

Atti e Bollettino di informazione degli Ordini degli

NE PROPENSIONE DE L'INDICATION DE L'INDI

in primo piano

La genesi del Boiler and Pressure Vessel Code di ASME

speciale federazione

Relazione tecnico illustrativa del progetto passeggiata di Albisola ALICINO FRANCESCO VIA 6. AMARENA 24-2 16143 GENOVA GE



Rivista bimestrale della Federazione regionale degli Ordini della Liguria

#### **INSERTO CENTRALE**

Il Palazzetto dello Sport del quartiere fieristico di Genova: la valutazione di idoneità statica della struttura a 50 anni dalla sua costruzione



### La genesi del Boiler and Pressure Vessel Code di ASME

#### **PREMESSA**

Quello dei sistemi a pressione è uno dei campi dell'ingegneria in cui molto presto è maturata l'esigenza di formalizzare in regole condivise e standardizzate, i criteri di progettazione, costruzione, controllo, collaudo e installazione dei manufatti.

Nel diciannovesimo secolo, l'impetuoso sviluppo industriale s'è incentrato sull'esteso utilizzo di macchine a vapore. Tra queste, i generatori di vapore, utilizzati per la produzione dell'energia e dei servizi per l'industria e per il trasporto, hanno avuto un ruolo di primaria importanza. La diffusione dei generatori di vapore è stata tuttavia accompagnata da innumerevoli incidenti mortali che hanno funestato la crescita dell'industria moderna. Per quasi tutta la seconda metà del diciannovesimo secolo, in Europa e negli Stati Uniti, i luoghi dove si stavano più fortemente gettando le basi della moderna industria, si sono, infatti, registrate frequenti esplosioni di caldaie installate sia su locomotive sia su battelli a vapore, oppure utilizzate nell'industria manifatturiera.

Questo articolo illustra gli eventi che negli Stati Uniti hanno condotto alla nascita e all'affermazione del più esteso e completo codice normativo per la costruzione di caldaie e apparecchi a pressione, il "Boiler and Pressure Vessel Code" (BPVC) dell'American Society of Mechanical Engineers (ASME).

#### LA CALDAIA FONTE DI PERICOLO, OLTRE CHE DI SVILUPPO

Nel diciannovesimo secolo gli Stati Uniti sono stati luogo di alcuni dei più distruttivi incidenti della storia dell'in-

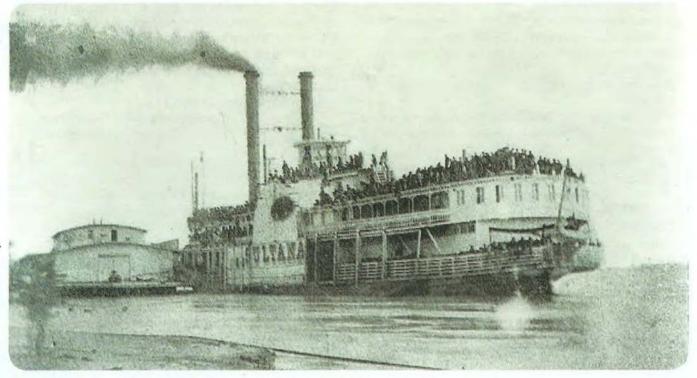


Figura 1 - Il battello a vapore "Sultana" affondato il 27 aprile 1865.





dustria moderna dovuti a esplosioni di caldaie; anche se, in verità, altri fattori di rischio hanno avuto talora effetti assai più devastanti, come nel caso del collasso strutturale dell'edificio che ospitava la fabbrica Pemberton Mill, a Lawrence, nel Massachusetts, accaduto il 10 gennaio 1860, comunemente considerato il più serio incidente industriale della storia americana.

