

Il controllo di accettazione del conglomerato bituminoso, primo presupposto per la realizzazione di strade durevoli

The process of submitting asphalt mix for approval is the essential requirement to ensure durability in road construction

Riassunto

La Direttiva 89/106/CE ha finalmente conferito la dovuta dignità ai prodotti utilizzati per la realizzazione di opere stradali ma non è ancora sufficiente. È necessario promuovere una maggior sensibilizzazione nei confronti di tutte le parti coinvolte nel processo (Enti appaltanti, Progettisti, Produttori, Imprese esecutrici e Direttori lavori) per monitorare la qualità dei prodotti in fase di realizzazione delle pavimentazioni. Ciò nell'intento di assicurare alle opere stradali una ragionevole durata di esercizio, riducendo i costi di manutenzione non programmata e, soprattutto, i disagi e i pericoli per gli utenti.

Summary

Directive 89/106/CE has finally established the proper value to products used in road construction, but is not yet enough. A deeper awareness should be encouraged with reference to all parts involved in the CE Mark process (Contracting Institutions, Road Designer, Producers, Road Construction Companies, Site Engineers) in order to monitor product quality during the realization of road pavements. The primary purpose is to ensure a reasonable durability in road construction, by reducing road maintenance costs and, above all, discomfort and danger for users.

1. Premessa

Al giorno d'oggi assume un significato sempre più concreto la necessità di realizzare infrastrutture durevoli, tali da garantire un utilizzo sicuro e confortevole per un periodo di tempo quanto meno pari alla vita utile per la quale sono state concepite, escludendo, al tempo stesso, la richiesta di onerosi interventi di manutenzione non programmati.

È questa un'esigenza che, per quanto riguarda le opere in calcestruzzo armato, è stata resa obbligatoria dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di recente emanazione (D.M. 14.01.2008), in particolare al punto 2.4.1 che definisce la vita nominale di un'opera come "il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve poter esse-

re usata per lo scopo al quale è destinata". La vita nominale, che per le opere classificate di "importanza normale" è superiore o uguale a 50 anni, deve inoltre essere esplicitata nei documenti di progetto.

I controlli di accettazione in cantiere sui principali materiali utilizzati per la realizzazione di edifici (calcestruzzo e acciaio da armatura) sono inoltre prescritti da disposizioni legislative sin dal 1971 con la ben nota Legge 1086, tuttora valida e oggetto di successivi aggiornamenti, l'ultimo dei quali è il già citato D.M. 14.01.2008.

Per il calcestruzzo, in particolare, sono espressamente definiti le frequenze ed i criteri di prelievo, le informazioni che devono accompagnare il campione, le modalità di interpretazione dei risultati e le azioni da intraprendere in caso di non soddisfacimento del

controllo di accettazione. Una sequenza ben definita di attività la cui responsabilità compete univocamente al Direttore Lavori.

2. La Direttiva 89/106/CE

Nulla di quanto sopra ricordato è a tutt'oggi prescritto per le pavimentazioni stradali, anche se il recepimento della Direttiva 89/106/CE e l'introduzione della marcatura CE per i prodotti da costruzione ha comunque a tutti gli effetti elevato i materiali utilizzati per la realizzazione di strade al rango di prodotti industriali. Tra questi ricordiamo i principali:

- ▶ norma UNI EN 13242:2008 Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione di strade;
- ▶ norma UNI EN 13043:2004 Aggregati per miscele bituminose e trattamenti superficiali per strade, aeroporti e altre aree soggette a traffico;
- ▶ norma UNI EN 13249:2005 Geotessili e prodotti affini. Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di strade e di altre aree soggette a traffico (escluse ferrovie e l'inclusione in conglomerati bituminosi);
- ▶ norma UNI EN 13924:2006 Bitumi e leganti bituminosi. Specifiche per bitumi di grado duro per pavimentazioni;
- ▶ norme della serie UNI EN 13108:2006 relative alle miscele bituminose.

Tutti i prodotti sopra elencati devono garantire il rispetto dei Requisiti Essenziali relativamente alle opere in cui sono permanentemente inglobati. Non solo: come recitano gli Articoli 2 e 3 della Direttiva, tali requisiti devono essere soddisfatti per una durata di esercizio economicamente ragionevole, a patto che le opere in cui i prodotti sono incorporati siano state adeguatamente progettate e realizzate.

La Direttiva 89/106/CE ha pertanto il merito ulteriore di avere introdotto il concetto di vita utile per le "opere" in generale, estendendolo quindi anche alle opere stradali. Nella **Tab. 1** sono identificati i Requisiti Essenziali definiti per ogni prodotto comunemente usato nella realizzazione di strade.

