beta$  esagonale poco conduttrice, al di sopra la forma  $\alpha$  cubica molto conduttrice.

Come messo in evidenza in precedenza, gli elettroliti solidi di possibile impiego in una pila non devono presentare conducibilità elettronica che porterebbe ad una autoscarica della pila stessa. Gli alogenuri di argento cadono in questa categoria in quanto non vi sono evidenze di concentrazioni importanti di difetti accettori o donatori di elettroni escluso il caso in cui questi materiali siano in contatto con alogeni [12].

L'esperimento più probante per l'assenza di conducibilità elettronica in questi composti è dato dallo studio dell'effetto Hall. Come noto l'effetto Hall consiste nell'originarsi di un gradiente di potenziale attraverso un conduttore trasportatore di corrente situato in un campo magnetico. La direzione del gradiente di potenziale è normale sia alla corrente sia alla componente del campo magnetico che è a sua volta perpendicolare alla corrente.

Elettroni mobili o lacune dovrebbero presentare un effetto Hall misurabile mentre difetti ionici dovrebbero comportare un piccolo o addirittura nullo effetto Hall.

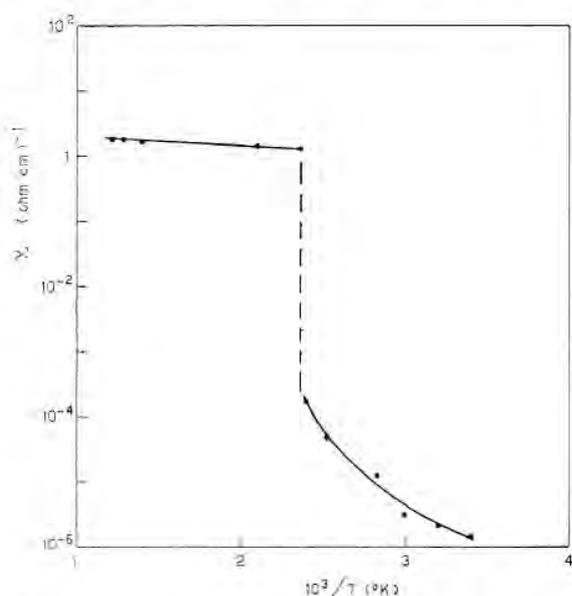


Fig. 7. — Conducibilità specifica di AgI in funzione della temperatura [6, 21].

La differenza risiede nel fatto che gli elettroni della banda di conduzione sono più o meno liberi e possono essere deflessi dalla forza di Lorentz dovuta al campo magnetico. I difetti ionici invece si muovono in seguito a processi di salti attivati termicamente, processi quest'ultimi che non sono facilmente influenzati da un campo magnetico. Inoltre le mobilità dei due tipi di trasportatori, elettronici e difetti ionici, presentano una dipendenza opposta con la temperatura e, precisamente, la mobilità elettronica decresce al crescere della temperatura mentre quella ionica cresce.

L'effetto Hall è stato accuratamente ricercato negli alogenuri alcalini, anche ad alta temperatura, senza successo [13] e, di conseguenza, questi composti possono venire classificati tra i conduttori ionici perfetti.

La misura sperimentale della conducibilità specifica degli alogenuri di argento, e, in generale, degli elettroliti solidi in cui lo ione mobile sia  $Ag^+$ , può venire eseguita comprimendo il campione tra due elettrodi di argento (secondo un dispositivo del tipo indicato in fig. 8) connessi ad un ponte di conducibilità alimentato in corrente alternata generalmente a 1000 Hz.

Fenomeni resistivi di contatto possono però verificarsi nella interfase elettrodo-elettrolita, comportando inesattezze nelle misure di conducibilità. Questo tipo di inconveniente viene generalmente ridotto mediante l'uso di elettrodi di argento amalgamato. L'amalgama degli elettrodi ha condotto alla determinazione, nel caso dello ioduro di argento, di un valore della conducibilità specifica a temperatura ambiente pari a circa  $10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  [14], superiore cioè di due ordini di grandezza a quella determinata con elettrodi non amalgamati (vedi tab. 6).

L'uso di elettrodi amalgamati fornisce inoltre valori di conducibilità specifica riproducibili, indipendenti dallo spessore, in accordo con la legge di Ohm (vedi tab. 3), e dalla frequenza (vedi tab. 4).

La pressione di compressione del campione ha invece un effetto sensibile, come mostrato in tab. 5. L'improvviso decadimento della conducibilità, osservato a 25 °C a

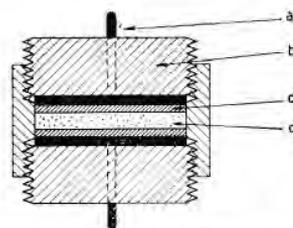


Fig. 8. — Cella di misura della conducibilità di elettroliti solidi dove: a) contatti esterni; b) involucro esterno; c) elettrodi di argento; d) pasticca di elettrolita.

pressioni superiori a 843 kg/cm<sup>2</sup>, viene associato ad una ulteriore modificazione di AgI, cioè di una forma  $\gamma$  poco conduttrice [14].

Da quanto finora esposto risulta chiaro come gli alogenuri di argento — e in particolare lo ioduro di argento — ben si inquadrano nella categoria degli elettroliti solidi. Ad una conducibilità totalmente ionica questi materiali uniscono infatti buone proprietà meccaniche e sono di facile manipolazione. Il maggior inconveniente degli alogenuri di argento risiede nella conducibilità specifica che, anche nel migliore dei casi, non supera, a temperatura ambiente, il valore di  $10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  (vedi tab. 2).

TABELLA 3. — Conducibilità specifica a 25 °C di campioni di AgI con diverso spessore [14].

Spessore (cm)	Conducibilità specifica ( $\text{ohm} \cdot \text{cm}^{-1}$ )
0,098	$1,48 \cdot 10^{-4}$
0,194	$1,50 \cdot 10^{-4}$
0,383	$1,54 \cdot 10^{-4}$
0,767	$1,50 \cdot 10^{-4}$

TABELLA 4. — Conducibilità specifica in  $(\text{ohm} \cdot \text{cm})^{-1} \cdot 10^{-4}$  a diverse frequenze e con diversi elettrodi di campioni di AgI con diverso spessore [14].

Elettrodi	Ag (amalgam.)	Ag (vernice)	Ag (evaporato)			
	Spessore campione (cm)					
	0,384	0,763	0,385	0,672	0,383	0,763
Frequenza (Hz)						
100	1,54	1,53	1,00	1,29	1,43	1,46
300	—	—	1,35	1,51	1,45	1,52
1 000	1,54	1,53	1,46	1,58	1,44	1,56
3 000	—	—	1,50	1,60	—	1,58
10 000	1,54	1,53	1,52	1,60	1,48	1,59
100 000	1,54	1,54	1,54	1,58	1,48	1,62
300 000	—	—	1,55	1,61	1,49	1,62
1 000 000	1,55	1,52	1,58	1,62	1,50	1,63

Di conseguenza, la resistenza interna di una pila a stato solido avente come elettrolita uno degli alogenuri di argento, risulta molto elevata, limitando le prestazioni della pila stessa nel campo dei microwatt. È logico che l'attenzione di molti ricercatori si sia orientata, specie in questi ultimi anni, nella ricerca di elettroliti solidi ad elevata conducibilità in modo da realizzare pile a stato solido con prestazioni comparabili a quelle fornite dai comuni sistemi acquosi.

Recentemente Takahashi e Yamamoto [15] hanno descritto un elettrolita solido del tipo  $Ag_3SI$ , ottenuto riscaldando a  $550^\circ C$  una miscela costituita da quantità equimolecolari di  $Ag_2S$  e  $AgI$ . Il composto è di color nero, ha struttura cubica semplice e fonde a  $700^\circ C$ .

La conducibilità specifica di  $Ag_3SI$  è pari a circa  $10^{-2} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  con un meccanismo di conduzione simile a quello di  $AgI$ , dovuto cioè al solo movimento di ioni  $Ag^+$ , il cui numero di trasporto è pari a 0,977.

Sfortunatamente  $Ag_3SI$  sembra possedere una certa conducibilità elettronica sul cui valore esistono delle discordanze in letteratura essendo riportato pari a  $10^{-8}$  [15],  $10^{-6}$  [16] e  $10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  [17]. La ragione di ciò risiede probabilmente nel fatto che la conducibilità elettronica varia notevolmente al variare della quantità di impurezze presenti nella sostanza e dal suo metodo di preparazione. Infatti  $Ag_2S$  ha la tendenza a decomporsi in  $S$  ed  $Ag$  metallico che influisce sensibilmente sulla componente elettronica della conducibilità [15]. È chiaro che i valori di conducibilità elettronica dell'ordine di  $10^{-4} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  sono indesiderabili dal punto di vista della stabilità di un eventuale pila a stato solido utilizzando  $Ag_3SI$  come elettrolita.

Più recentemente Bradley e Greene [18] e, successivamente, Owens e Argue [19] hanno descritto una nuova classe di elettroliti solidi del tipo  $MAG_4I_5$  dove  $M$  può essere  $K$ ,  $Rb$  e  $NH_4$ , rispettivamente. Questi composti presentano a  $25^\circ C$  una conducibilità specifica elevatissima, dovuta ai soli ioni argento, ed una conducibilità elettronica trascurabile.

Ad esempio, i valori della conducibilità specifica di  $RbAg_4I_5$  determinati sperimentalmente da Bradley e Greene [18], da Owens e Argue [19] e da De Rossi, Pistoia e Scrosati [20] sono riportati in tab. 6.

Gli elevati valori della conducibilità di questi elettroliti solidi, paragonabili a quelli presentati dalle soluzioni acquose concentrate, sono spiegabili sulla base della particolare struttura dei composti del tipo  $MAG_4I_5$ .

TABELLA 5. - Conducibilità specifica di  $AgI$  in funzione della pressione di compressione a  $25^\circ C$  [14].