Il ricordo di alcuni incidenti provocati da caldaie è ancora ben vivido nella coscienza civile americana[1],[2], Tra questi spicca l'incidente che il 27 aprile 1865 ha coinvolto il battello a vapore Sultana (fig. 1, fonte web, mostra una foto scattata il giorno prima dell'incidente), in servizio sul Mississippi, mentre era in prossimità della città di Memphis, Tennessee. Tre delle sue quattro caldaie esplosero, per cause mai accertate (alcune pubblicazioni formulano anche l'ipotesi di un sabotaggio[3]), provocando la morte di circa 1547 passeggeri, su un totale di 2347 persone a bordo, e il susseguente rapido affondamento della nave. L'intera tragedia si consumò in circa quindici minuti[4]. Sebbene la capacità di trasporto di progetto fosse di 376 passeggeri (76 in cabina e 300 sul ponte), il battello era stato stipato con soldati degli Stati dell'Unione appena liberati dalla detenzione nelle prigioni degli Stati Confederati. Questo disastro detiene tuttora il non invidiabile primato di essere il più serio incidente nella storia della navigazione civile americana.

Quello del Sultana non era stato il primo incidente a coinvolgere un battello a vapore. Già nel 1816, il battello The Washington presso Marietta, Ohio, fu sconvolto da un'esplosione che causò dodici morti e cinque feriti (secondo le cronache). Sette anni prima del Sultana, il 13 giugno 1858, sempre a Memphis, Tennessee, un altro battello a vapore, SS Pennsylvania, aveva provocato la morte di circa 250 passeggeri, a causa dell'esplosione della sua caldaia. Un altro serio incidente, sempre dovuto all'esplosione della caldaia, era occorso il 27 aprile 1863 al battello a vapore Ada Hancock, causando la morte di ventisei passeggeri, su un totale di cinquantatré. Il battello era in rada nella San Pedro Bay, il porto di Los Angeles, in prossimità di Wilmington, California.

Il rosario di incidenti navali, iniziato nel 1816, continuò, praticamente ininterrotto, per tutto il secolo, sebbene con incidenti meno gravi, in termini di mortalità, di quelli ricordati.

Nel settore industriale, il 4 febbraio 1850 l'esplosione di una caldaia sita a The Hague Street, New York City, causò sessantasette morti e circa cinquanta feriti. Quattro anni più tardi, il 2 marzo 1854, l'esplosione della caldaia della Woodruf and Beach, in servizio presso la Gray Car Works, provocò diciannove morti e più di cinquanta feriti gravi<sup>[5]</sup>.

Dopo un periodo di relativa tranquillità, da intendersi solo in termini di tasso di mortalità, giacché gli incidenti continuarono ad accadere con elevata frequenza, si arriva a quello che è comunemente considerato come uno spartiacque per lo sviluppo di una legislazione mirata da cui trae origine il BPVC: il disastro del calzaturificio Grover a Brockton, Massachusetts (58 morti e 117 feriti), accaduto il 20 marzo 1905[5] (nota: sebbene alcune pubblicazioni[11] indichino la data del 10 marzo, quella riportata è la data ufficiale delle cronache del tempo[6] sostenuta da altre autorevoli fonti<sup>[7], [2]</sup>). Le fotografie (fig 2, fonte web) mostrano la fabbrica prima e dopo l'incidente. Una vecchia caldaia, usata come riserva durante la manutenzione del modello più recente normalmente in servizio, esplose scagliando schegge infuocate che attraversarono come proiettili i tre piani sovrastanti e il tetto. Il cedimento delle travature, accompagnato dalla caduta delle pesanti macchine sostenute, costituì una trappola mortale per i lavoratori sopravvissuti all'esplosione. Il carbone incandescente espulso dalla caldaia, depositandosi sul tetto ne provocò il rapido incendio, rafforzato dalla rottura delle linee di gas. Una successiva esplosione di caldaia avvenne il 6 dicembre 1906 ancora una volta in una fabbrica di scarpe, sita a Lynn, sempre nel Massachusetts. Sebbene avesse causato solo un morto, fu proprio quest'ultimo incidente a dare il decisivo impulso all'iniziativa legislativa che, dopo l'incidente di Brockton, il Governatore dello Stato del Massachusetts aveva deciso di intraprendere.