Tab. 1 Requisiti essenziali previsti dalle norme armonizzate

Prodotto Norma armonizzata	Requisiti essenziali					
	1	2	3	4	5	6
UNI EN 13242	x	-	x	x	-	-
UNI EN 13043	x	-	x	x	-	-
UNI EN 13249	x	-	x	x	-	-
UNI EN 13924	x	-	x	x	-	-
UNI EN 13108	x	x	-	x	x	-

È evidente come per tutti i prodotti siano fondamentali i Requisiti 1 e 4, così definiti dal D.P.R. 246 del 21.04.93, Allegato A:

1. Resistenza meccanica e stabilità.
Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo da sopportare i carichi prevedibili senza dar luogo a crollo totale o parziale, deformazioni inammissibili, deterioramenti di sue parti o degli impianti fissi, danneggiamenti anche conseguenti ad eventi accidentali ma comunque prevedibili.

(...)

4. Sicurezza di utilizzazione.
Per soddisfare questa esigenza l'opera deve essere concepita e costruita in modo tale che la sua utilizzazione o il suo funzionamento non presentino dei rischi inaccettabili di incidenti come scivolamenti, cadute, colpi, bruciature, scariche elettriche, ferimenti a seguito di esplosioni ed altri prevedibili danneggiamenti alle persone che la occupano o che si trovano nelle sue prossimità".

Questo è quanto si propone la Direttiva comunitaria ma, in realtà, il riscontro pratico di come vengono recepite le prescrizioni è alquanto sconcertante. Lungo le strade che percorriamo ogni giorno sono osservabili con grande frequenza lesioni e irregolarità provocate dall'utilizzo di prodotti non adeguati al traffico che la strada è costretta a sopportare, oppure da una loro messa in opera non rispondente alle regole dell'arte. Tali difetti sono inevitabilmente causa di disagio e non di rado di incidenti anche gravi.

3. Le cause del degrado

Va innanzitutto chiarito che, benché i difetti si manifestino nella parte più superficiale della pavimentazione (**Fig. 1**), non necessariamente le cause degli stessi sono

legate alla qualità dello strato finale di copertura, potendo altresì dipendere dalle caratteristiche di quelli inferiori. Molte situazioni di degrado osservabili sono infatti causate dalla stesa di un conglomerato bituminoso, di qualità magari soddisfacente, sopra un sottofondo non adeguato per caratteristiche granulometriche o di plasticità, oppure non sufficientemente compattato o, infine, compattato con un eccessivo contenuto d'acqua.

La convinzione che l'asfalto sia una panacea in grado di offrire garanzie di durata in tutte le situazioni è un'importante causa di dissesti ripetitivi osservabili lungo alcune strade secondarie, che vengono ogni anno riasfaltate anziché provvedere ad interventi radicali di risanamento profondo.



Fig. 1 Un aspetto frequente delle nostre strade

Le relazioni reciproche tra i vari strati della pavimentazione costituiscono un argomento troppo complesso per essere affrontato in questo contesto e pertanto, dando per scontato che il materiale del corpo stradale sia stato scelto con caratteristiche idonee e posato secondo le regole dell'arte, limitiamo l'esame ai controlli di qualità sui conglomerati bituminosi utili per la realizzazione di pavimentazioni durevoli.

È di fondamentale importanza la scelta della miscela o delle miscele da adottare, che deve ispirarsi a dati oggettivi soprattutto per ciò che concerne il volume di traffico pesante previsto. Un conglomerato bituminoso può avere caratteristiche di per sé soddisfacenti, ma non idonee per il traffico che insiste su quella strada. D'altro canto un'ottima miscela può non fornire prestazioni soddisfacenti o non garantire la durata di vita utile

richiesta se messa in opera con tecniche inadeguate. Ne risulta la necessità di sottoporre la strada ad interventi di manutenzione che vanno ben oltre la definizione di "ordinari" e che comportano elevati costi non previsti, interruzioni o parzializzazioni del traffico e ulteriori disagi per gli utenti.

Tutto ciò potrebbe essere evitato con una più accurata pianificazione della realizzazione delle strade e delle manutenzioni periodiche, che comporta la collaborazione tra i diversi soggetti coinvolti nel ciclo produttivo e che passa necessariamente attraverso alcune fasi consequenziali. Queste consistono a grandi linee in una più accurata scelta dei materiali utilizzati, nella progettazione adeguata delle miscele, nel controllo in corso di produzione delle materie prime e dei prodotti, nel controllo delle lavorazioni ad opera ultimata.

