

Innovazione nell'illuminazione di aree pericolose

A technological innovation for lighting requirements in hazardous areas

PETER P. GLADIS

RSL Fiber Systems, East Hartford, Connecticut, USA

Riassunto

Sebbene non rientrante tra le tecnologie ed i materiali relativi a strade o asfalto, riportiamo una nota su una innovazione che può interessare direttamente o indirettamente vari settori ad essi collegati: l'illuminazione ed il trasporto a distanza dell'energia, tramite fibre ottiche di nuova concezione e *Light Emitting Diodes* a lunga durata e alta intensità. Tale tecnologia offre molteplici vantaggi per la sicurezza del personale e degli impianti stessi, soprattutto nelle aree dove possono esserci gas, materiali e liquidi esplosivi o nocivi, come ad esempio impianti che trattano idrocarburi, serbatoi, cantieri in galleria, ecc. Le navi della Marina Militare USA sono dotate di questi innovativi sistemi da più di 10 anni.

Summary

This paper reports a recent innovation in the illumination sector and in transport and delivery of lighting energy through the implementation of systems utilizing modern fiber optic cables and high-output, long life Light Emitting Diodes. This technology offers many advantages for employee safety, above all in locations where explosive gas or hazardous materials and liquids may be present, such as hydrocarbon production plants, tanks and tunnels.

1. Premessa

La lampadina è stata inventata più di 130 anni fa. Benchè oggi si pensi all'illuminazione come un campo tecnologico relativamente maturo, l'illuminazione potrebbe essere la prossima grande area di innovazione, in particolare per utilizzo in zone pericolose o in posizioni di difficile manutenzione. In tutto il mondo il campo della produzione e trasmissione di energia è prossimo ad un cambiamento radicale. Allo stesso tempo, l'illuminazione ed in particolare la trasmissione di energia fotonica via fibre ottiche ha il potenziale di rivoluzionare il nostro mondo, così come le fibre ottiche in precedenza hanno completamente cambiato le telecomunicazioni. Il fulcro di questo cambiamento è lo sviluppo di sorgenti di illuminazione con caratteristiche di estrema longevità, alta efficienza, sicurezza,

bassa manutenzione, combinate con metodi innovativi in grado di trasportare, controllare e distribuire quest'energia luminosa.

La meraviglia di questo approccio è che i componenti del sistema utilizzati per trasportare e distribuire l'energia luminosa sono completamente non-elettrici, rendendo l'intero sistema di illuminazione più sicuro. Gli "abilitanti" che oggi rendono attuabili questi nuovi sistemi sono i *Light Emitting Diodes* (LED) a lunga durata ed alta intensità, le nuove fibre ottiche ottimizzate per trasmissione di frequenze visibili e i nuovi laser ad emissione di luce rossa, verde, e blu. Sebbene queste tecnologie di base esistano da parecchi anni, solo ultimamente esse hanno avuto un enorme aumento delle prestazioni, combinato con un calo dei costi. L'unione di questi fattori sta creando una rivoluzione nel campo dell'illuminazione, simile e poten- ➤

zialmente più eccitante di quella creata dalla lampadina di Edison.

Le innovazioni presentate da questa nuova tecnologia di illuminazione con fibre ottiche possono essere molto importanti per il settore petrolchimico, offrendo molteplici vantaggi nelle aree di sicurezza per il personale ed un aumento di produttività in zone dove ci possono essere gas esplosivi, materiali e liquidi nocivi, o dove le luci siano difficili da raggiungere per installazione e manutenzione.

Molte delle odierne meraviglie tecnologiche, che usiamo tutti i giorni direttamente o indirettamente, sono state sviluppate inizialmente per affrontare esigenze e difficili problemi nel campo militare. Fra i vari esempi troviamo le reti di comunicazione a fibre ottiche, la navigazione satellitare e l'ottica per immagini ad alta definizione. Oggi queste tecnologie sono a disposizione di tutti: basti pensare ad Internet (originariamente DARPA-net), ai sistemi di navigazione stradale e all'ottica integrata in ogni telefonino portatile.

