atti e bollettino di informazione degli ordini degli

ingegneri della Liguria

Rivista bimestrale della Federazione regionale degli Ordini

Tra Regione e ingegneri una consultazione permanente

Come battere la corrosione in un grande impianto termico

Trasporto locale, si può migliorare il servizio dei bus a chiamata

2/12

Rivista bimestrale anno LXVII - n° 2 Marzo - Aprile 2012 - Tariffa R.O.C.: Poste Italiane S.p.a - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L.27/02/2004 n.46) art.1 comma 1 - CNS Genova N. 531 Anno 2003 - € 2,00

periodico Omologato Posteitaliane

Rivista bimestrale della Liguria

Tubi in pressione il delicato problema della sicurezza

Completiamo il resoconto, iniziato nel numero scorso, del convegno ASME svoltosi ad ottobre al Porto Antico di Genova, parlando della Sessione III: "*Power Plants and Process Plants*" che si prefiggeva di discutere come soddisfare i requisiti essenziali di sicurezza PED adottando gli standard ASME B31.1 e ASME B31.3 per la costruzione di linee di tubazione di impianti di potenza e di processo, rispettivamente.
Il primo oratore, David Morris, vice presidente della sezione ASME di Regno Unito e Irlanda e membro del *Board of Pressure Technology Codes & Standards* di ASME, ha svolto un'ampia panoramica sulle tecniche costruttive adottate in Europa per tutte le apparecchiature a pressione, tubazioni incluse, soffermandosi in particolare sui detentori del marchio ASME, cioè su quelle aziende qualificate da ASME per apporre sui loro manufatti tale marchio (i cosiddetti "ASME *stamp holders*"). L'oratore ha trattato aspetti relativi ai materiali, ai processi di saldatura, ai controlli non distruttivi, ai collaudi e come i costruttori orientati ad operare nel mercato globale agiscono al fine di soddisfare i diversi requisiti evitando di incorrere in un insostenibile incremento dei costi. L'indicazione di David è che, essendo provato che il codice ASME è quello più estesamente utilizzato, il modo più conveniente per soddisfare altri requisiti normativi è condurre un'analisi delle differenze (*Gap analysis*) intervenendo dunque solo in quelle aree della costruzione in cui queste differenze emergono. Le aree precedentemente indicate da Peter Hanmore e Robert Kauer sono quelle dove tipicamente si evidenziano differenze quantitative e qualitative che è necessario superare per far sì che un apparecchio costruito in ottemperanza ad ASME sia al contempo certificato PED.
Il secondo intervento, svolto da Michel Margat, *Engineering / Codes and Standards Manager* presso HSB Europe, ha illustrato come sia possibile usare lo standard ASME B31.1 per soddisfare la PED per le linee di tubazioni destinate ad impianti di potenza (impianti termoelettrici, impianti di teleriscaldamento, impianti geotermici). Come noto la PED si applica anche alle tubazioni la cui categorizzazione, sotto l'aspetto del rischio, è condotta in modo affatto simile agli apparecchi a pressione tradizionali, sostituendo al prodotto volume per pressione usato per questi ultimi, il prodotto diametro nominale (DN) per pressione e tenendo conto del tipo di fluido confinato all'interno. Per le tubazioni, a differenza degli altri apparecchi, la massima categoria PED è III e non IV. Anche in questo caso il passo fondamentale è individuare gli aspetti dei PED-ESR non coperti dallo standard ASME B31.1 e definire la strategia più idonea per colmare le lacune (si riaffaccia dunque la *Gap Analysis* illustrata da David Morris). Le principali differenze si riscontrano: 1) nell'analisi dei rischi non prevista da ASME B31.1; 2) nel collaudo a pressione, in quanto PED richiede valori diversi da B31.1; 3) nel manuale operativo non previsto da ASME B31.1.
Un'ampia disamina è stata dedicata all'aspetto dei materiali, alle loro proprietà e caratteristiche tensili che devono rispettare i requisiti minimi richiesti da PED e dettagliatamente descritti dagli standard europei armonizzati. Riguardo ai criteri di progettazione, Michel non poteva esimersi dal discutere l'aspetto dei differenti fattori di sicurezza adottati da ASME B31.1 e da PED (o dalla norma europea armonizzata EN 13480) per definire le tensioni ammissibili.