4. L'importanza dei controlli

La recente evoluzione normativa ha introdotto una maggiore responsabilizzazione del Produttore nell'immettere sul mercato un prodotto conforme alla pertinente norma armonizzata, ma non basta. Molte opere stradali di secondaria importanza sono tuttora realizzate in assenza di un Capitolato di riferimento o con prescrizioni vaghe, obsolete e non adeguate allo scopo prefissato.

Avviene così che la pavimentazione di talune strade comunali o provinciali sottoposte a rifacimento, a pochi mesi dall'intervento cominciano a sviluppare vistose lesioni, le cui cause non sempre sono di immediata identificazione. Nella maggior parte dei casi, inoltre, essendo il fornitore del prodotto diverso dall'Impresa esecutrice i lavori, le contestazioni di eventuali difetti danno luogo ad aperture di contenziosi di difficile, se non impossibile, risoluzione.

Capita spesso, infatti, ai laboratori di essere interpellati per indagare le cause di degrado di una pavimentazione di recente posa per le quali non esistono dati di controllo in corso d'opera.

Le prove devono pertanto essere necessariamente eseguite su campioni prelevati tramite carotaggio (**Fig. 2**) e questi, per vari motivi, non sono affatto idonei per giudicare la conformità del conglomerato posato. »



Fig. 2 Campioni prelevati tramite carotaggio

Innanzitutto perché difficilmente i ridotti volumi dei campioni carotati possono essere rappresentativi della miscela; in secondo luogo perché le operazioni di carotaggio e le successive manipolazioni in laboratorio (riscaldamento e nuova compattazione) producono inevitabili modificazioni delle caratteristiche originarie. Di conseguenza i valori di contenuto di bitume, distribuzione granulometrica, vuoti e stabilità possono essere fortemente influenzati e distanti dalla realtà, non fornendo così motivazioni dei problemi riscontrati.

Da ciò deriva la necessità di eseguire tutte le opportune verifiche sui materiali che la normativa mette a disposizione, in corso d'opera e con la massima tempestività, così da poter intervenire in maniera efficace per apportare eventuali correzioni.

L'attività di supervisione che la Direzione Lavori di un'opera stradale deve necessariamente eseguire al fine di assicurare la realizzazione di una pavimentazione durevole e conforme ai Requisiti Essenziali della Direttiva 89/106/CE comprende: controlli in corso d'opera sulle materie prime e sui prodotti, controlli sulle lavorazioni e controlli sull'opera finita.

4.1. I controlli in corso d'opera sulla miscela

Il controllo di conformità, ovvero il controllo interno che ciascun produttore deve effettuare per valutare l'efficacia del proprio processo produttivo, in ottemperanza ai disposti del D.P.R. 246 e dell'Allegato ZA delle pertinenti Norme armonizzate, è teso a verificare la rispondenza del prodotto fornito alle caratteristiche definite con le Prove Iniziali di Tipo (ITT).

Il controllo di qualità del prodotto finale è accompagnato dalle verifiche periodiche delle caratteristiche

delle materie prime impiegate le quali, ancorché soggette a marcatura e sottoposte a loro volta a controlli periodici da parte dei rispettivi produttori, sono ovviamente passibili di variazioni. La necessità di un monitoraggio continuo dei materiali impiegati è particolarmente imperativa nel caso del conglomerato di recupero, sempre più frequentemente utilizzato nella produzione.

Se il controllo delle materie prime e del prodotto finale è un obbligo che tutela il Produttore nei confronti del destinatario ultimo del prodotto, esso non è tuttavia sufficiente ad assolvere l'Impresa e la Direzione Lavori dalla necessità di esercitare una costante attività di supervisione in cantiere. Basti pensare che la frequenza minima di controllo sufficiente per garantire il mantenimento del Livello di Conformità Operativo è di un prelievo ogni 500 tonnellate o comunque ogni 5 giorni. Una frequenza compatibile con i criteri statistici di controllo continuo, ma non con la necessità di informazioni dettagliate sulle caratteristiche dei materiali impiegati per la costruzione di un'opera stradale.

Ne consegue che per assicurare la realizzazione di una pavimentazione stradale durevole è necessaria una costante attività di supervisione in cantiere. Lo scopo della supervisione è duplice: da un lato si deve accertare la rispondenza della miscela alle prescrizioni di Capitolato, dall'altro serve ad assicurare che la miscela sia posta in opera con mezzi e tecniche adeguate.