Lo sconvolgimento del mondo dell'illuminazione e della trasmissione di energia luminosa seguirà lo stesso percorso. La Marina degli Stati Uniti sta avviando un'iniziativa di modernizzazione totale che comprende anche l'aggiornamento dei suoi sistemi di illuminazione di bordo tramite sia lo sviluppo di nuove tecnologie di illuminazione sia l'evoluzione dei dispositivi già esistenti. Le esigenze del settore della difesa che necessitano lo sviluppo di queste nuove tecnologie in genere non sono le stesse di quelle del settore commerciale. Tuttavia, molte di queste tecnologie militari possono essere trasferite al mondo civile e diventare la base su cui sviluppare nuovi prodotti.

Una di queste tecnologie, sviluppata specificamente per risolvere una serie di problemi su navi militari, utilizzando come base una serie di innovazioni nel mondo civile, ha a sua volta il potenziale di offrire prestazioni e vantaggi non ottenibili con luci convenzionali elettriche. L'Illuminazione a Sorgente Remota (*Remote Source Lighting*, RSL), grazie alle sue prestazioni sta diventando un elemento chiave per aumentare la sicurezza, la produttività e ridurre i costi operativi in aree pericolose dove possono essere presenti gas esplosivi. Ciò può interessare anche gli impianti che trattano sostanze infiammabili e i lavori in galleria.

2. Come funziona un sistema di illuminazione a sorgente remota (RSL)

Un sistema di illuminazione a sorgente remota è costituito da un illuminatore (motore generatore di luce) dove l'emissione luminosa viene immessa in un cavo di fibre ottiche, il quale trasporta questa energia luminosa sino a un diffusore. Questo diffusore tipicamente è di misura ridotta se paragonato ai diffusori elettrici; inoltre è indistruttibile e non necessita di manutenzione, non avendo componenti elettrici che si "consumano". Esso emette luce fredda senza la componente di calore, come presente nelle luci incandescenti. Il cavo di fibre ottiche che trasporta l'energia luminosa dall'illuminatore ai diffusori non pone potenziali pericoli, come i cavi elettrici tipicamente collegati a lampade o altre sorgenti di luce elettriche, in quanto trasmette energia luminosa e non corrente elettrica.

Un singolo illuminatore può generare luce per uno o più diffusori, a seconda del numero di cavi originanti dall'illuminatore.

I sistemi RSL possono utilizzare cavi di alta qualità con fibre di vetro, come quelli usati per applicazioni militari o industriali, dove le prestazioni anche a lunghe distanze sono essenziali; oppure possono impiegare fibre polimeriche, utilizzate per sistemi di illuminazione di strutture architettoniche, dove lunghe distanze ed alta intensità di emissione luminosa non sono di primaria importanza. Gli illuminatori possono utilizzare una varietà di sorgenti luminose: lampade alogene agli alogenuri metallici, al quarzo, a LED; oggi anche laser, a seconda delle prestazioni desiderate.

Anche la luce solare naturale può essere incanalata nei cavi ottici usando speciali collettori installati sul tetto dell'edificio che seguono il tragitto solare giornaliero per massimizzare l'intensità della luce immessa nel sistema.

La **Fig. 1** mostra un esempio di un sistema che illumina una zona pericolosa utilizzando fibre ad alte prestazioni che permettono di installare il diffusore a più di 300 metri dall'illuminatore, mentre le fibre in plastica limiterebbero la distanza a 10-15 metri.

L'illuminatore viene installato in un'area distante dalla zona illuminata o in alternativa, come illustrato, in un apposito involucro a prova di esplosione. Il luogo d'installazione viene definito da fattori quali l'accessibilità,