#### LA REAZIONE DELLA SOCIETÀ CIVILE AMERICANA: ATTIVITÀ NORMATIVA E RUOLO DELLE ASSOCIAZIONI PRIMA DELL'INCIDENTE DI BROCKTON

Nel 1866 nacque la prima compagnia assicurativa per le caldaie, la Hartford Steam Boiler Insurance Company (HSB). Essa ben presto stipulò polizze assicurative con gran parte degli impianti industriali del New England, conducendo al tempo stesso rigorose e periodiche verifiche ispettive. Attività questa certamente utile, ma non risolutiva, se si pensa che un paio di mesi prima dell'esplosione, la caldaia di riserva del calzaturificio Grover era stata accuratamente ispezionata da un ispettore della HSB, ricevendo il





Figura 2 - Il calzaturificio Gover a Brockton, Massachusetts.

nulla osta a continuare l'operatività. Si noti che nel caso di Brockton, l'assicurazione stipulata non copriva tutti i danni; pertanto la fabbrica fallì.

Per far fronte alla crescente criticità delle nuove macchine, incluse quelle basate sulla tecnologia a vapore, alcuni dei più importanti costruttori e inventori della fine del secolo: l'ingegnere siderurgico Alexander Lyman Holley, Henry Rossiter Worthington e John Edison Sweet nel 1880 (anno in cui si registrarono 159 esplosioni di caldaie) fondarono un'associazione di ingegneri meccanici che costituì l'embrione dell'*American Society of Mechanical Engineers* (ASME). Holly presiedette il primo incontro che si tenne presso la sede editoriale della rivista "American Machinist" il 16 febbraio 1880 e contò la partecipazione di trenta tecnici. Da quel momento, l'associazione tenne regolari e formali incontri per discutere lo sviluppo di

macchine e utensili, oltre che di pratiche operative. Nel 1883 il Comitato su Standard e Misure di ASME (Committee on Standard and Gauges) s'impegnò nella redazione di una norma per la valutazione della capacità e il collaudo delle caldaie a vapore, pubblicata nel 1884 con il titolo "Code for the Conduct of Trials of Steam Boilers" (da alcuni citato come "Standard Method for Steam Boiler Trials"). L'anno successivo, ASME insediò lo "Standard Committee on Pipe and Pipe Threads".

Nel 1889, sospinti dall'esigenza di bloccare l'elevato tasso di mortalità innescato dall'uso crescente di generatori di vapore di potenza sempre più elevata, i costruttori di caldaie americani fondarono l'*Ameri*can Boiler Manufacturers Association (ABMA) con l'intento di redigere uno standard per la progettazione e la costruzione, che consentisse di prevenire la pro-



duzione e la commercializzazione di caldaie non idonee. L'associazione insediò inizialmente dei comitati dedicati ad aspetti specifici quali la selezione dei materiali, le prove e le ispezioni, i collegamenti rivettati, l'installazione delle valvole e la messa in servizio. Nel 1892 fu, finalmente, insediato un comitato cui fu assegnato il mandato di redigere un insieme organico di norme (*Uniform Specification Committee*), sotto la presidenza del colonnello Edward D. Meier.

Le numerose esplosioni di caldaie che avevano costellato il diciannovesimo secolo e l'elevato tasso di mortalità associato avevano fatto, dunque, comprendere quanto fosse urgente un intervento a tutela degli utenti. Essendo la tecnologia dell'epoca fondata sul vapore quale fonte energetica primaria, gli apparecchi a vapore e a pressione avevano significativamente

aumentato la potenza erogata, richiedendo crescente attenzione di esercizio e manutenzione regolare e continua, senza con ciò conseguire tuttavia un significativo incremento del loro livello di affidabilità e sicurezza. La situazione complessiva era aggravata dal fatto che, nonostante i numerosi incidenti (nel decennio 1880-1890 erano avvenute

più di 2000 esplosioni di caldaie<sup>[7]</sup>), in nessuno Stato dell'Unione era cogente l'adozione di un codice o norma per la costruzione di caldaie a vapore.

Sino ai primi anni del ventesimo secolo la costruzione di caldaie e apparecchi a pressione continuò, dunque, a essere eseguita in conformità a pratiche più o meno consolidate dall'esperienza sino allora accumulata, ma senza specifiche regole né leggi da rispettare.