Pressione di compressione (kg/cm <sup>2</sup> )	$\chi$ (ohm. cm) <sup>-1</sup>
140	0,65
281	1,23
421	1,36
562	1,37
702	1,48
843	1,55
983	0,89
1220	0,74

TABELLA 6. - Conducibilità specifica (a  $25^\circ C$ ) di elettroliti solidi nei quali lo ione mobile è  $Ag^+$ .

Elettrolita	$\chi$ (ohm. cm) <sup>-1</sup>	$\chi$ (elett. amalg.) (ohm. cm) <sup>-1</sup>	Rifer.
$AgI$	$2,7 \cdot 10^{-4}$		[21]
$AgI$		$1,5 \cdot 10^{-4}$	[14]
$Ag_3SI$	0,01		[41]
$RbAg_4I_5$	0,12		[18]
$RbAg_4I_5$	0,21		[19]
$RbAg_4I_5$		0,25	[20]

Un'indagine sulla struttura di  $RbAg_4I_5$  fatta da Bradley e Greene [22] ha rilevato, infatti, per questo composto, una struttura cubica. La cella unitaria è costituita da quattro ioni  $Rb^+$ , sedici ioni  $Ag^+$  e venti ioni  $I^-$ . Il reticolo « rigido » della cella è costituito dagli ioni  $Rb^+$  e  $I^-$  che, data la loro particolare posizione spaziale, creano 72 spazi interstiziali di dimensioni abbastanza simili nei quali si possono trovare gli ioni  $Ag^+$ , liberi, in modo tale che la probabilità che uno di questi spazi sia occupato da uno ione è pari a  $16/72$ .

La struttura proposta e la distribuzione irregolare degli ioni  $Ag^+$  entro un numero di spazi interstiziali, è compatibile con l'elevata mobilità di  $Ag^+$  e l'elevato valore entropico del composto. L'entropia associata con la distribuzione del tutto irregolare di 16 ioni in 72 spazi (circa 20 unità entropiche, 1 u.e. = 1 cal/ $^\circ C$ ) è approssimativamente due volte maggiore dell'entropia di formazione del composto a partire dai due ioduri costituenti.

Analoghe considerazioni valgono anche per  $KAg_4I_5$  e  $NH_4Ag_4I_5$ . È da tener presente, però, che, sempre in base alle osservazioni di Bradley e Greene, questi due composti a temperatura ambiente si disproportionano lentamente in  $AgI$  e  $K_2AgI_3$  e in  $AgI$  e  $(NH_4)_2AgI_3$ , rispettivamente.

Bradley e Greene trovarono per  $KAg_4I_5$  a  $38^\circ C$ , che costituisce la più bassa temperatura alla quale il composto è termodinamicamente stabile, un valore di conducibilità specifica pari a  $0,06 \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$  e per  $NH_4Ag_4I_5$  un valore leggermente inferiore. È da tener presente, però, che in quest'ultimo caso, le misure non erano troppo attendibili a causa della decomposizione.

Il fatto che la conducibilità dei composti tipo  $MAG_4I_5$  sia dovuta alla migrazione dei soli ioni  $Ag^+$  è stato dimostrato da misure di numeri di trasporto durante le quali non veniva osservato nessun cambiamento nella composizione dell'elettrolita sia nella regione anodica sia in quella catodica [23]. Inoltre in una cella costituita da  $RbAg_4I_5$  pressato tra elettrodi di argento, la quantità di carica passata corrispondeva alla quantità di argento perduta dall'anodo [23]. Queste osservazioni portano a concludere che la conducibilità non è dovuta a migrazione di ioni  $Rb^+$  o di ioni negativi o di elettroni, ma solamente alla migrazione degli ioni  $Ag^+$  che, d'altronde, sono i più piccoli ioni presenti. Il valore leggermente inferiore della mobilità ionica osservato in  $KAg_4I_5$  rispetto a quello riscontrato in  $RbAg_4I_5$ , può venire messo in relazione con il reticolo più rigido del primo composto rispetto al secondo. Gli ioni  $Rb^+$  e  $I^-$  sono leggermente più distanziati

che non  $K^+$  e  $I^-$  nei rispettivi reticoli, come rilevabile sperimentalmente dei valori dei punti di fusione:

$$[T_{f(RbAg_4I_5)} = 228^\circ C; T_{f(KAg_4I_5)} = 253^\circ C].$$

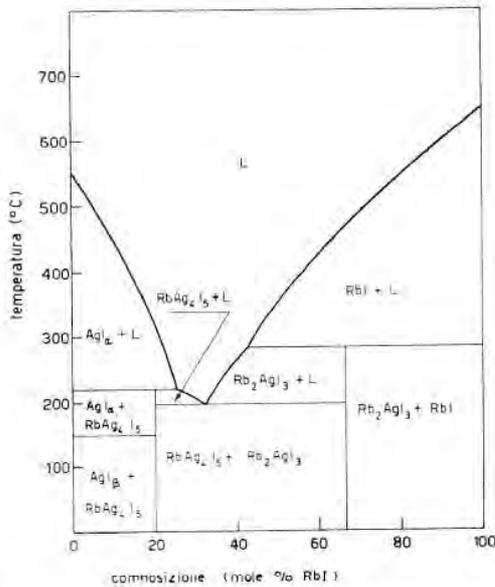


Fig. 9. — Diagramma di fase del sistema RbI—AgI [18].

I composti descritti si ottengono combinando le quantità stechiometriche di AgI e dello ioduro alcalino, fondendo la mistura e poi raffreddandola rapidamente [19]. Eseguendo la preparazione sotto vuoto vengono eliminate tutte le possibili impurezze volatili senza modificare la composizione del prodotto finale. Il metodo di preparazione sotto vuoto migliora ulteriormente la conducibilità di  $RbAg_4I_5$  come è stato dimostrato da De Rossi, Pistoia e Scrosati [20] (vedi tab. 6). A titolo di esempio viene riportato il diagramma di fase del sistema RbI—AgI (figura 9), il quale mostra la presenza di due composti a punto di fusione incongruente:  $RbAg_4I_5$  ( $228^\circ C$ ) e  $Rb_2AgI_3$  ( $298^\circ C$ ) entrambi stabili a temperatura ambiente. L'eutettico si trova a  $197^\circ C$  con il 30 % di RbI. Mentre si riscontra una elevata conducibilità per  $RbAg_4I_5$  non altrettanto si verifica per  $Rb_2AgI_3$ . Il punto di transizione  $\beta \rightarrow \alpha$  in AgI viene abbassato di circa  $2^\circ C$  dalla presenza di RbI [18].

La famiglia di composti  $MAg_4I_5$  è limitata, come detto, per  $M = K, Rb, NH_4$ . Questa limitazione appare essere principalmente dovuta a fattori sterici. Infatti se  $M^+$  è troppo piccolo (ad es.  $Na^+$  avente raggio ionico pari a  $1,01 \text{ \AA}$ ) [24] l'energia di reticolo di MI è troppo alta per permettere la formazione di qualche composto intermedio tra MI e AgI. Se  $M^+$  è troppo grande ( $Cs^+ = 1,72 \text{ \AA}$ ) [24] si formano di preferenza composti del tipo  $M_2AgI_3$  piuttosto che quelli del tipo  $MAg_4I_5$ . Solo in una situazione intermedia ( $K^+ = 1,32 \text{ \AA}$ ,  $Rb^+ = 1,46 \text{ \AA}$ ,  $NH_4^+ = 1,54 \text{ \AA}$ ) [24] il composto  $MAg_4I_5$  è stabile.

Da rilevare inoltre che il tallio forma in modo anomalo un composto del tipo  $TlAgI_2$  sebbene il raggio ionico ( $Tl^+ = 1,45 \text{ \AA}$ ) [24] sia vicino a quello del rubidio. Non si trova, inoltre, nessun bromuro analogo a  $MAg_4I_5$  e questo sembra dovuto a differenze di struttura tra AgBr e AgI [25].

Date le interessanti proprietà di questa nuova classe di elettroliti, è stata intrapresa, presso il nostro Labora-

torio, una ricerca sistematica sulle loro caratteristiche, anche e soprattutto in vista di poterli utilizzare in un elemento galvanico a stato solido.

La conducibilità specifica di  $RbAg_4I_5$  è stata determinata mediante l'uso di una cella il cui schema è riportato in fig. 10, in cui l'elettrolita, compresso in pastiglie, è posto tra due elettrodi di argento amalgamati. La cella veniva accuratamente stabilizzata alla temperatura vo-

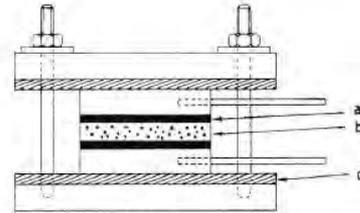


Fig. 10. — Cella di misura della conducibilità di  $RbAg_4I_5$  ad alte temperature, dove: a) elettrodi di argento amalgamati; b) pasticca di elettrolita; c) isolamento in mica.

luta e la misura eseguita mediante un ponte di conducibilità della Tinsley, tipo 4896, con un'incertezza nelle misure pari a  $\pm 0,05 \text{ ohm}$ .

L'andamento della conducibilità con la temperatura è mostrato in fig. 11. La curva di decomposizione di  $RbAg_4I_5$  a  $25^\circ C$ , ottenuta su un campione di spessore  $0,15 \text{ cm}$  e di diametro  $1 \text{ cm}$  compresso da due elettrodi di platino circolari (diametro ca.  $1 \text{ cm}$ ), è riportata in fig. 12. Il potenziale di decomposizione dell'elettrolita è pari a  $0,68 \text{ V}$  a  $25^\circ C$ . La conducibilità elettronica è del tutto trascurabile ( $\sim 10^{-9} \text{ ohm}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), come ricavabile dalla fig. 13.