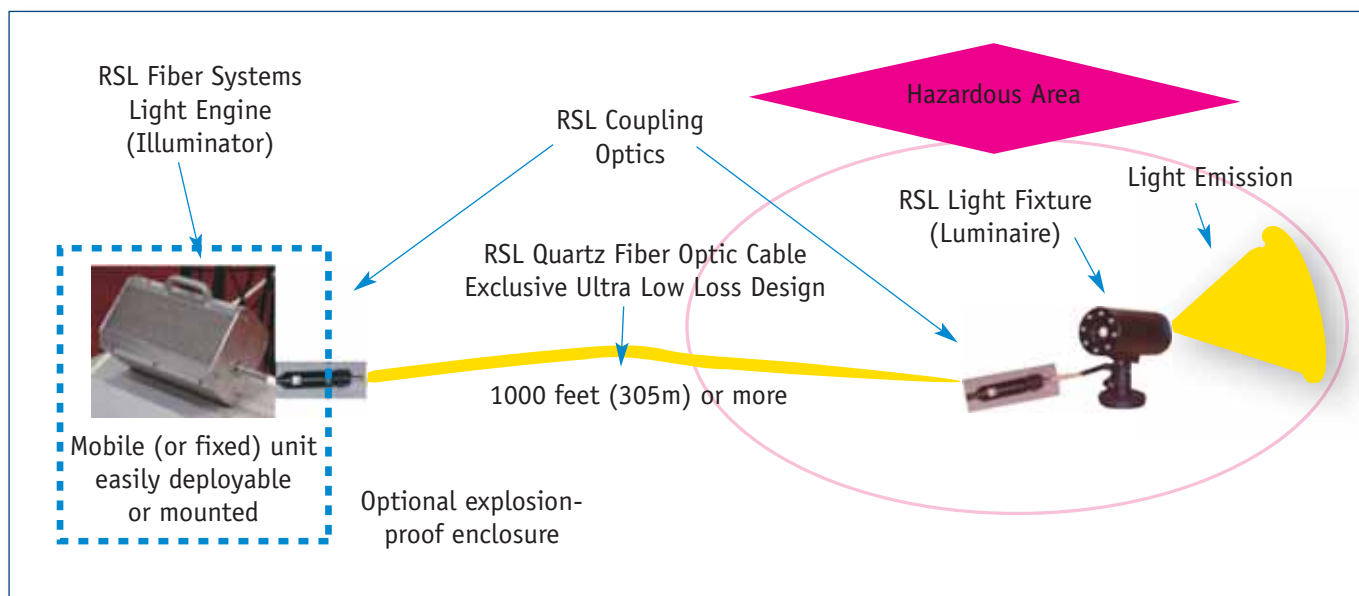


Fig. 1 Sistema di illuminazione a sorgente remota (RSL)

la sicurezza e la convenienza dal punto di vista della manutenzione e monitoraggio. Le distanze ottenibili fra illuminatore e diffusore permettono una notevole versatilità di scelta e la possibilità di avere tutti gli illuminatori in una sola area per facilitarne la manutenzione ed evitare che queste funzioni interferiscano con le operazioni di produzione.

Le caratteristiche del sistema RSL permettono di aumentare la produzione in zone pericolose:

- ▶ migliorando la qualità dell'illuminazione;
- ▶ limitando e persino eliminando possibili pericoli dati da luci elettriche;
- ▶ permettendo le operazioni di manutenzione delle luci senza necessità di sospendere le operazioni di produzione.

A seconda del tipo di cavi ottici e della configurazione dei diffusori e illuminatori, possono essere utilizzati cinque tipi di sistemi RSL.

La Fig. 2 mostra esempi delle varie configurazioni, e precisamente:

- ▶ **End emitting:** la luce è emessa all'estremità del cavo di fibre ottiche senza utilizzare un diffusore.
- ▶ **Edge glow:** il cavo di fibre ottiche ha una guaina trasparente che emette luce lungo il suo asse e all'estre-

mità. Questa dà al cavo di fibre un'apparenza di neon ed è tipicamente utilizzato per applicazioni decorative dove non è richiesta una alta intensità luminosa.

- ▶ **End emitting con diffusore:** la luce viene emessa all'estremità del cavo da un diffusore che modella l'emissione usando componenti ottici (lenti e riflettori) a seconda dell'applicazione. Con questo sistema, la luce può essere concentrata con precisione su una determinata zona senza provocare abbagliamento a zone adiacenti. Questa è la configurazione più comune per sistemi RSL ad alte prestazioni.
- ▶ **Edge emitting con due illuminatori:** simile a Edge Glow, questo approccio utilizza due illuminatori, uno ad ogni estremità, per ottenere maggior intensità luminosa. Questo sistema viene spesso usato per illuminare scale, passaggi, o pontili.
- ▶ **Emissione laterale:** viene utilizzato un cavo speciale a nastro che posiziona le fibre parallele l'una all'altra. La luce dalle fibre viene emessa in una direzione specifica. Questa configurazione potrebbe essere particolarmente utile per l'illuminazione delle vie d'uscita, per segnalare la posizione di equipaggiamento medico, di attrezzature di soccorso o per marcare rapidamente un sito di atterraggio per elicotteri. »