Solo nell'ultimo decennio del diciannovesimo secolo maturò la consapevolezza della necessità di un deciso cambiamento di passo e in alcuni Stati dell'Unione cominciarono i primi tentativi di mettere ordine nella materia. Tra questi spiccava lo Stato del Massachusetts perché la dirompente industrializzazione del suo territorio aveva condotto all'esercizio di un'elevata popolazione di caldaie (nel 1890 negli

Stati Uniti erano in esercizio più di 100.000 caldaie<sup>[7]</sup>). L'idea di redigere una legge che disciplinasse la costruzione di queste macchine, tuttavia, non si concretò per due ragioni; la prima dovuta al lavoro condotto sino allora dalla HSB: la seconda dovuta al fatto che nel quinquennio 1898-1902 il Massachusetts non registrò nessun incidente serio. Questo dato, in forte contrasto con il resto della nazione che nello stesso periodo aveva contabilizzato circa 1600 esplosioni gravi, aveva indotto a ritenere che la legge del 1850, che aveva imposto in tutto il Massachusetts l'introduzione di dischi di rottura (fusible plugs) in tutte le caldaie stazionarie ad alta pressione, stesse cominciando a dare positivi effetti. Inevitabilmente, l'attenzione sul fenomeno si allentò e la legge attesa non vide la luce.

"La Sezione ASME Italia ha conseguito l'Oustanding Program Award di ASME per l'anno 2011, categoria Special Event, grazie alla "Conference on PED Requirements and ASME Code" che si è svolta a Genova il 20 e 21 ottobre 2011.

La Sezione ASME Italia è particolarmente lieta di questo riconoscimento perché, questo evento, concepito, voluto, organizzato e sponsorizzato da italiani, è stato giudicato da una commissione internazionale come il più meritevole a livello mondiale. Una bella soddisfazione anche per le aziende genovesi, Ansaldo e Rina che, insieme a Danieli, hanno contributo al successo della conferenza e per le autorità locali che lo hanno patrocinato! LA REAZIONE AGLI INCIDENTI DI BROCKTON E LYNN

Come spesso accade nella storia, di quella tecnica in particolare, occorse un nuovo "Black Swan" (ricorrendo all'espressione entrata in uso nella valutazione dei rischi, dopo la pubblicazione del fortunato libro di Taleb<sup>[9]</sup>), l'incidente di Brockton, per dare

il definitivo impulso a

rompere gli indugi e mettere finalmente mano ai primi interventi legislativi.

Sull'onda della forte emozione causata dall'incidente di Brockton, nel 1905, ASME rinnovò la sua missione, ridefinendo in modo chiaro e preciso la funzione che l'associazione avrebbe assunto a tutela della collettività.

Un mese dopo l'incidente di Lynn, lo stato del Massachusetts, su impulso del suo Governatore, insediò un comitato di cinque esperti con il mandato di redigere una legge statale per le caldaie (Five-Man Board of Boiler Rules). Il comitato licenziò la legge a fine estate del 1907. La legge inizialmente costituita da sole tre pagine, fu nello stesso anno sostituita da "An Act Relative To the Operation And Inspection of Steam Boilers" (1907 Chap. 0465, http://archives.lib.state.





ma.us/handle/2452/74865), che raccoglieva le osservazioni avanzate da ASME, anche a nome di diversi costruttori. Approvata il 29 maggio 1907 (la legge era costituita da trenta sezioni), essa, nota anche come "Uniform Boiler Rules Massachusetts", fu infine emanata nel 1908. Nel 1911 una legge quasi integralmente identica fu adottata anche dallo stato dell'Ohio, che vi apportò solo piccole modifiche<sup>[10]</sup>.

Nel 1911, rispondendo a una richiesta tanto dei costruttori che degli utilizzatori, al fine di sanare le divergenze che si erano sviluppate tra le diverse legislazioni via via emanate e di superare l'insuccesso del comitato dell'American Boiler Manufacturers Association (ABMA), i cui membri erano apparsi orientati più a curare gli interessi aziendali che non quelli collettivi, ASME insediò il primo comitato per lo sviluppo di un codice sulle caldaie (Boiler Code Committee) che emanò il primo Boiler & Pressure Vessel Code (BPVC) pubblicato nel 1915, con il titolo di "ASME Rules for Construction of Stationary Boilers and For Allowable Working Pressures". La prima edizione di quello che sarebbe divenuto il famoso BPVC era costituita da 114 pagine raccolte in unico volume[11]. Que-

sto codice acquistò ben presto il valore di legge in molti Stati dell'Unione e Province del Canada.