La conducibilità specifica è risultata quindi indipendente dallo spessore dei campioni, dimostrando che, nell'intervallo considerato, l'elettrolita segue la legge di Ohm.

Dall'esame delle caratteristiche di  $RbAg_4I_5$  risulta chiaro come il suo uso in una pila a stato solido possa contribuire a risolvere il problema della resistenza interna, come verrà in avanti chiarito.

#### PILE A STATO SOLIDO.

L'interesse delle pile a stato solido come fonti di energia si è sviluppato intorno al 1950 quando Lehoc e Broder [26] e Van der Grinten [27] mostrarono le possibilità operative di tali celle.

A Lehoc e Broder [26] si deve, infatti, una batteria formata da un anodo di argento, AgI come elettrolita ed un catodo costituito da una miscela di iodio e grafite. La cella, a temperatura ambiente, fornisce densità di corrente dell'ordine dei  $\mu A/cm^2$ . La f.e.m. è di  $0,7 \text{ V}$ . Gli Autori realizzarono anche un elemento ad alta temperatura, per sfruttare l'elevata conducibilità offerta dalla modificazione  $\alpha$  dello AgI, mediante un sistema del tipo:



nel quale il processo elettromotore è il seguente:



La cella presenta, a  $200^\circ C$ , una f.e.m. di  $0,2 \text{ V}$  e fornisce densità di corrente pari a  $0,18 \text{ A/cm}^2$  con un tempo di mantenimento di carica relativamente breve, pari cioè a 100 minuti.

Nel 1958 Weininger costruì una cella, così detta granulare, costituita cioè da un granulo di ioduro di argento,

di diametro variante da 0,075 a 0,15 cm, ottenuto fondendo AgI in una corrente di azoto [28]. I due elettrodi,

riscaldamento e conseguente fusione locale del solido. La cella veniva attivata applicando un potenziale esterno

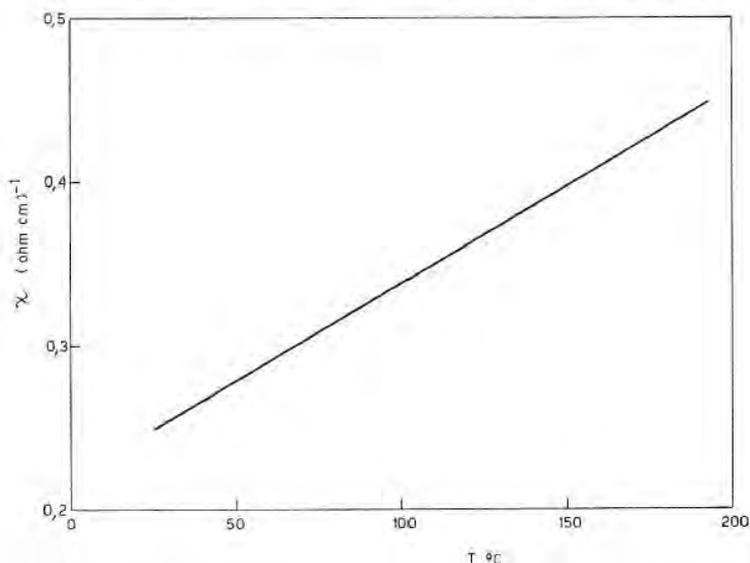


Fig. 11. — Conducibilità specifica di  $Rb Ag_4 I_5$  in funzione della temperatura.

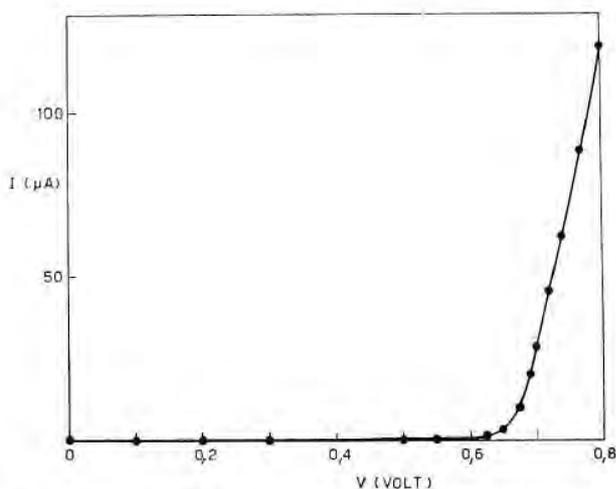


Fig. 12. — Curva di decomposizione di  $Rb Ag_4 I_5$  a  $25\text{ }^\circ\text{C}$  ottenuta con elettrodi di platino di superficie  $0,75\text{ cm}^2$  e con un campione di elettrolita di  $0,15\text{ cm}$  di spessore.

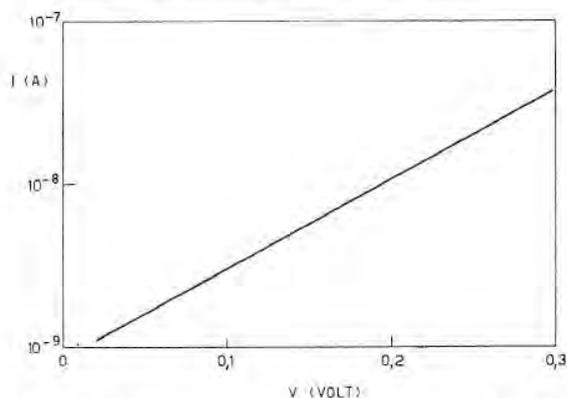
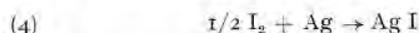


Fig. 13. — Curva corrente-tensione per un campione di  $Rb Ag_3 I_6$  (spessore  $0,15\text{ cm}$ ) compresso tra due elettrodi di platino (superficie  $0,75\text{ cm}^2$ ).

formati da un filo di argento ed uno di tantalio, rispettivamente, erano inseriti nel granulo di elettrolita mediante

maggiore di  $0,685\text{ V}$ , che è il potenziale di decomposizione dello  $AgI$  a temperatura ambiente. Ne consegue che l'argento si deposita sul catodo e vapori di iodio si producono all'anodo, caricando così la cella. Durante la scarica si verifica il processo opposto e cioè:



Successivamente lo stesso Weininger [29] realizzò una cella del tipo:



operante in un campo di temperatura da  $150\text{ }^\circ\text{C}$  a  $550\text{ }^\circ\text{C}$  e dove la massa catodica era composta da iodio o da un sistema chimico in grado di fornire iodio ad alta temperatura come, ad esempio, polioduro di cesio.

Nel 1959 Smyth descrisse una pila del tipo:



formata da un anodo di argento su cui veniva depositato un film di  $AgCl$  di pochi micron di spessore [30]. Il catodo era costituito da una mistura di  $KICl_4$  e grafite.  $KICl_4$ , per disproporzionazione, è in grado di fornire cloro. Di conseguenza, il processo elettromotore della cella (6) risulta:



Le caratteristiche di questa ed altre pile utilizzanti alogenuri di argento come elettroliti solidi sono riportate in tab. 7, dall'esame della quale emerge il loro maggiore inconveniente consistente nell'elevato valore della resistenza interna. Il primo tentativo di superare questo inconveniente si deve a Takahashi e Yamamoto [15] che nel 1966 realizzarono una pila del tipo:



utilizzando  $Ag_3 SI$  come elettrolita il quale, come precedentemente riportato, possiede una conducibilità specifica molto più elevata di  $AgI$  (vedi tab. 6).

La resistenza interna della cella (8), costituita da un elettrolita dello spessore di  $0,15\text{ cm}$ , era di  $10\text{ ohm}$  e non

TABELLA 7. - Caratteristiche di pile a stato solido utilizzanti alogenuri di argento come elettroliti.

Riferimenti	Tipo di pila	Densità di corrente	F.e.m. (V)	Tempo man. car.	Temperatura (°C)	Capacità	Volume (cm <sup>3</sup> )	Resistenza interna (ohm)	Corrente di cortocircuito
Lehovec e Broder [26]	Ag/Ag I/I <sub>2</sub> , C	100 μA/cm <sup>2</sup>	0,68	—	25	—	—	—	—
Idem . . . . .	Ag/Ag I, Ag <sub>2</sub> S/S, C	0,18 A/cm <sup>2</sup>	0,20	100min.	200	—	—	—	—
Weininger [28] . . . .	Ag/Ag I/I <sub>2</sub> , Ta (gran)	1,4 μA/cm <sup>2</sup>	0,68	1 anno	25	0,145 coulomb	10 <sup>-3</sup>	7 · 10 <sup>5</sup>	—
Weininger [29] . . . .	Ag/Ag I/I <sub>2</sub> , Ta	0,3 μA/cm <sup>2</sup>	0,67	—	150 ÷ 550	10 mAh	90 · 10 <sup>-4</sup>	40 (170 °C)	18 mA
Smyth [30] . . . . .	Ag/Ag Cl/Cl <sub>2</sub>	1 μA/cm <sup>2</sup>	1,04	20 anni	25	2 coulomb	0,24	10 <sup>6</sup>	15-30 μA/cm <sup>2</sup>
General Electric Co. [42]	Ag/Ag Br/Cu Br <sub>2</sub>	—	0,74	—	25	—	—	4,2 · 10 <sup>7</sup>	7 μA/cm <sup>2</sup>
Nation. Carbon Co. [42]	Ag/Ag I/V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	0,46	—	25	—	—	4,2 · 10 <sup>5</sup>	—
Patterson Moos Research [42] . . . . .	Ag/Ag Br-Te/Cu Br <sub>2</sub>	—	0,79	—	25	—	—	—	30 μA/cm <sup>2</sup>

vi erano quindi apprezzabili cadute di tensione fino a densità di corrente di 100 μA/cm<sup>2</sup> (vedi tab. 8).