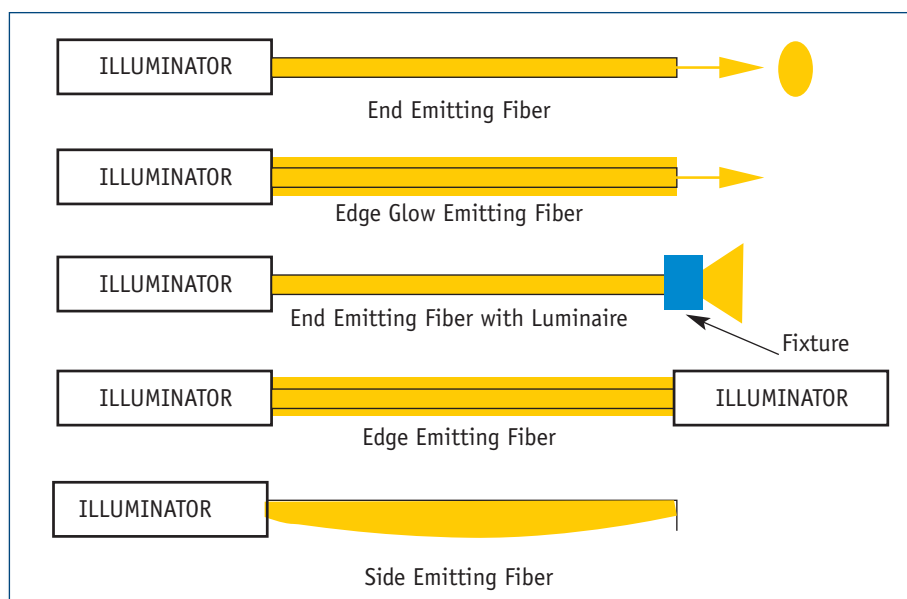


Fig. 2 Possibili configurazioni di illuminatori a sorgente remota (RSL)

3. Diffusori

La parte critica di qualsiasi sistema di illuminazione è il punto di illuminazione stesso. Mentre gli illuminatori RSL e anche i cavi possono essere utilizzati per una varietà di applicazioni, il disegno dei diffusori RSL è specifico per ogni applicazione, offrendo una vasta gamma di emissioni luminose a seconda della combinazione di componenti ottici utilizzati. Ovviamente, i diffusori sono completamente passivi e, una volta installati, non necessitano più manutenzione. Per apprezzare pienamente i vantaggi offerti da diffusori RSL, esaminiamo preliminarmente l'attuale approccio usato con i convenzionali diffusori contenenti sorgenti elettriche.

3.1. Progetto dei diffusori elettrici oggi impiegati

Per definizione, un diffusore è generalmente un apparecchio elettrico di illuminazione completa (spesso chiamato "lampadario"), costituito da una lampada o da una serie di lampade e contenente vari componenti per distribuire la luce, per posizionare e proteggere le lampade e, dove applicabile, da alimentatori per collegare le lampade alla rete di alimentazione elettrica. Questa tradizionale definizione accettata a livello di industria per diffusori e apparecchi di illuminazione indica che:

- I diffusori sono dispositivi elettrici.

- Essi contengono la sorgente di luce, nonché i componenti per la distribuzione della luce all'interno dell'unità.

- Per la sostituzione della fonte luminosa è necessario accedere al luogo dove è installato il diffusore e smontarlo in parte o completamente.

Tenuto conto di questi parametri, si può aggiungere che:

- Il diffusore deve fornire un certo grado di protezione meccanica ed ambientale alla fonte luminosa.
- Il progetto del diffusore deve consentire la dissipazione del calore emesso dalla sorgente luminosa.
- Il diffusore deve essere progettato per eliminare/minimizzare il rischio di scosse elettriche.

- Dal momento che è elettrico, considerazioni di progettazione devono includere accorgimenti per eliminare interferenze elettromagnetiche o di frequenze radio (EMI/RFI).
- Quando è richiesta un'emissione di luce colorata, il diffusore deve incorporare un filtro a colore.
- Nella maggior parte dei casi le dimensioni degli apparecchi sono direttamente proporzionali all'energia luminosa emessa.
- Inoltre, l'efficacia distributiva della luce è spesso subottimale essendo il risultato di un compromesso tra le dimensioni dell'apparecchio, il posizionamento della lampada e il posizionamento dei componenti ottici di diffusione rispetto alla lampada.
- Le unità antideflagranti richiedono una manutenzione periodica per garantire l'integrità dei sigilli e dei dispositivi di sicurezza.