Al recente convegno ASME di Genova una sessione è stata dedicata a questo argomento – Come rispettare i requisiti senza affrontare costi insostenibili e armonizzare i diversi standard.

Parte di questa presentazione è stata infine dedicata ai criteri di valutazione della conformità per i sistemi di tubazione che, per la loro peculiarità, possono essere valutati per parti (*spool certification*), per sistema (*system certification*) o per assieme (*assemblies certification*). Il tipo di certificazione adottata è a cura del costruttore. La scelta di uno di questi approcci ha ovviamente differenti implicazioni in termini di documentazione prodotta dal costruttore. Qualora il costruttore, non avendo visione dell'assieme in cui la tubazione prodotta sarà impiegata, opti per la certificazione per parti, è necessario tener presente che l'utilizzatore delle tubazioni sarà tenuto ad integrare detta documentazione con quella più generale che tenga in debito conto l'assieme in cui la tubazione opererà, oltre che le istruzioni del costruttore delle parti.
L'ing. Fulvio Revello del Rina ha successivamente esposto i requisiti per le prove in pressione dei sistemi di tubazioni, sul contributo dei controlli non distruttivi e sul possibile ricorso alla prova pneumatica. Un punto assai delicato, e talora controverso, riguarda la facoltà concessa da PED di ricorrere a prove alternative alla classica prova in pressione idrostatica in tutti quei casi in cui quest'ultima è pericolosa o non praticabile. Tipo (trattasi essenzialmente di NDT - *Non Destructive Tests*) ed estensione dei test alternativi è consueta materia di discussione tra costruttori ed Organismi Notificati. Il ricorso alla prova in pressione pneumatica è permesso (per quanto sconsigliato a causa della sua pericolosità) dalla Guideline 8/16 e regolamentato dalla Norma Europea EN 13480-5. Questa prova è consentita, previa adozione di tutte le necessarie misure di sicurezza, solo in quei casi in cui la prova in acqua è pericolosa per il successivo impiego della tubazione (non tollerabilità delle più piccole tracce di acqua) o è impraticabile. Per le tubazioni, EN 13480 richiede che il valore di pressione di collaudo in aria sia lo stesso del collaudo idrostatico, marcando una netta differenza con lo standard ASME B31.3 che ad esempio ammette il collaudo in aria con pressione pari solo al 110% della pressione di progetto.
La Prof.ssa Laura Vergani, presidente dell'Associazione Italiana Analisi Sollecitazioni (AIAS), ha infine svolto un'interessante illustrazione dei risultati ottenuti da una ricerca condotta dal Politecnico di Milano e da ENI, circa gli effetti congiunti dell'idrogeno e della bassa temperatura sulle proprietà meccaniche di acciai per "pipeline" usate nell'industria del gas e del petrolio. Questi manufatti tipicamente operano in ambienti ricchi di CO_2 e H_2S. L'acido solfidrico è potenziale causa di infragilimento da idrogeno di acciai al carbonio e basso legati e ancora non è noto, da letteratura, l'effetto combinato della presenza di idrogeno e le basse temperature ambientali (-40°C) a cui le tubazioni sono a volte esposte. La ricerca condotta si proponeva di indagare questi fenomeni, gli effetti sinergici e le contromisure da attuare, con lo scopo di giungere a definire delle regole di costruzione e progettazione che possano in futuro minimizzare i rischi. I materiali considerati nello studio sono due classici per questi impianti: ASTM A 182 F22 (2½ Cr 1 Mo) e API 5L X65 (Acciaio C-Mn micro-legato). Su adeguati provini realizzati con questi due materiali sono stati condotti test di trazione, impatto, tenacità e accrescimento per fatica di cricche. Questi test hanno portato ad alcune significative conclusioni: 1) il materiale "caricato" con idrogeno esibisce un significativo decremento delle proprietà meccaniche; 2) l'effetto è particolarmente rilevante per la tenacità (valutata come *J-integral*), in quanto il materiale perde la capacità di plasticizzarsi se sottoposto ad elevati stati tensionali; 3) l'effetto di infragilimento da idrogeno non è influenzato dalla temperatura; 4) dal punto di vista della crescita per fatica dei difetti, la bassa temperatura, unita alla bassa frequenza dei cicli di carico, esibisce un effetto favorevole perché, riducendo la mobilità dell'idrogeno, attenua l'effetto di infragilimento e la conseguente crescita del difetto dovuta all'idrogeno che migra all'apice del difetto; 5) quando la velocità di accrescimento dei difetti aumenta, la dipendenza di questa dalla presenza di idrogeno diminuisce perché esso non ha più possibilità di accumularsi all'apice del difetto.