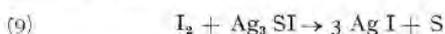
La polarizzazione che si verificava a più elevate densità di corrente, era essenzialmente dovuta all'anodo di argento ma poteva venir ridotta notevolmente mediante amalgama. La cella poteva essere scaricata a 1 mA/cm<sup>2</sup> per tre o quattro ore con una curva di scarica piuttosto piatta.

Nonostante molti autori ritengano che Ag<sub>3</sub>SI possieda una elevata conducibilità elettronica, la cella (8) sembrò possedere un tempo di mantenimento della carica per più di un anno.

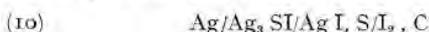
TABELLA 8. - Caratteristiche della pila Ag/Ag<sub>3</sub>SI/I<sub>2</sub>, C [15].

Temperatura (°C) . . . . .	20
F.e.m. (V) . . . . .	0,675
Tempo mantenimento carica (anni) . . . . .	1
Densità di corrente (mA/cm <sup>2</sup> ) . . . . .	1-2
Volume (cm <sup>3</sup> ) . . . . .	0,8
Resistenza interna (ohm) . . . . .	10
Densità di corrente di cortocircuito (mA/cm <sup>2</sup> ) . . . . .	10

Ciò è stato recentemente confutato da Owens e altri [31] i quali hanno dimostrato sperimentalmente che Ag<sub>3</sub>SI in presenza di iodio reagisce velocemente a 65 ÷ 70 °C secondo la reazione:



Di conseguenza, considerato che a 25 °C la reazione (9) è più lenta, in lunghi periodi di tempo la cella (8) dovrebbe convertirsi nella cella:



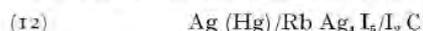
che, d'altra parte, può essere essenzialmente ricondotta al sistema:



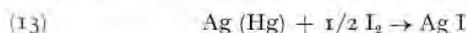
con un corrispondente aumento della resistenza interna.

In conclusione anche se Ag<sub>3</sub>SI possiede una elevata conducibilità ionica, sembra che non possa venire utilizzato in una pila a stato solido sia per la componente elettronica della conducibilità sia per la reazione (10), in base alla quale l'effettivo elettrolita diventa col tempo AgI. La scoperta della classe di elettroliti MAg<sub>3</sub>I<sub>2</sub> ha aperto nuove possibilità per la realizzazione di pile a stato solido ad elevata energia specifica. Di conseguenza è stato intrapreso uno studio particolareggiato di vari sistemi utilizzando RbAg<sub>4</sub>I<sub>6</sub> come elettrolita.

Nel 1968 è stata realizzata una pila del tipo:



formata da un anodo di argento amalgamato, da RbAg<sub>4</sub>I<sub>6</sub> come elettrolita e da un catodo costituito da una miscela iodio-grafite [32]. Il processo elettromotore della pila è il seguente:



La cella (12) ha una forza elettromotrice a 25 °C pari a 0,58 V, un volume totale di ~ 2 cm<sup>3</sup>, correnti di corto circuito di 4 mA e una capacità totale di 130 coulomb (vedi tab. 10). La pila può operare in un campo di temperatura da - 80 °C a + 105 °C e in questo intervallo la f.e.m. non varia più dell'8 %. Il coefficiente termico è pari a 0,0006 V/°C.

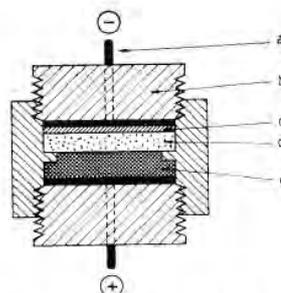


Fig. 14. - Schema della struttura della pila Ag (Hg)/Rb Ag<sub>4</sub>I<sub>6</sub>/I<sub>2</sub>, C dove: a) contatti esterni; b) involucro esterno in pvc; c) elettrodo di argento amalgamato; d) pasticca elettrolitica; e) miscela catodica I<sub>2</sub>, C.

La struttura della pila è schematizzata in fig. 14 e le relative curve di scarica a diverse temperature e a diverse resistenze di carico sono riportate in fig. 15.

La cella (12) ha una resistenza interna di circa 300 ohm. Questo valore anche se notevolmente inferiore a quello delle pile operative a stato solido precedentemente realizzate è tuttavia molto più elevato di quello che ci si sa-

Tuttavia alcuni dati riguardanti la cella (14), riportati nel lavoro di Argue e coll., sono discutibili. Per esempio la resistenza interna di un prototipo nella scarica a bassa densità di corrente viene indicata pari a  $2 \pm 1$  ohm, men-

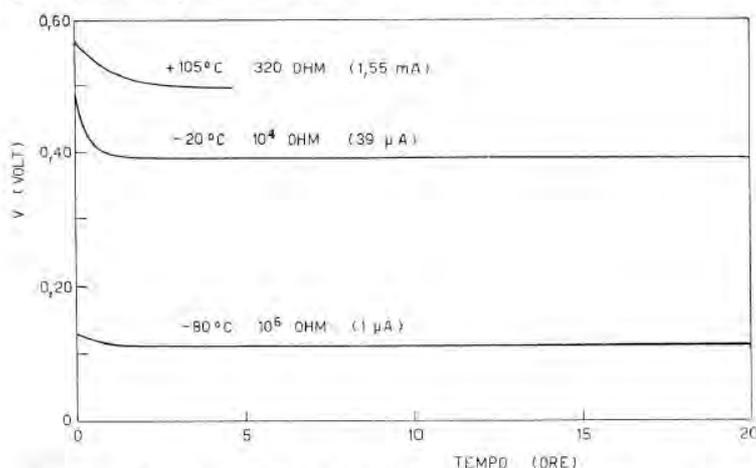
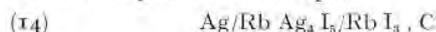


Fig. 15. — Curve di scarica della pila (12) a diverse temperature e a diverse resistenze di carico [32].

rebbe attesi sulla base della conducibilità di  $\text{RbAg}_4\text{I}_5$ . Infatti, secondo i valori riportati in tab. 6 e le dimensioni della cella (12), la resistenza interna della pila dovrebbe essere dell'ordine di 1 ohm. Il valore più elevato trovato sperimentalmente è probabilmente dovuto a polarizzazioni di contatto tra elettrodi ed elettrolita, specialmente nella zona catodica. Lo iodio libero inoltre tende a reagire con l'elettrolita decomponendolo parzialmente.

Sempre nel 1968 Argue, Groce e Owens [33] hanno descritto una pila solida del tipo:



costituita da una miscela di argento, carbone e  $\text{RbAg}_4\text{I}_5$ , come anodo,  $\text{RbAg}_4\text{I}_5$  come elettrolita e una miscela di  $\text{RbI}_3$ , carbone e  $\text{RbAg}_4\text{I}_5$  come catodo.

L'uso di un poliioduro al posto dello iodio sembra aver eliminato la polarizzazione catodica osservata nella cella (12) (vedi tab. 9 in cui sono riportate le caratteristiche della pila (14)).

TABELLA 9. — Caratteristiche della pila  $\text{Ag/Rb Ag}_4\text{I}_5/\text{Rb I}_3, \text{C}$  [33].

Regime di scarica	Correnti deboli	Correnti medie	Correnti intense
Temperatura (°C) . . . . .	25	25	25
F.e.m. . . . .	0,66	0,66	0,66
Spessore elettrolita (mm) . . . . .	0,51	0,48	0,43
Diametro cella (cm) . . . . .	1,16	1,22	2,44
Volume cella (cm <sup>3</sup> ) . . . . .	0,23	0,14	0,77
Capacità (mAh) . . . . .	0,8	—	—
Resistenza interna (ohm) . . . . .	60-250 <sup>(1)</sup>	60 <sup>(1)</sup>	0,2 <sup>(1)</sup>
Tempo di lavoro (s) . . . . .	144 hr	20 sec	8 msec
Resistenza di carico . . . . .	100 kΩ	600 ohm	2,43 ohm
Peso cella (gr.) . . . . .	0,7	0,5	3,2

<sup>(1)</sup> Resistenza operativa della cella.

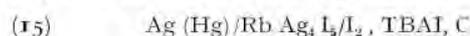
<sup>(2)</sup> Tempo di lavoro fino al 70% della f.e.m..

tre dai dati sperimentali, riportati in altra parte del lavoro, la resistenza interna risulta variare da 60 a 250 ohm. È comunque chiaro che lo iodio libero è il maggior responsabile degli effetti di polarizzazione catodica riscontrati nella cella (12).

Si è cercato così di eliminare tali effetti introducendo nella miscela catodica un composto elettrochimicamente inerte ma in grado di trattenere lo iodio in forma molecolare quando la pila è in riposo e di cederlo in fase di scarica.

È noto che i sali di alchilammonio sono in grado di trattenere alcuni alogeni in soluzione acquosa nel rapporto molecolare anche di 1 a 8 [34, 35]. È stato determinato sperimentalmente che questa reazione si verifica anche allo stato solido [20] e che, di conseguenza, i sali di alchilammonio e, in particolare, lo ioduro di tetrabuttilammonio (TBAI), sono utilizzabili come depolarizzanti catodici.

È stata infatti realizzata la pila:



in cui la funzione del TBAI è essenzialmente quella di prevenire azioni di decomposizione dell'elettrolita da parte dello iodio libero [20].

Per ridurre la resistenza di contatto, la miscela catodica è stata fusa, distesa uniformemente e lasciata solidificare sulla superficie dell'elettrolita.

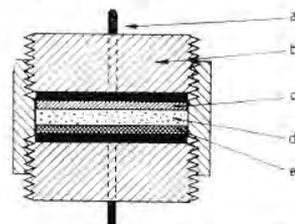


Fig. 16. — Schema della struttura della pila  $\text{Ag (Hg)/Rb Ag}_4\text{I}_5/\text{I}_2, \text{C, TBAI}$  dove: a) contatti esterni; b) involucro esterno in pvc; c) elettrodo di argento amalgamato; d) pasticca di elettrolita; e) miscela catodica  $\text{I}_2, \text{C, TBAI}$ , spalmata sull'elettrolita.