Nel 1919 (il 2 dicembre), su iniziativa dell'ispettore capo dell'Ohio, Carl Myers, si riunirono gli ispettori capo di altre giurisdizioni per avviare la creazione di un comitato di ispettori in rappresentanza dei diversi Stati dell'Unione. Questo incontro dette l'avvio alla nascita del corpo nazionale degli ispettori di caldaie e apparecchi a pressione statunitense, il National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors.

#### PERCHÉ STANDARDIZZARE

Uno standard tecnico ha tre scopi principali: la tutela delle persone, delle cose e dell'ambiente. La tutela delle persone si traduce nel garantire la sicurezza della collettività di fronte all'esercizio di apparecchiature il cui cedimento strutturale può avere effetti distruttivi, a causa dell'energia immagazzinata all'interno della cosiddetta "barriera di pressione", e la cui costruzione, in termini di progettazione, manifattura, controllo e installazione, richiede competenze specialistiche, in taluni casi estremamente sofisti-



cate, che trascendono la buona pratica costruttiva e la cosiddetta buona ingegneria.

Il loro largo impiego in tutti i settori industriali, dal petrolchimico al farmaceutico all'alimentare, rende gli apparecchi e sistemi a pressione molto critici anche sotto il profilo della sicurezza degli approvvigionamenti e dei rifornimenti, ancora una volta con un elevato impatto sulla collettività in termini economici. Il possibile rilascio di fluidi contenuti, tossici o inquinanti (si pensi a Seveso), con il conseguente impatto ambientale completa il quadro.

Non c'è dunque paese industrializzato in cui non sia stata emessa una raccolta di regole spazianti dalla selezione dei materiali, ai criteri di progettazione e di realizzazione, ai controlli, sino alla messa in servizio e alla riparazione.

In campo progettuale, nonché realizzativo, l'esigenza di standardizzare nasce allorché si affrontano problemi che non possono essere risolti in sicurezza ricorrendo alle normali regole della scienza o della tecnica delle costruzioni, o dalla buona pratica realizzativa, ma richiedono di essere supportate da evidenze sperimentali, da sofisticati metodi di indagine, dal monitoraggio delle costruzioni esistenti. Da tutto quell'insieme di conoscenze teoriche e pratiche che il singolo ingegnere non riuscirà ad acquisire da solo in modo completo e per la cui applicazione è necessario mettere insieme diverse e molteplici esperienze. L'ambito delle apparecchiature a pressione è emblematico di guesta situazione. I meccanismi di cedimento strutturale possono essere innescati da svariati fattori talora interagenti in modo affatto evidente che spaziano dal tipo di materiali usati, alle modalità di esecuzione delle giunzioni, al tipo di controllo cui sono state soggette le saldature, alla tecnica di analisi adottata per la valutazione della distribuzione delle sollecitazioni e la verifica delle stesse.

Da questa complessità di interazioni, in cui la progettazione non può prescindere dalle modalità di approvvigionamento dei materiali o dalla tecnica adottata per le saldature o dalle modalità di esercizio, nasce l'esigenza dello standard, inteso come raccolta omogenea e organica di regole riguardanti i materiali, il dimensionamento, la fabbricazione e i controlli.

Il rispetto di quest'insieme di regole nella sua interezza è l'assicurazione offerta alla collettività che il manufatto può essere utilizzato in sicurezza.

Ouesto concetto implica che ciascun corpo normativo va sempre considerato nella sua interezza, senza deviazioni o scorciatoie, cosicché in linea di principio non è ammesso attingere, come spesso capita, ahimè, di vedere e viene comodo fare, un po' dall'uno e un po' dall'altro codice. Paradigmatiche sono, al riguardo, le differenze tra la Divisione 1 e la Divisione 2 della sezione VIII del BPVC. Il BPVC non consente di costruire un apparecchio a pressione mischiando le regole delle varie divisioni o sezioni. Un tale apparecchio sarebbe in linea di principio realizzato non con il grado di sicurezza intrinseco che la normativa richiede. Analogo concetto è valido per qualunque altra normativa. Questa considerazione non comporta. tuttavia, l'impossibilità di usufruire di formulazioni analitiche offerte da una normativa, quando si lavori con un'altra normativa che ne sia priva, ma impone di utilizzarle sempre nell'alveo del rispetto dei requisiti essenziali di sicurezza della seconda che devono essere, dunque, ben noti e chiari al progettista.