In sintesi, i diffusori contenenti gli apparecchi elettrici tradizionali richiedono particolari metodi di montaggio che devono tener conto delle dimensioni, dei requisiti per la messa a terra e per la dispersione del calore prodotto dalle lampade, delle guarnizioni ermetiche (quando usati in ambienti umidi o bagnati), delle protezioni speciali per evitare scosse elettriche e dei metodi di accesso alla lampada per operazioni di sostituzione/manutenzione.

3.2. Progetto dei diffusori: evoluzione presente e futura

Visti i problemi delle tradizionali lampade elettriche, l'apparecchio ideale dovrebbe essere molto più sicuro, completamente dielettrico, senza necessità di messa a terra, con minima o nessuna manutenzione, in modo da essere installato anche in zone inaccessibili.

Dovrebbe inoltre essere leggero e di piccole dimensioni, per facilitare l'installazione e il montaggio; non dovrebbe produrre emissioni di calore e di EMI/RFI che interferiscano con apparecchiature elettroniche sensibili, presenti in prossimità.



Illuminatore RSL Top-Mount



Illuminatore RSL Spot Light

L'utilizzo di sistemi Illuminazione a Sorgente Remota (RSL) risolve la maggior parte dei problemi che attualmente si riscontrano nell'utilizzo di apparecchi elettrici. I diffusori RSL sono completamente dielettrici e non necessitano di messa a terra o di raffreddamento. Visto che solo i componenti ottici per la diffusione della luce devono essere contenuti entro l'apparecchio, il peso e le dimensioni risultano ridotti. Cambiamenti di colore vengono effettuati a distanza nell'illuminatore e, siccome l'energia è trasportata via cavo a fibre ottiche, le possibilità di scosse elettriche e EMI/RFI vengono eliminate.

4. Illuminazione di ambienti pericolosi

Ambienti petrolchimici, raffinerie, serbatoi e piattaforme petrolifere offshore pongono diverse sfide ai sistemi di illuminazione.

- ▶ In molte installazioni, i diffusori sono situati in posizioni di arduo accesso e difficili da monitorare.
- ▶ La sicurezza del personale è di capitale importanza.
- ▶ I tempi di inattività dovuti alla manutenzione possono essere notevolmente costosi.
- ▶ I diffusori luminosi ed i sistemi di cablaggio spesso devono venire installati in zone dove possono essere presenti liquidi volatili o gas esplosivi.
- ▶ Questi impianti utilizzano vari sistemi di comunicazione, trasmissione, e sensori per monitoraggio delle operazioni che sono suscettibili a EMI/RFI.

In molte di queste applicazioni la sostituzione delle tradizionali installazioni elettriche con un sistema di illuminazione a sorgente remota può apportare significativi benefici, come di seguito meglio specificato.

4.1. Maggiore sicurezza

Gli impianti di illuminazione in luoghi pericolosi, dove sono presenti combustibili, fumi, gas e liquidi infiammabili o esplosivi, sono una continua preoccupazione per la sicurezza e richiedono una frequente manutenzione.

I diffusori RSL che distribuiscono la luce in loco sono per natura passivi, dielettrici, freddi, senza la possibilità di generare scintille, eliminando tutte le preoccupazioni legate a tali pericolosità.

I sistemi RSL utilizzano cavi a fibra ottica i quali, essendo non-elettrici, possono essere posati nell'acqua o in altri liquidi senza alcun rischio di scintilla, accensione o scossa elettrica.

4.2. Notevole abbattimento dei costi di manutenzione e dei tempi di inattività

I costi dovuti alla manutenzione ed ai tempi di inattività sono estremamente elevati nelle operazioni petrolchimiche e di trivellazione. Le luci tradizionali su torri, pali e reti di tubature, usate come luci d'allarme e segnalazione sono di solito situate in posti di difficile accesso e spesso necessitano di frequenti e rischiose sostituzioni o opere di manutenzione. Molto spesso il personale addetto deve scalare alte torri e scalette o penetrare in aree difficilmente raggiungibili solo per sostituire le tradizionali unità di luce elettrica. Frequentemente le operazioni di produzione vengono interrotte durante le fasi di manutenzione. Tutte queste operazioni costose e pericolose sono virtualmente eliminate con la tecnologia del- ➤

l'illuminazione a sorgente remota. In questi sistemi d'illuminazione, il diffusore che emette la luce è un congegno passivo, dielettrico, che non richiede alcuna manutenzione o sostituzione nel suo punto di applicazione. L'unità che genera la luce (illuminatore) può essere posizionata a distanza in tutta sicurezza in un luogo facilmente accessibile, sia per l'ordinaria manutenzione sia per un veloce, sicuro e agevole rimpiazzo della luce in loco. Oppure può essere installata in un locale a prova di esplosione, se è necessario che sia più vicino alla zona definita pericolosa.