La struttura della cella è schematizzata in fig. 16 ed il processo elettromotore è lo stesso della cella (12).

TABELLA 10. - Caratteristiche delle pile a stato solido realizzate nel nostro Laboratorio.

Tipo di pila	Ag (Hg)/Rb Ag <sub>4</sub> I <sub>3</sub> /I <sub>2</sub> , C [32]		Ag (Hg)/Rb Ag <sub>4</sub> I <sub>3</sub> /I <sub>2</sub> , TBAI, C [20]		Ag/Rb Ag <sub>4</sub> I <sub>3</sub> /I <sub>2</sub> , C	Ag/Rb Ag <sub>4</sub> I <sub>3</sub> /V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , C	Ag (Hg)/Rb Ag <sub>4</sub> I <sub>3</sub> /Ag	Ag/Rb Ag <sub>4</sub> I <sub>3</sub> /Pt
	Correnti deboli	Correnti medie	Correnti deboli	Correnti medie				
Regimi di scarica								
Temperatura (°C)	25	25	25	25	25	25	25	25
f.e.m. (V)	0,58	0,58	0,58	0,58	0,64	0,5	0,32	0,32
Spessore elettrolita (mm)	2	2	1,5	1,5	1,5	1,5	2	2
Diametro cella (cm)	2,5	2,5	2	2	2	2	0,8	0,8
Volume cella (cm <sup>3</sup> )	2	2	5	5	5	5	0,1	0,1
Capacità (mAh)	0,5	—	7	—	8	0,2	2,5	0,05
Resistenza interna (ohm)	300	300	30	30	3000	10 <sup>4</sup>	10 000	5 · 10 <sup>4</sup>
Tempo di lavoro fino al 70% f.e.m.	50 hr (*)	20 min (*)	85 hr (*)	30 min (*)	10 hr (*)	10 hr (*)	55 giorni (*)	10 hr (*)
Resistenza di carico (ohm)	6 · 10 <sup>3</sup>	10 <sup>3</sup>	6 · 10 <sup>3</sup>	600	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>4</sup>
Peso cella (gr)	5	5	10	10	10	10	0,2	0,2
Corrente di corto circuito (mA)	3	3	50	50				

(\*) Tempo di lavoro fino al 70% del valore iniziale del voltaggio sotto carico.

La pila descritta ha una f.e.m. di 0,56 V a 25 °C e il coefficiente termico è pari a 0,0006 V/°C. Il volume totale della pila nella sua forma operativa è di circa 5 cm<sup>3</sup> e il suo peso è di circa 10 gr. [20].

Le caratteristiche di questa pila sono riportate nella tabella 10 e alcune curve di scarica in fig. 17. La resistenza interna è pari a 30 ohm indicando che buona parte delle polarizzazioni di contatto è stata eliminata.

Sono stati anche eseguiti con successo tentativi di ricarica nella pila e in fig. 18 viene riportato un ciclo di carica e scarica a corrente costante (0,2 mA).

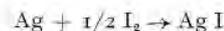
In precedenza, l'unico tentativo di realizzare una pila a stato solido reversibile, risale al 1965 da parte di Mrgudich e altri [36] mediante il sistema:



La cella (16) ha una f.e.m. di 0,370 V, correnti di corto circuito di circa 100 μA/cm<sup>2</sup> e sembra essere in grado di subire un certo numero di cicli di carica e scarica, anche se il meccanismo di funzionamento riportato dall'autore è piuttosto criticabile come puntualizzato da Foley [1, 38].

La pila (15) presenta dei notevoli vantaggi rispetto sia al sistema (12) precedentemente realizzato, quali la riduzione della polarizzazione di contatto catodico, sia rispetto al sistema (14) descritto da Argue e coll., quali la reversibilità e il minor costo.

L'uso tuttavia di argento amalgamato, atto ad eliminare la polarizzazione anodica, deprime il valore della f.e.m. della pila di circa 100 mV rispetto al valore teorico di 0,688 V a 25 °C derivato dall'energia libera associata al processo elettromotore:

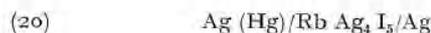
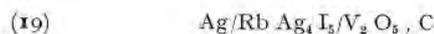


Per eliminare contemporaneamente la polarizzazione ed ottenere il massimo valore della f.e.m., la pasticca di elettrolita è stata compressa tra due elettrodi di argento tra cui è stato applicato il potenziale di circa 0,3 V. In tal modo è stato depositato elettroliticamente argento nella zona catodica direttamente sulla superficie dell'elettrolita. Deposta la quantità voluta di argento, l'anodo è stato sostituito con la miscela I<sub>2</sub>, C, TBAI in modo da realizzare la pila:



La f.e.m. della (17) è pari a 0,64 V a 25 °C e la resistenza interna è di circa 30 ohm (vedi tab. 10). Un ciclo di carica e scarica relativo alla pila descritta è riportato in fig. 19.

Infine, oltre alle pile (12), (15), (17), sono stati anche esaminati i seguenti sistemi:



le cui caratteristiche sono riportate in tab. 10 e nelle figure 20 e 21.

I sistemi (18) e (19) forniscono prestazioni inferiori alle pile nelle quali la massa catodica contiene iodio come elemento attivo. Tuttavia rivestono un certo interesse industriale, per applicazioni in cui siano richieste deboli densità di corrente, dato il loro basso costo.

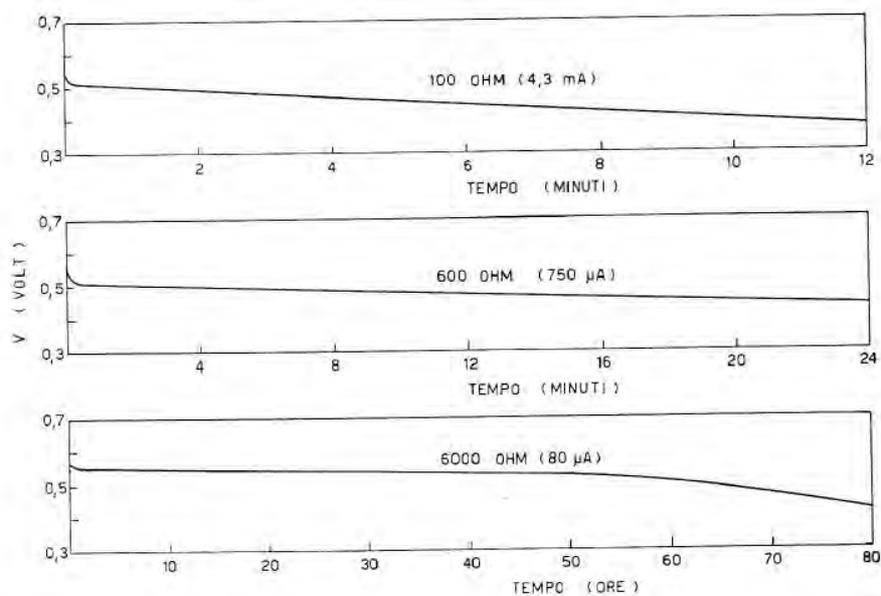


Fig. 17. — Curve di scarica della cella (15) a 25 °C e a diverse resistenze di carico [20].

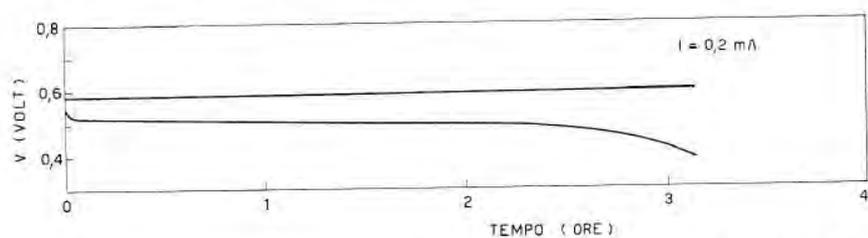


Fig. 18. — Curva di carica e scarica della pila (15) a 25 °C a corrente costante di 0,2 mA [20].

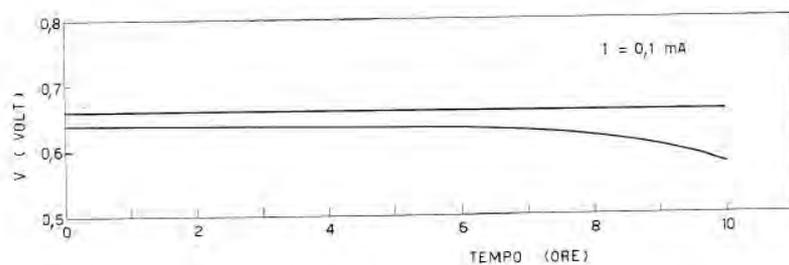


Fig. 19. — Curva di carica e scarica della pila (17) a 25 °C a corrente costante di 0,1 mA.

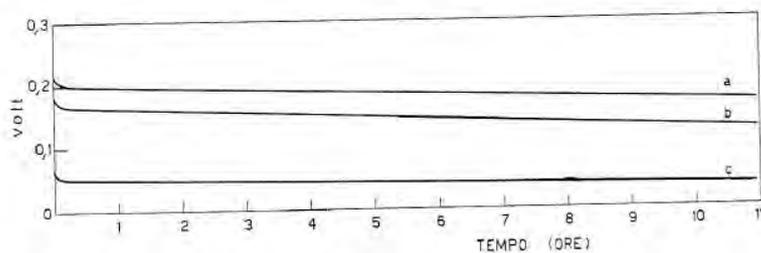


Fig. 20. — Curve di scarica a 25 °C con resistenza di carico pari a  $10^4$  ohm delle pile:

Ag/Rb Ag<sub>4</sub>I<sub>3</sub>/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, C (curva a);

Ag/Rb Ag<sub>4</sub>I<sub>3</sub>/S, C (curva b);

Ag/Rb Ag<sub>4</sub>I<sub>3</sub>/Pt (curva c).