La prova pneumatica può sostituire quella classica in pressione idrostatica? Gli effetti di idrogeno e basse temperature sugli acciai delle "pipeline".

Al termine di queste esposizioni, l'ing. Fulvio Revello ha presieduto la tavola rotonda che ha dato al pubblico la possibilità di intervenire con domande specifiche e ai relatori di fornire preziosi approfondimenti dei temi trattati.
La Sessione IV: "*Nuclear Plants and Components*".
La direttiva europea sugli apparecchi a pressione (PED) non si applica ai componenti in classe di sicurezza nucleari, quei componenti cioè che possono causare il rilascio di materiale radioattivo. Il "*Boiler and Pressure Vessel Code*" dedica invece l'intera sezione III, a sua volta articolata in

sottosezioni, da NA a NH, oltre alla sezione XI, agli apparecchi a pressione, incluse le tubazioni, destinati all'impiego in impianti nucleari. Questa Sessione, dunque, più che a mettere a fuoco come soddisfare i requisiti di sicurezza della PED mediante l'applicazione del codice ASME, si proponeva di fornire indicazioni su quest'ultimo e sulle sue applicazioni, aprendo una finestra sul futuro attraverso una illustrazione dei reattori di nuova generazione (la quarta) e sulle esigenze normative che ne scaturiscono.
La prima presentazione, svolta da Manfred Dilly, ha fornito un sintetico ma completo excursus sui requisiti della Sezione III del BPVC di ASME. La materia è così vasta e i concetti tanto diversificati e vari che si farebbe torto al relatore (oltre che ad ASME) nel tentare in questo poco spazio una sia pur minima sintesi della relazione di Manfred.
Forte presa sul pubblico ha avuto la presentazione dell'ingegner Flavio Magris, responsabile della progettazione dei componenti in Ansaldo Nucleare S.p.A.
L'ingegner Magris ha illustrato il progetto di uno scambiatore di calore prototipico per il sistema di rimozione passiva del calore residuo dell'impianto nucleare (di generazione III+) AP 1000 di licenza Westinghouse, in realizzazione sul territorio cinese. Ansaldo Nucleare ha curato l'intero iter di fornitura di questo importante componente, dalla progettazione, integralmente svolta in Ansaldo, alla realizzazione, affidata alla Mangiarotti Nucleare. Partendo dall'inquadramento della funzione svolta dall'apparecchio a garanzia del processo che caratterizza gli impianti tipo AP 1000, la sicurezza passiva che permette di gestire gli eventi accidentali affidandosi alla gravità e alla convenzione naturale, senza intervento di operatori, Flavio Magris ha, con dovizia di informazioni, illustrato i requisiti tecnici che lo scambiatore deve soddisfare. Tra questi, particolare rilevanza ha lo schema del fascio tubiero, caratterizzato da una sagomatura a C, e i conseguenti problemi di dilatazione termica differenziale cui si contrappone la necessità di guidare in modo opportuno il fascio stesso, limitando a livelli accettabili le spinte sui tubi e sulle piastre, e le deformazioni dei tubi stessi. Oltre al fascio tubiero una notevole sfida tecnologica è offerta anche dal sistema di supporto dello scambiatore (*Housing Structure*), a sua volta ancorata al mondo esterno mediante due sostegni inferiori con caratteristiche antisismiche in direzione verticale e tali da impedire il movimento orizzontale in direzione perpendicolare ai rami orizzontali del fascio e di consentire la dilatazione nella direzione di questi ultimi, e da un supporto superiore che offre solo il vincolo nella direzione perpendicolare, ma consente il movimento nella direzione parallela al fascio tubiero. Le piastre tubiere sono infine saldate alla parete del muro del cosiddetto IRWST (acronimo di *In-Containment Refueling Water Storage Tank*). I carichi che cimentano questo apparecchio, oltre alla pressione e ai transitori termici, consistono nell'azione sismica, nella spinta delle tubazioni collegate e nei carichi idraulici indotti dall'attivazione degli spruzzatori (spargers). Gli aspetti più critici da risolvere sono legati agli effetti dei transitori termici, aggravati dalla peculiare geometria del componente, per quanto attiene al sistema di vincolo delle piastre tubiere (*extended flange*) e alla contemporaneità di evento sismico e transitori termici per i fasci tubieri e la sua struttura di supporto. Il calcolo