#### SVILUPPO DEL BOILER AND PRESSURE VESSEL CODE

Da quella prima edizione di 114 pagine raccolte in un unico volume, il BPVC ASME si è gradualmente ampliato raggiungendo l'attuale composizione di trentuno volumi, di cui dodici dedicati agli impianti nucleari e due ai cosiddetti Code Cases. Attualmente ASME pubblica più di 600 tra norme e codici.

Per dare un'idea della completezza e dell'articolazione del BPVC si riporta di seguito l'elenco completo dei volumi che lo compongono:

- Section I Rules for Construction of Power Boilers
- Section II Materials Part A Ferrous Material Specifications
- Section II Materials Part B Nonferrous Material Specifications
- Section II Materials Part C Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals
- Section II Materials Part D Properties (Customary)
- Section II Materials Part D Properties (Metric)
- Section III Rules for Construction of Nuclear Facility Components - Subsection NCA - General Requirements for Division 1 and Division 2
- Section III Division 1- Subsection NB Class 1 Components



- Section III Division 1 Subsection NC Class 2 Components
- Section III Division 1 Subsection ND Class 3 Components
- Section III Division 1 Subsection NE Class MC Components
- 12) Section III Division 1 Subsection NF Supports
- Section III Division 1 Subsection NG Core Support Structures
- Section III Division 1 Subsection NH Class 1
   Components in Elevated Temperature Service
- 15) Section III Division 1 Appendices
- Section III Division 2 Code for Concrete Reactor Vessels and Containments
- 17) Section III Division 3 Containment Systems and Transport Packaging for Spent Nuclear Fuel and High Level Radioactive Waste
- 18) Section III Division 5 High Temperature Reactors
- 19) Section IV Rules for Construction of Heating Boilers
- 20) Section V Nondestructive Examination
- 21) Section VI Recommended Rules for the Care and Operation of Heating Boilers
- 22) Section VII Recommended Guidelines for the Care of Power Boilers

- Section VIII Rules for Construction of Pressure Vessels - Division 1
- 24) Section VIII Rules for Construction of Pressure Vessels - Division 2 — Alternative Rules
- 25) Section VIII Rules for Construction of Pressure Vessels - Division 3 — Alternative Rules for the Construction of High Pressure Vessels
- 26) Section IX Welding and Brazing Qualifications
- Section X Fiber-Reinforced Plastic Pressure Vessels
- 28) Section XI Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components
- Section XII Rules for Construction and Continued Service of Transport Tanks
- 30) Code Cases: Boiler and Pressure Vessels
- 31) Code Cases: Nuclear Components

Il BPVC è adottato, anche con la forza di legge, in tutti i cinquanta Stati degli Stati Uniti d'America e in tutte le Province Canadesi. Di esso sono distribuite più di 92000 copie, utilizzate in circa 100 stati su scala mondiale. Al suo aggiornamento, che dal 2011 avviene con cadenza biennale, contribuiscono più di 950 ingegneri volontari.