Gli elementi (20) e (21) hanno un elevato valore di resistenza interna dovuto a fenomeni di polarizzazione di

contatto sia anodici che catodici. D'altra parte si prestano a miniaturizzazioni estreme e potrebbero quindi tro-

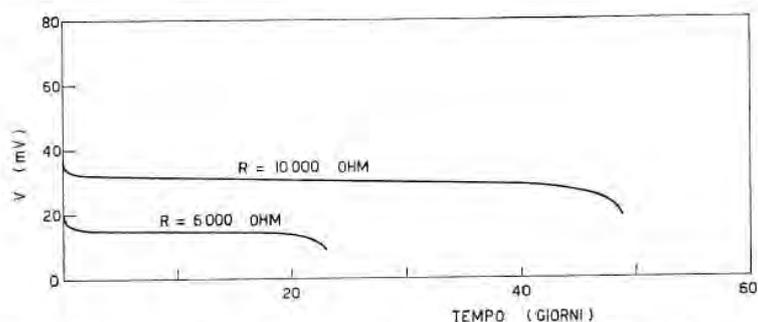


Fig. 21. — Curve di scarica della pila Ag(Hg)/RbAg<sub>4</sub>I<sub>2</sub>/Ag a 25 °C ed a diverse resistenze di carico.

vare un ampio uso come generatori in circuiti in cui siano previste deboli correnti e ridottissime dimensioni.

Gli AA. sono grati al prof. V. Caglioti, Presidente del CNR ed al prof. A. M. Angelini, Direttore dell'Istituto Elettrotecnico dell'Università di Roma, per il notevole sostegno avuto nella realizzazione della presente ricerca.

Manoscritto pervenuto il 18 settembre 1969.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] R. LORENZ: « Z. Anorg. Chem. », 19, 283 (1899); 22, 241 (1921).  
 C. Z. WAGNER: « Z. Physik. Chem. », B-21, 25 (1933); B-21, 42 (1933); « Z. Elektrochem. », 60, 4 (1956).  
 H. REINHOLD e K. SCHMITT: « Z. physik. Chem. », B-44, 75 (1939).  
 H. REINHOLD: « Z. Anorg. Allgem. Chem. », 171, 181 (1928).  
 V. CAGLIOTI: « Atti Accad. Lincei », 18, 570 (1933); « Gazz. Chim. Ital. », 64, 39 (1934).  
 R. T. FOLEY: « J. Electrochem. Soc. », 116, 13 C (1969).
- [2] C. R. BERRY: « Phys. Rev. », 82, 422 (1951).
- [3] R. D. FOUCHAUX e R. D. SIMMONS: « Phys. Rev. », 136, A 1664 (1964).
- [4] R. W. CHRISTY e A. W. LAWSON: « J. Chem. Phys. », 19, 517 (1951).
- [5] H. KANZAKI: « Phys. Rev. », 844 (1951).
- [6] C. TUBANDT e E. LORENZ: « Z. Physik. Chem. », 87, 513 (1914).
- [7] C. TUBANDT e S. EGGERT: « Z. Anorg. Allgem. Chem. », 110, 196 (1920).
- [8] C. TUBANDT e H. REINHOLD: « Z. Elektrochem. », 29, 313 (1923); 31, 84 (1925).
- [9] S. KURNICK: « J. Chem. Phys. », 20, 218 (1952).
- [10] F. C. BROWN: « The Physics of Solids. - Benjamin Inc. N. Y. 1967, pag. 301.
- [11] C. TUBANDT: « Z. Anorg. Allgem. Chem. », 115, 105 (1921).
- [12] F. A. KRÖGER: « J. Phys. Chem. Solids », 26, 901 (1965).
- [13] J. L. LEVY: « Phys. Rev. », 92, 215 (1953).
- [14] J. N. MRGUDICH: « J. Electrochem. Soc. », 107, 475 (1960).
- [15] T. TAKAHASHI e O. YAMAMOTO: « Electrochimica Acta », 11, 779 (1966).
- [16] T. TAKAHASHI e O. YAMAMOTO: « Denki Kagaku », 32, 610 (1964).
- [17] T. TAKAHASHI e O. YAMAMOTO: « Denki Kagaku », 33, 346 (1955).
- [18] J. N. BRADLEY e P. D. GREENE: « Trans. Faraday Soc. », 63, 424 (1967).
- [19] B. B. OWENS e G. R. ARGUE: « Science », 157, 308 (1967).
- [20] M. DE ROSSI, G. PISTOIA e B. SCROSATI: « J. Electrochem. Soc. », 116, 1642 (1969).
- [21] K. H. LIESER: « Z. Physik. Chem. », N. F. B-9, 302 (1956).
- [22] J. N. BRADLEY e P. D. GREENE: « Trans. Faraday Soc. », 63, 2516 (1967).
- [23] J. N. BRADLEY e P. D. GREENE: « Trans. Faraday Soc. », 62, 2069 (1966).
- [24] T. C. WADDINGTON: « Trans. Faraday Soc. », 62, 1482 (1966).
- [25] R. W. G. WYCKOTT: « Crystal Structures », seconda Ed., Interscience, 1963.
- [26] K. LEHOVEC e J. BRODER: « J. Electrochem. Soc. », 101, 208 (1954).
- [27] W. J. VAN DER GRINTEN: « J. Electrochem. Soc. », 103, 201 C (1956).
- [28] J. L. WEININGER: « J. Electrochem. Soc. », 105, 439 (1958).
- [29] J. L. WEININGER: « J. Electrochem. Soc. », 106, 475 (1959).
- [30] D. M. SMYTH: « J. Electrochem. Soc. », 106, 635 (1959).
- [31] B. B. OWENS, G. R. ARGUE, I. J. GROCE e I. D. HERMO: « J. Electrochem. Soc. », 116, 312 (1969).
- [32] B. SCROSATI, P. J. BODDY e M. DE ROSSI: « Ric. Sci. », 38, 1366 (1968).
- [33] G. R. ARGUE, I. J. GROCE e B. B. OWENS: « Sixth International Power Source Symposium », Brighton, Sussex, Settembre 1968.
- [34] R. JASINSKI: « High Energy Batteries. - Plenum Press, N. Y., 1967.
- [35] M. DE ROSSI, M. L. BERARDELLI, G. PISTOIA e B. SCROSATI: « L'Elettrotecnica », in corso di stampa.
- [36] J. N. MRGUDICH, A. SCHWARTZ, P. J. BRAMHALL e G. M. SCHWARTZ: « Proc. Ann. Power Sources Conf. », 19, 86 (1965).
- [37] M. HACSAYLO e R. T. FOLEY: « J. Electrochem. Soc. », 113, 1231 (1966).
- [38] E. KOCH e C. WAGNER: « Z. Physik. Chem. », B-38, 295 (1937).
- [39] D. J. G. IVES e G. J. IANZ: « Reference Electrodes », Academic Press, 1961, pp. 185.
- [40] A. S. MILLER e R. J. MAURER: « J. Phys. Chem. Solids », 1, 191 (1956).
- [41] B. REUTER e K. HARDEL: « Naturwissenschaften », 48, 161 (1961).
- [42] J. N. MRGUDICH: « Solid electrolyte batteries. - Encyclopedia of Electrochemistry », Ed. Hampel, Reinhold Pu. Co. N. Y., 1964, pag. 85.

AVVOCATO STEFANO COMELLINI - DOTT.SSA GIULIA ZALI<sup>1</sup>



Con la recente sentenza n. 7900 depositata lo scorso 4 marzo, la III<sup>a</sup> Sezione penale della Cassazione ha definito una complessa vicenda processuale relativa ad un infortunio occorso ad un lavoratore che, nel corso di opere di ristrutturazione edile, era rimasto folgorato dal contatto con una prolunga non a norma perché di presa e collegata direttamente alla rete elettrica a bassa tensione dell'immobile.

Già definitivamente condannati in precedenti fasi del giudizio P.F. (quale committente), G.G. (quale direttore dell'impresa incaricata della manutenzione dell'impianto elettrico del cantiere) e C.G. (quale datore di lavoro della vittima) per il concorso nell'omicidio colposo aggravato dalla violazione di disposizioni antinfortunistiche, era rimasta soggetta alla valutazione della Suprema Corte la sola posizione di L.I. a cui era stata contestata la posizione di "committente" e per la quale i giudici di appello avevano escluso la ravvisabilità di una posizione di garanzia<sup>2</sup>, non desumibile dai documenti in atti dai quali emergeva solo una veste formale della imputata in relazione ad adempimenti di carattere amministrativo. Infatti, i giudici di

merito avevano escluso che L.I. si fosse ingerita nella individuazione delle imprese incaricate della realizzazione dei lavori o che si fosse intromessa nella esecuzione delle opere, evidenziando che dalla relazione degli ispettori del lavoro emergeva che era stato l'altro committente P.F. - come si è detto, già definitivamente condannato - a occuparsi di curare i contatti e gli accordi con il progettista e con le imprese affidatarie dei lavori, compresa l'impresa C. (incaricata dei lavori edili) e l'impresa G. (che doveva provvedere ai lavori elettrici).

Avverso la sentenza di proscioglimento di L.I. proponevano ricorso per Cassazione gli eredi del lavoratore deceduto, costituiti parti civili, denunciando il vizio della motivazione assolutoria nella parte relativa alla valutazione della posizione della stessa quale committente dei lavori nel corso dei quali si era verificato l'infortunio mortale per folgorazione elettrica.

In particolare, nel ricorso si evidenziava come in atti vi fossero invece documenti idonei a dimostrare tale veste di L.I., quali comunicazione di inizio lavori, progetto per la realizzazione di una vasca di raccolta delle acque, fatture per lavori di sbancamento emesse nei confronti di L.I., fatture relative alle opere propedeutiche relative a tale vasca pure emesse nei confronti di L.I.