Un aspetto del tavolo della presidenza al recente convegno ASME.

dello stato tensionale è stato svolto avvalendosi del software ad elementi finiti Ansys e la verifica è stata eseguita con le regole della sottosezione NB (componenti in classe di sicurezza 1) della Sezione III del codice ASME.
Il Dr. Guglielmo Lomonaco dell'Università di Genova ha infine offerto un'interessantissima panoramica sui reattori di IV generazione con particolare attenzione a quegli aspetti ingegneristicamente innovativi che richiedono approfondimenti normativi. Gli impianti di quarta generazione, in un'ottica di sostenibilità, si prefiggono gli obiettivi di conservare le risorse naturali, minimizzare le scorie e ostacolare la proliferazione nucleare, garantendo al tempo stesso l'economicità, la sicurezza e l'affidabilità di esercizio. Le linee di ricerca corrente offrono diverse architetture per il conseguimento degli obiettivi illustrati: reattori veloci al sodio, reattori veloci al piombo, reattori veloci a gas, reattori a gas ad alta temperatura, reattori raffreddati ad acqua in condizione supercritica e reattori a sali fusi. Per ciascuno di questi reattori Guglielmo Lomonaco ha offerto indicazioni sulle loro proprietà, le sfide tecnologiche offerte, lo stato di avanzamento ed i tempi di realizzazione

stimati per i prototipi. Un approfondimento è stato dedicato ai VHTR (*Very High Temperature Reactors*) con uno sguardo ai limiti della normativa corrente (nella fattispecie la sottosezione NH) che lascia scoperti aspetti critici quali: comportamento a fatica a temperature elevate, scorrimento viscoso e sua interazione con la fatica, effetti delle impurità del refrigerante e della corrosione interstiziale, segregazione di carburi di cromo negli acciai inossidabili austenitici, invecchiamento delle leghe ad alte temperature, etc. Per i reattori ad acqua supercritica (SCWR), la cui tecnologia realizzativa appare più consolidata e matura, il codice ASME copre in modo più puntuale gli aspetti critici. Spazio è stato quindi dedicato ai reattori a sali fusi (MSR = *Molten Salt Reactor*), ai loro derivati FHR (*Fluoride-cooled High Temperature Reactors*), ai reattori veloci al sodio (SFR) e alle sfide tecnologiche offerte soprattutto in termini di materiali innovativi.

Un capitolo a sé è offerto dai reattori veloci al piombo (LFR) e ai reattori ELSY (*European Lead-cooled System*) e LEADER (*Lead Cooled Fast Reactor System*) studiati in Europa come loro possibile realizzazione. I reattori veloci a gas (GFR) sono stati infine discussi da Lomonaco con particolare riferimento ai materiali ceramici adottati per il combustibile e ai miglioramenti in termini di tenacità e duttilità che occorre apportare ai correnti materiali ceramici per renderli adatti a queste applicazioni. Nell'ambito dei GFR, il Dr. Lomonaco ha aperto una finestra sulla metodologia PSA (*Probabilistic Safety Analysis*) che, già in uso per l'analisi degli scenari incidentali dei reattori ad acqua, diventa imperativa per reattori così complessi come i veloci a gas. Alcune metodologie di PSA sono state messe a punto o sono in fase di avanzata redazione da parte di ASME e IAEA. In generale dunque le nuove generazioni di impianti nucleari richiedono approfondimenti metodologici e di standardizzazione riguardo al comportamento dei materiali e ai meccanismi di danneggiamento cui essi sono esposti che sono solo parzialmente coperti dagli standard correnti.