I tempi di inattività dovuti al cambio di lampadine sono eliminati in quanto gli illuminatori dei sistemi a sorgente remota permettono il cambio immediato quando una unità si brucia. Nel caso di moderni illuminatori, sono normalmente garantite 50.000 e più ore di utilizzo (5,7 anni). Inoltre esiste la possibilità di avere illuminatori con lampade ridondanti in modo che, quando una si brucia, la seconda si accende automaticamente.

4.3. Riduzione dell'interferenza elettromagnetica (EMI) e dell'interferenza di frequenze radio (RFI)

Le moderne infrastrutture petrolchimiche includono una varietà di apparecchiature radio, monitor, sensori e altri sistemi elettronici.

A differenza dai tradizionali sistemi elettrici di illuminazione, i cavi a fibre ottiche ed i diffusori passivi integrati nei sistemi a sorgente remota non emettono alcuna EMI/RFI o altri segnali che possano interferire con le comunicazioni wireless o con dispositivi elettronici sensibili.

4.4. Luce d'emergenza in uno scenario di crisi o disastro

Dovesse accadere una crisi o emergenza in un impianto, raffineria, piattaforma petrolifera, una luce di emergenza maneggevole e trasportabile può essere approntata facilmente, rapidamente e in tutta sicurezza. Un sistema di illuminazione a sorgente remota (RSL), portatile, può essere dispiegato velocemente per fornire illuminazione a tutte le aree critiche. Visto che la sorgente generante la luce (illuminatore) è posizionata a distanza - fuori dalla zona di crisi, in tutta sicurezza - non c'è il timore di possibili scintille elettriche in ambienti con fumi e liquidi infiammabili.

Gli addetti alla manutenzione, le squadre di soccorso ed altri lavoratori possono così entrare nelle aree di crisi con un piccolo diffusore portatile a mano, non elettrico e solidamente collegato tramite un cavo flessibile a fibre ottiche, con l'illuminatore tranquillamente allocato fino ad oltre 300 metri di distanza.

Questi sistemi di illuminazione d'emergenza possono essere posizionati in punti strategici nelle vicinanze di infrastrutture, impianti, raffinerie, piattaforme, oppure impacchettati in comode valigette portatili, pronte all'uso in ogni evenienza.

4.5. Durabilità

Le attività di raffinazione, esplorazione e produzione sono spesso locate in ambienti difficili, a volte con rischi di *shock* e vibrazioni. Con i sistemi d'illuminazione elettrici tradizionali tutto ciò può portare ad una maggiore frequenza nella manutenzione delle luci.

I sistemi d'illuminazione a sorgente remota sono stati estensivamente collaudati in ambito militare e provati contro *shock* e vibrazioni, per l'uso in ogni condizione e in ambienti ostili.

I diffusori, essendo completamente passivi, possono essere costituiti da componenti ad alta durabilità.

5. Conclusioni

I sistemi di illuminazione a sorgente remota di RSL *Fiber Systems* (una divisione di *Skyler Technologies*) sono utilizzati su varie navi della Marina militare americana, fra le quali la classe USS San Antonio LPD 17, la nave sperimentale FSF 1 *Sea Fighter* e la nuova classe di *Stealth Destroyers*, presentemente in fase di costruzione. RSL *Fiber Systems* ha fornito anche le luci di navigazione e segnalazione per la LPD 21 USS New York, nave recentemente entrata in servizio e famosa per il fatto che parte della sua chiglia è stata costruita con acciaio proveniente dal *World Trade Center*.

La società ha oltre 50 sistemi in servizio ed ha installato oltre 55.000 metri di fibre ottiche.

Il *Chief Executive Officer* e fondatore è un italiano originario di Trieste: Giovanni P. Tomasi.

L'autore dell'articolo è il Direttore del *Marketing*. ■