Si evidenziava anche che l'infortunio si era contestata nella abitazione dei coniugi P. e, appunto, L.I., presso la quale erano in corso i lavori per la realizzazione di una piscina dotata di locali tecnologici interrati, che contemplavano anche la realizzazione del relativo impianto elettrico (nonostante presso il Comune di riferimento fosse stato presentato solamente un progetto per la realizzazione di

<sup>1</sup> Studio Legale Comellini.

<sup>2</sup> Secondo la previsione dell'art. 40 c.p. per cui "non impedire un evento che si ha l'obbligo giuridico di impedire equivale a cagionarlo".

una vasca per la raccolta delle acque); si aggiungeva che i documenti in atti dimostravano l'assunzione della veste di committente della L.I., in quanto attenevano alla comunicazione al Comune dell'inizio dei lavori, all'incarico al progettista di redigere un progetto per la realizzazione di una vasca prefabbricata per la raccolta delle acque nel terreno antistante la sua abitazione, al pagamento per i relativi lavori di sbancamento, per la fornitura dei materiali necessari per la realizzazione di tale vasca. Da tali documenti, oltre che dalla veste di proprietaria e dal rapporto di coniugio con l'altro committente, emergeva l'assunzione da parte di L.I. del ruolo di committente, assieme al marito, risultando un'attività positiva e una ingerenza nei lavori, oltre a rapporti con le maestranze e con il professionista incaricato di una relazione tecnica. Oltre al fatto che i lavori si svolgevano innanzi alla abitazione dei coniugi P. - L.I., tanto che gli operai utilizzavano la presa elettrica esterna di un impianto non a norma di tale abitazione, alla quale era stata collegata la prolunga che aveva causato il decesso della vittima.

In particolare, la stessa L.I. avrebbe dovuto essere qualificata come committente in senso sostanziale, sulla base della distinzione concettuale tra committente "formale" e "sostanziale" formulata dalla giurisprudenza di legittimità.

La Cassazione nell'accogliere, con la sentenza in commento, le argomentazioni delle parti civili, si è posta in linea con la nozione di "committente" delineata dalla recente giurisprudenza di legittimità.

In particolare, la figura del committente è attualmente delineata dall'art. 89 comma 1 lett. b D.Lgs. n. 81/2008 ("Testo unico della Sicurezza") che lo definisce come "il soggetto per conto del quale l'intera opera viene realizzata, indipendentemente da eventuali frazionamenti della sua realizzazione".

Si tratta di una figura che, per progressivi mutamenti normativi, è andata nel tempo progressivamente affinandosi sul concetto di

governo del rischio<sup>3</sup>. Il legislatore non aveva disciplinato la figura del committente, sia con il DPR n. 547/1955, sia con i successivi DPR nn. 302/1956 e 303/1956 e con il D.Lgs. n. 626/1994, tutti non più vigenti. Quest'ultimo provvedimento normativo, all'art. 7, infatti, prendeva in considerazione la sola figura del "datore di lavoro" quale riferimento soggettivo degli obblighi previsti dalla medesima disposizione, in relazione all'affidamento dei lavori ad imprese appaltatrici, nella propria azienda o nell'ambito del ciclo produttivo, regolando il rischio interferenziale fra le imprese ivi operanti.

L'estensione della disciplina al committente era stata inizialmente giustificata dalla giurisprudenza solo quando il medesimo travalicava il ruolo di semplice conferimento delle opere, ingerendosi nell'organizzazione per la loro esecuzione<sup>4</sup>.

Successivamente, la corresponsabilità del committente, a fianco di quella del datore di lavoro e del direttore dei lavori, veniva riferita alla sussistenza di "fonti di pericolo" derivanti dalla diretta impartizione di direttive, dal diretto conferimento di progetti costituenti ragioni di rischio, "ovvero quando egli abbia commissionato o consentito l'inizio dei lavori, pur in presenza di situazioni di fatto parimenti pericolose"<sup>5</sup>, o per lo svolgimento di opere in un cantiere gestito dall'appaltante o su strutture o con strumentazioni che gli appartengono e che il medesimo abbia l'obbligo di mantenere in efficienza<sup>6</sup>.

Il mutamento della disciplina normativa si aveva con l'introduzione del pure abrogato D.Lgs. n. 494/1996 in cui la figura del committente era riferita al "soggetto per conto del quale l'intera opera viene realizzata, indipendentemente da eventuali frazionamenti della sua realizzazione" (art. 2, comma 1 lett. b, prima parte, richiamando anche l'art. 3 D.Lgs. n. 626/1994) con una determinazione di

<sup>3</sup> L'evoluzione della figura si ritrova in Cass., Sez. IV, 7.3.2019 n. 10039

<sup>4</sup> Cfr. Cass., Sez. IV, 2.3.1990 n. 2731.

<sup>5</sup> Cass. Sez. III, 21.7.1992 n. 8134.

<sup>6</sup> Cass., Sez. IV, 2.3.1999, n. 2800.

responsabilità che deriva sostanzialmente dalla violazione degli obblighi di informazione sui rischi dell'ambiente di lavoro e di quelli inerenti alla cooperazione nell'apprestamento delle misure di protezione e prevenzione (art. 7 D.Lgs. n. 626/1994, ora art. 26 D.Lgs. n. 81/2008)<sup>7</sup>.

Il committente si è così trasformato, nella normativa e nella giurisprudenza, da soggetto privo di autonoma responsabilità a soggetto che riveste responsabilità proprie, oggi previste all'art. 90 D.Lgs. n. 81/2008<sup>8</sup>. Tuttavia, la giurisprudenza più recente ha ritenuto che il principio generale, secondo cui il dovere di sicurezza gravante sul datore di lavoro opera anche in relazione al committente, debba essere precisato, nel senso che dal committente non può esigersi un controllo pressante, continuo e capillare sull'organizzazione e sull'andamento dei lavori. Con la conseguenza che, ai fini della configurazione della responsabilità del committente, occorre verificare in concreto quale sia stata l'incidenza della sua condotta nella causazione dell'evento, a fronte delle capacità organizzative della ditta scelta per l'esecuzione dei lavori e avuto riguardo alla specificità dei lavori da eseguire, ai criteri seguiti dallo stesso committente per la scelta dell'appaltatore o del prestatore d'opera, alla sua ingerenza nell'esecuzione dei lavori oggetto di appalto o del contratto di prestazione d'opera, nonché all'agevole e immediata percepibilità da parte del committente di situazioni di pericolo<sup>9</sup>.

Non vi è pertanto dubbio che sul committente gravi il dovere di sicurezza in relazione all'esecuzione del contratto di appalto, così come del contratto d'opera.

Quale allora la distinzione tra la figura del

<sup>7</sup> Cfr. Cass., Sez. III, 19.1.2009 n. 1825, per cui, in tema di prevenzione degli infortuni sul lavoro, nel caso di prestazione lavorativa in esecuzione di un contratto d'appalto, il committente è costituito come corresponsabile con l'appaltatore per le violazioni delle misure prevenzionali e protettive sulla base degli obblighi sullo stesso incombenti ex art. 7. D.Lgs. n. 626/1994.

<sup>8</sup> Cass., Sez. IV, 2.11.2015 n. 44131.

<sup>9</sup> Così, da ultimo, Cass., Sez. IV, 31.5.2017 n. 27296.

committente e quella del proprietario? Per rispondere occorre rifarsi all'art. 89 D.Lgs. n. 81/2008 che, in continuità con la precedente normativa, definisce il committente come colui "per conto del quale l'opera viene realizzata". L'espressione "per conto" è equivalente a "per incarico di" oppure a "in nome di" oppure ancora "a favore di". Si tratta, in ogni caso, di un soggetto che ha interesse alla realizzazione dell'opera, o perché è colui che stipula il contratto o perché si avvantaggia della sua realizzazione o vi è tenuto giuridicamente oppure perché è stato delegato ad occuparsene<sup>10</sup>.

Si tratta di una definizione di committente - quella contenuta nel D.Lgs. n. 81/2008 che ne delinea i compiti e le responsabilità nell'ambito della sicurezza sul lavoro - che si sovrappone alla generale figura civilistica, quale soggetto che commissiona un lavoro.

È ben possibile, dunque, che i due soggetti non coincidano e che chi stipula il contratto in qualità di committente non sia il proprietario del bene o colui a vantaggio del quale l'opera è realizzata. La giurisprudenza ha citato, quale esempio, il soggetto che conduca in locazione un immobile e che per provvedere ad opere di manutenzione ordinaria incarichi un'impresa. Egli ha un obbligo giuridico di provvedere a siffatto tipo di manutenzione e, quindi, laddove concluda un contratto per provvedervi è lui e non il proprietario che assume, in modo esclusivo, il ruolo di "committente". Ancora, si pensi all'ipotesi di cui all'art. 2028 c.c.<sup>11</sup>, in cui taluno agisca spontaneamente su un bene altrui, in assenza del proprietario, al fine di porre rimedio a situazioni in cui è necessario un intervento urgente<sup>12</sup>. Anche in simili casi chi

<sup>10</sup> Cass. n. 10039/2019 cit.

<sup>11</sup> "Chi, senza esservi obbligato, assume scientemente la gestione di un affare altrui, è tenuto a continuarla e a condurla a termine finché l'interessato non sia in grado di provvedervi da sé stesso. L'obbligo di continuare la gestione sussiste anche se l'interessato muore prima che l'affare sia terminato, finché l'erede possa provvedere direttamente".

<sup>12</sup> Nel caso di specie, il conduttore aveva riparato l'appartamento sovrastante quello locatogli, entrambi di proprietà del locatore, dal quale gli provenivano infiltrazioni (Cass., Sez. III, 26.9.1997 n. 9465).

provvede nell'esclusivo interesse e vantaggio altrui, assume il ruolo di committente dei lavori, poiché commissiona le opere.