L'aver inquadrato quali aspetti richiedono indagine e approfondimenti è tuttavia il primo fondamentale passo avanti nella giusta direzione e rappresenta il contributo più importante del ricercatore, contributo che può essere sintetizzato nella frase di Claude Levi-Strauss che Guglielmo Lomonaco ha rammentato alla fine della sua esposizione: "*The scientist is not a person who gives the right answer, he is one who asks the right questions.*"

Al termine delle relazioni s'è tenuta la consueta tavola rotonda presieduta dall'Ingegner Sergio Orlandi, COO di Ansaldo Nucleare. Rispetto alle precedenti, questa tavola rotonda s'è però articolata in due parti; nel corso della prima i relatori, Manfred Dilly, Flavio Magris e Guglielmo Lomonaco, hanno risposto alle domande del pubblico. La seconda parte è stata dedicata ad un'interessante analisi dell'evento di Fukushima e delle sue implicazioni sul futuro dell'energia nucleare.

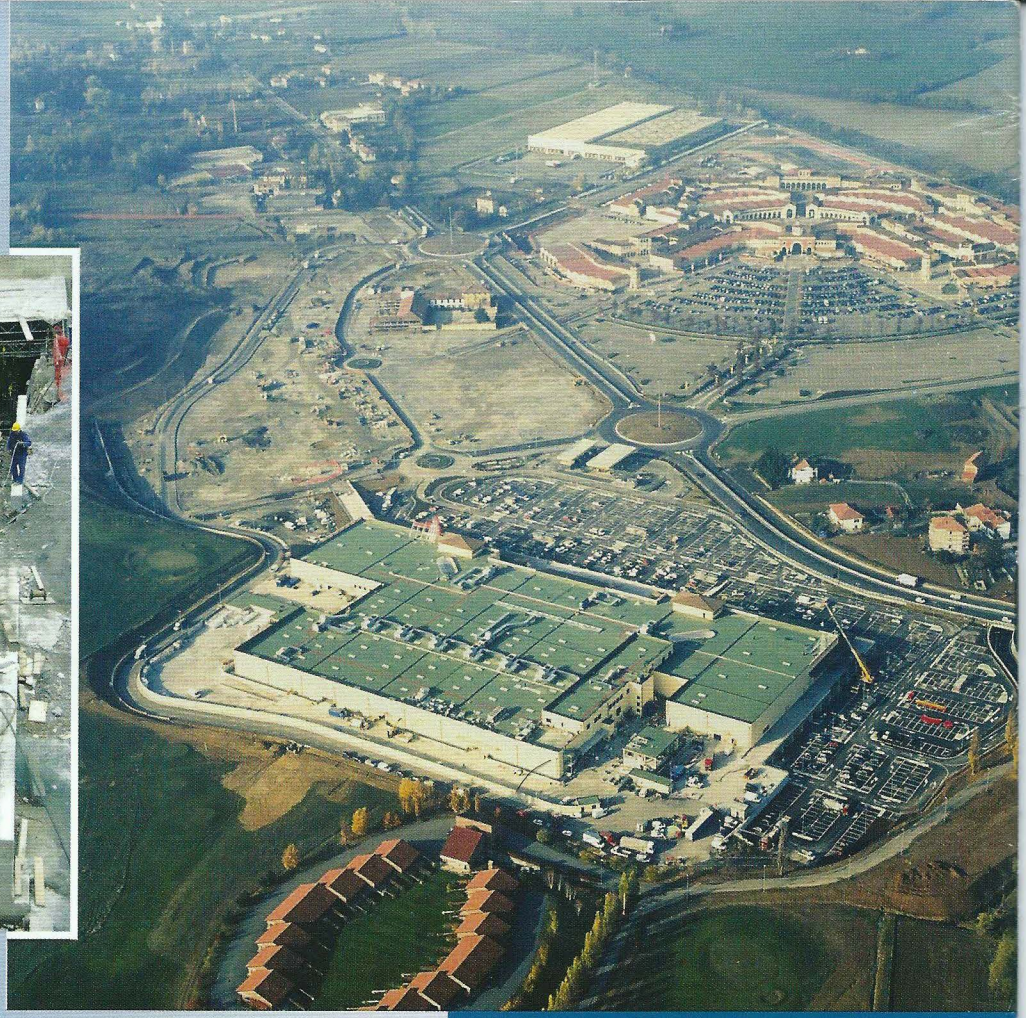
A questa seconda parte sono intervenuti l'Ingegner Giuseppe Zampini, CEO di Ansaldo Energia SpA, la Prof.ssa Paola Girdinio, preside della Facoltà di Ingegneria di Genova, il Prof. Pietro Canepa, dell'Università di Genova e Presidente della Nucleco, e lo scrivente. L'Ing. Sergio Orlandi ha sviluppato il tema "*Fukushima Accident – After seven months, what is Fukushima Lesson Learned – Summary of the Event*" illustrando l'evento di Fukushima e mettendone a fuoco le cause e gli effetti. L'Ing. Giuseppe Zampini si è intrattenuto sul tema "*Is Nuclear Energy still an Option after Fukushima? International Global View*" offrendo ai presenti un'approfondita ed efficace panoramica internazionale sul futuro del nucleare, analizzando vantaggi e rischi di questa tecnologia, di come il mondo industriale internazionale si rivolga ad essa, al di là dell'emotività innescata da eventi come quello di Fukushima. Sergio Orlandi, in sostituzione del Prof. Donato Aquaro, impossibilitato a partecipare, ha quindi discusso l'argomento "*Nuclear Safety and Available Nuclear technologies – Is there an answer to cope with Fukushima Event? Passive technologies, IV generation, Fusion or LERN?*", cui ha fatto seguito la Prof.ssa Paola Girdinio sull'argomento "*And what for Italy? After Fukushima and the referendum what remains of that Nuclear Italian Renaissance in the Research Centers, in the Universities and Italian System? Have we all lost our time?*" addentrandosi nei meandri della posizione italiana nei riguardi della tecnologia nucleare. Il Prof. Pietro Canepa ha trattato il tema "*And Decommissioning as well as Technological Park with National Storage might be enough to assure an Italian Safety Culture?*" discutendo le problematiche connesse allo smaltimento delle scorie radioattive. Lo scrivente, infine, soffermandosi sul tema "*Through the ASME Association is there any additional message related to post Fukushima as per Severe Accident Management, Beyond Design Basis Events and Associated Design Margins for specific events (Earthquake, Tsunami, Flooding, etc.)?*" ha tracciato in modo sintetico le iniziative intraprese da enti normativi quali ASME o regolativi quali NRC a seguito dell'evento di Fukushima.