#### Riferimenti bibliografici:

- [1] Stephen Ambrose Remembering Sultana, National Geographic News, May 1, 2001.
- [2] Caravan, Derek A Remembering the 1905 Grover Shoe Factory Explosion National Board of Boiler and Pressure Vessel Inspectors Bulletin Fall 2005 Volume 60 Number 3
- [3] Rule, G. E.; Rule, Deb The Sultana: A case for sabotage, North and South Magazine 5 (1), December 2001.
- [4] Berryman, Hugh E., Ph.D. Potter, Jerry O., J.D.; and Oliver, Samuel The III-Fated Passenger Steamer Sultana: An Inland Maritime Mass Disaster of Unparalleled Magnitude Last Word Society Journal of Forensic Sciences, JFSCA, Vol. 33, No. 3, May 1988, pp. 842-850
- [5] Leong Yee Hong Chair Pressure Systems Interest Group, ASME Singapore Section, The Birth of a Code: ASME Boiler and Pressure Vessel Code, 2010
- [6] The New York Times Explosion Kills 53: Many are Missing Brockton Show Factory Collapses When Boiler Explodes, March 21, 1905.
- [7] J. Phillip Ellenberger, R. C. Pressure Vessels The ASME Code Simplified (Eight Edition). Mc Graw-Hill
- [8] Varrasi, John The True Harnessing of Steam (2011) http://www.asme.org/kb/news
- [9] Taleb, N. N. (2007). Il Cigno Nero Come l'improbabile governa la nostra vita. Milano, Il Saggiatore
- [10] Heine Safety Boiler Co. Steam boiler engineering, St. Louis, Mossouri, 1920
- [11] Domenic Canonico The History of ASME's Boiler and Pressure Vessel Code, ASME Mechanical Engineering Today, March 2011.

# sommario 2/2013



Rivista bimestrale della Federazione regionale degli Ordini degli Ingegneri della Liguria

Piazza della Vittoria, 11/10 16121 Genova

Presidente Marco Sartini (GE)

Segretario Riccardo Franchini (GE)

Consiglieri
Francesco Boero (GE)
Domenico Pino (IM)
Giuseppe Anselmo (IM)
Paolo Caruana (SP)
Claudio Rocca (SP)
Franca Briano (SV)
Marco Gaminara (SV)

RIVISTA BIMESTRALE ANNO LXVIII - N. 2 marzo-aprile 2013

Direttore Responsabile Gaetano Paolillo Tesoriere Gianluigi Calzetta

Direttore Editoriale Nicola Berlen Consiglio di Redazione Augusto Isola Luca Lombardo Tonino Maggesi

Consiglio di Direzione
Francesco Boero
Paolo Caruana
Marco Gaminara
Fabio Ravera

Tonino Maggesi Gianluca Orlando Claudia Bedini Andrea Novelli Consiglio Scientifico

Redattore Capo Maria Teresa Muccioli Alberto Baudà Andrea Del Grosso Roberto Levaggi Giovanni Rolando

Periodico bimestrale Anno LXVIII - N. 2 - Marzo-Aprile 2013 Autorizzazione n. 64 del 25-3-1949

Spedizione in a.p. Gruppo IV 45% Filiale di Genova - Invio in abbonamento postale agli iscritti agli albi degli ingegneri degli Ordini provinciali della Liguria

Materiale consegnato in tipografia per la stampa di questo numero: 12 aprile 2013

Stampa: Nuova Grafica LP Via Pastorino, 200-202 r - 16162 Genova

Direzione e redazione: Piazza della Vittoria, 11/10 - 16121 Genova tel. 010.593840 - 010.593978 - fax 010.5536129 www.ordineingegneri.genova.it

 $e\hbox{-}mail: federazione li guria @ordine in gegneri.genova. it$ 

Editore, coordinamento redazionale, grafica, impaginazione e pubblicità: Nuova Grafica LP Via Pastorino, 200-202 r - 16162 Genova

tel. 010.740.7450331/206 - fax 010.7450260 e-mail: graficalp@graficalp.191.it

Progetto grafico di Francesca Cavallero

È vietata la riproduzione anche parziale del testo, dell'impaginazione grafica e delle immagini senza espressa autorizzazione. Le immagini riprodotte sono della Federazione o reperite presso fonti d'informazione pubblica. I marchi citati appartengono ai rispettivi proprietari. In caso non sia stato possibile rintracciare gli aventi diritto, l'editore si dichiara disponibile ad adempiere ai propri obblighi.





Ci hanno segnalato un'omissione: la firma dell'articolo "in primo piano" del nº 1/13 (pag. 10). Ce ne scusiamo, *in primis*, con il collega e poi con i lettori, provvedendo alla doverosa correzione. L'autore dell'articolo "La genesi del Boiler and Pressure Vessel Code ASME" è l'ingegner Francesco Alicino, presidente della sezione ASME Italia.