Pertanto, non vi è una necessaria coincidenza fra la figura del proprietario che si avvantaggia delle opere e quella del committente che le appalta.

Per la giurisprudenza, questa conclusione permette di comprendere meglio che la responsabilità del committente è in stretto collegamento con l'affidamento dell'opera e che la sua posizione di soggetto su cui incombe il governo del rischio deriva proprio dal dovere di sicurezza in relazione all'incidenza che la sua condotta assume, sia nell'individuare un contraente inadeguato, sia nell'essersi eventualmente ingerito nell'esecuzione del contratto. Pertanto, da un lato, come si è già evidenziato, non può essere richiesto al committente un pressante e continuo controllo sull'opera il cui svolgimento egli ha affidato a terzi, essendogli riservato il potere di risoluzione del contratto in caso di inadempimento; dall'altro, non si può comunque prescindere dall'esigere, da parte sua, la diligenza nella scelta dell'appaltatore o del prestatore d'opera cui affidare i lavori.

D'altronde, la colpa in eligendo del committente è onere previsto specificamente dall'art. 90 D.Lgs. n. 81/2008 e, comunque, derivante dalla sua scelta contrattuale<sup>13</sup>. Tuttavia, al fine di liberare il proprietario dalle responsabilità per i lavori svolti sul bene oggetto del suo dominio, è necessario che

---

L'amministratore che stipuli un contratto di affidamento in appalto di lavori da eseguirsi nell'interesse del condominio può assumere, ove la delibera assembleare gli riconosca autonomia di azione e concreti poteri decisionali, la posizione di "committente", come tale tenuto all'osservanza degli obblighi di verifica della idoneità tecnico professionale della impresa appaltatrice, di informazione sui rischi specifici esistenti nell'ambiente di lavoro e di cooperazione e coordinamento nella attuazione delle misure di prevenzione e protezione. (Cass., Sez. III, 15.10.2013 n. 42347).

<sup>13</sup> Si tratta di colpa che diviene fonte di responsabilità civile anche verso i terzi. Cfr. da ultimo, Cass. civ. Sez. II, 25.1.2016 n. 1234, in relazione alla corresponsabilità del committente per danni a terzi per affidamento dell'opera ad appaltatore inadeguato.

questi conferisca, con le forme previste dall'art. 16 D.Lgs. n. 81/2008, delega di funzioni al soggetto che assume il compito di scegliere l'appaltatore e stipulare il contratto, solo così realizzandosi l'effettivo trasferimento degli obblighi, con i relativi poteri e facoltà, da parte del soggetto su cui incombe il governo del rischio.

Tornando alla sentenza in esame, la Corte ha ritenuto, nel rispetto degli ormai consolidati principi fin qui illustrati, che dai documenti in atti potesse emergere la configurabilità in capo a L.I., non di una mera e formale partecipazione ad adempimenti amministrativi collegati a detti lavori, bensì la piena riferibilità di rilevanti e concludenti atti, quali la comunicazione alla amministrazione comunale dell'inizio dei lavori (che costituisce adempimento significativo e che avrebbe potuto anche essere eseguito dal marito di L.I., anch'egli proprietario della abitazione e dell'area circostante in cui la piscina doveva essere installata); la sottoscrizione della relativa relazione tecnica illustrativa con la qualifica di committente; l'indicazione di L.I. quale committente nella relazione tecnica del progettista; l'intestazione alla stessa L.I. di fatture relative alla esecuzione di lavori di sbancamento e alla fornitura di calcestruzzo. Si tratta di documenti dimostrativi di attività di certo non meramente formali né riconducibili alla sola veste di comproprietaria di L.I., ma da considerare nella valutazione complessiva in punto responsabilità penale della stessa.

Di qui l'annullamento della sentenza di assoluzione, con rinvio degli atti ad altro giudice di appello per un nuovo esame della posizione di L.I., da compiere tenendo conto di tutti gli aspetti di fatto della vicenda, delle modalità di esecuzione dei lavori e del loro contesto, delle circostanze di verifica dell'infortunio, nonché di un esame analitico dei documenti prodotti dalle parti civili, alla luce delle loro prospettazioni riguardo alla veste e al ruolo di L.I. ■

## RICORDI DELL'ASSOCIAZIONE ... I CONVEGNI



PAOLO REVELLI

I Convegni della Nostra associazione sono stati organizzati per tanti anni in occasione delle premiazioni dei nuovi Periti Industriali Diplomatici con particolari meriti o con la massima votazione.

A rotazione i vari Istituti Tecnici di Alessandria, Asti e Torino hanno messo a disposizione locali e attrezzature per accogliere centinaia di studenti e uditori.

Ogni anno è stato scelto un argomento diverso e di attualità.

Questi temi, sempre di grande interesse, erano presentati e sviluppati da relatori delle Istituzioni Locali, della scuola e con il contributo di tecnici e politici.

Diventa difficile oggi scegliere come esempio alcune di queste manifestazioni, perché tutte hanno contribuito a gratificare gli studenti per il loro impegno quinquennale e a fare conoscere alle autorità politiche le varie problematiche degli Istituti Tecnici che sono emerse negli anni con le modifiche effettuate a livello nazionale e istituzionale, in parte dovute all'emanazione di nuove leggi decise dal Ministero dell'Istruzione.

Questi Convegni si potevano programmare perché era possibile chiedere ed ottenere con facilità da Enti Locali, Banche, Aziende, e altre Istituzioni, il materiale tecnico da distribuire, fondi per realizzare le attività e coprire i costi di gestione e rendere la giornata particolarmente interessante sia per i Neodiplomatici, sia per i Soci che intervenivano sempre molto numerosi.

Gli interventi dei relatori contribuivano in modo determinante ad elevare il livello del tema scelto, con riscontri positivi riportati dalle pubblicazioni locali e dai vari mezzi di comunicazione.

Il tutto comportava un grande impegno dei



Consiglieri, ma il risultato appagava sempre. Negli anni collane di libri di arte e di documentazioni tecniche hanno arricchito questi incontri che impegnavano mesi di preparazione.



La giornata si concludeva sempre con un rinfresco ricco e curato che faceva da corollario conviviale molto gradito e durante il quale si intrecciavano programmi e collaborazioni positive fra i presenti per il futuro.

Molti giovani Periti Industriali hanno avuto modo di conoscere in queste occasioni il lavoro del Collegio e dell'Associazione e ancora oggi molti continuano nella Libera Professione e si sono affermati con Studi

Tecnici nei vari settori che la nostra professione ci consente di praticare. Ultimamente troppe problematiche si sono presentate per continuare queste Attività; mancanza di fondi e materiali, disinteresse, concorrenza con altre forme d'informazione in internet.

Il risultato è che non è stato più possibile organizzare questi Convegni-Premiazione annuali ai livelli che eravamo soliti raggiungere. Negli anni sono stati svolti altri importanti Convegni, ma con modalità e finalità diverse. ■

## ANCHE QUEST'ANNO APIT HA PREDISPOSTO PER I SOCI

UN EVENTO IN WEBINAR  
DEDICATO ALLA SALUTE E AL COMFORT ABITATIVO



## LA QUALITA' DELL'ARIA E GLI INQUINANTI CHIMICI INDOOR

ORGANIZZATO DA APITFORMA



PRESTO RICEVERETE [L'INFORMATIVA PROMOZIONALE](#)

## CONSIGLIO DIRETTIVO PER IL QUADRIENNIO 2018 - 2022

<b>Presidente:</b> Sandro Gallo	<b>Consiglieri:</b> Giancarlo Boesso	Luciano Ceste
<b>Segretario:</b> Marco Basso	Mirko Bognanni	Paolo Giacone
<b>Tesoriere:</b> Aldo Parisi	Alberto Castellazzo	Mauro Le Noci

### COMMISSIONI SPECIALISTICHE

Commissione	Coordinatore	Orario
<b>Elettrotecnica e Automazione Elettronica</b>	Mirko Bognanni	3° martedì del mese, ore 18:00
<b>Termotecnica</b>	Marco Basso	1° martedì del mese, ore 18:00
<b>Igiene sicurezza prevenzione incendi</b>	Giancarlo Boesso	1° giovedì del mese, ore 18:00
<b>Ambiente e Chimica</b>	Mauro Le Noci	Su convocazione
<b>Revisione parcelle</b>	Marco Basso, Aldo Parisi	Su richiesta
<b>Scuola</b>	Mauro Le Noci	Su convocazione
<b>Amministratori stabili ed edilizia</b>	Giancarlo Boesso	Su convocazione
<b>Formazione continua</b>	Marco Basso, Giancarlo Boesso Diego Biancardi, Paolo Giacone Vincenzo Macrì, Mauro Le Noci Rosario Pennisi, Alberto Tessari	Tutti i lunedì, ore 17:00
<b>CTU Forense</b>	Mirko Bognanni	3° giovedì di gennaio, aprile, luglio e ottobre, ore 18:00

### RAPPRESENTATI PRESSO ENTI, COMITATI E ASSOCIAZIONI

<b>INAIL</b>	Luciano Ceste, Mirko Bognanni	Alessandria e Asti
	Paolo Giacone	Torino
<b>VVF</b>	Luciano Ceste, Mirko Bognanni	Alessandria
	Luciano Ceste	Asti
	Pasquale Mihalich ,Vincenzo Macrì	Direzione Regionale, Torino
<b>ASL</b>	Mirko Bognanni	Alessandria
	Luciano Ceste	Asti
	Paolo Giacone	Torino
<b>CCIAA</b>	Marco Basso, Italo Bertana	Torino
	Luciano Ceste, Mirko Bognanni	Asti, Alessandria
<b>Consulta CTU/RPT</b>	Sandro Gallo	Torino
	Mirko Bognanni	Alessandria
	Luciano Ceste	Asti
<b>APIT-APITFORMA</b>	Giancarlo Boesso	
<b>CEI</b>	Italo Bertana	
<b>CTI</b>	Marco Basso	