Francesco Alicino

- 2 - fine

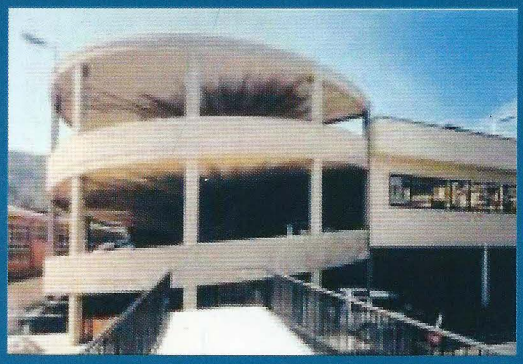
INGEGNERIA E TERRITORIO

TRE COLLI



PREFABBRICAZIONE E MONTAGGIO IN OPERA DI STRUTTURE, COMPONENTI E MANUFATTI IN C.A.V. E C.A.P. PER:

- Fabbricati industriali, artigianali e commerciali anche pluripiano a nodo rigido
- Tribune e gradinate per impianti sportivi
- Edilizia residenziale e sociale
- Parcheggi multipiano
- Travi da ponte e manufatti per grande viabilità
- Opere idrauliche, pipeline
- Difesa e conservazione del suolo
- Fognature ed impianti di depurazione



Realizzazione chiavi in mano di stabilimenti industriali, edifici commerciali ed artigianali.

Attività ed operazioni immobiliari per grandi insediamenti produttivi, residenziali e commerciali.

TRE COLLI

Impresa TRE COLLI S.P.A.
Sede Legale: Via Cornini Malpeli, 2 43036 Fidenza (PR) - Italy
Tel.0524 524300 - Fax 0524 524605
Sede Operativa: Via Jutificio, 1 - 15060 Carrosio (Al)
Tel. 0143 6441 - Fax 0143 683291