Non è detto, infatti, che una miscela progettata e prodotta con i migliori criteri tecnologici garantisca i risultati desiderati. A questi, infatti, si giunge attraverso una serie di operazioni che prendono avvio dopo la consegna del conglomerato in cantiere, la cui esecuzione è di competenza dell'Impresa esecutrice, operazioni che influenzano in modo rilevante la realizzazione finale dell'opera.

Il primo controllo da effettuarsi sul prodotto conferito in cantiere è la temperatura della miscela. Per ciascun grado di bitume utilizzato è infatti definito un intervallo di temperatura entro il quale la miscela deve essere stesa e compattata per ottenere il miglior prodotto finale (Fig. 3). Miscele conferite in cantiere già a bassa temperatura devono assolutamente essere rifiutate, così pure miscele con temperatura eccessiva, generalmente prodotta da un surriscaldamento degli aggregati.

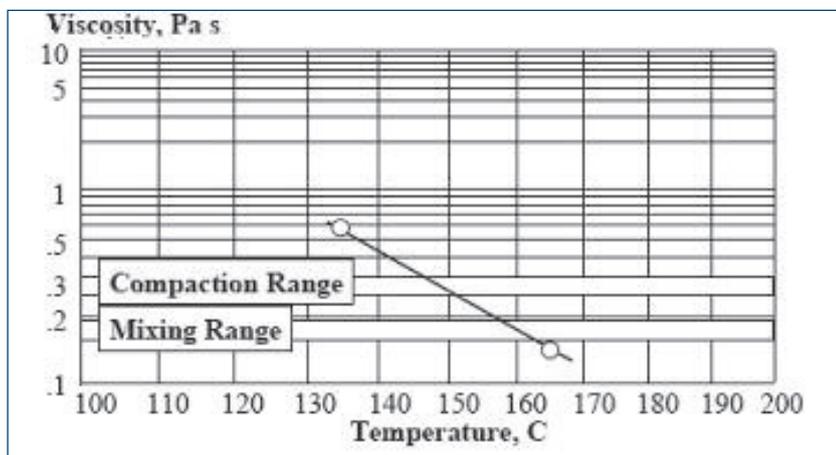


Fig. 3 Relazione viscosità/temperatura

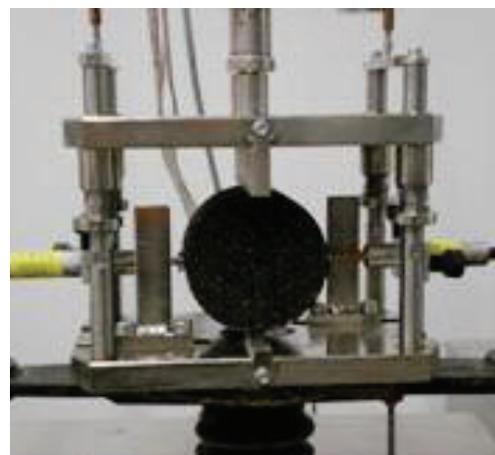


Fig. 4 Prova di trazione indiretta

In secondo luogo si devono prelevare campioni da sottoporre al controllo di accettazione. Cura particolare deve essere posta nell'esecuzione del prelievo per evitare di ottenere campioni non rappresentativi della fornitura se prelevati da zone marginali del cumulo nel cassone del camion o nella tramoggia della finitrice, dove gli aggregati grossi scoscono verso i piedi del cumulo. Il punto migliore è l'uscita dalla coclea della finitrice - meglio se da entrambi i lati - dove il materiale scaricato dai camion viene mescolato e riomogeneizzato.

I controlli devono essere effettuati quanto prima, per dar modo al Produttore di apportare eventuali correzioni al prodotto prima che la stesa prosegua. La situazione ideale è un laboratorio che operi nelle adiacenze dell'impianto di produzione o un laboratorio mobile in prossimità del cantiere.

Recapitare i campioni al laboratorio parecchie settimane o addirittura mesi dopo la fine dei lavori può servire ad assolvere una prescrizione contrattuale, ma non giova per nulla al controllo della realizzazione dell'opera.

Una sequenza minima di controlli consiste nella verifica del contenuto di bitume, della distribuzione granulometrica e delle caratteristiche fisiche (massa volumica e vuoti residui) e meccaniche (stabilità e scorrimento oppure trazione indiretta) dei provini compattati in laboratorio. Taluni Capitolati prescrivono che i provini siano compattati senza ulteriore riscaldamento ma in tal caso si deve assicurare che le fustelle e il pestello siano adeguatamente riscaldati in modo da non provocare un dannoso raffreddamento della miscela.

Verifiche più sofisticate possono riguardare le caratteristiche prestazionali di provini confezionati con compattatore giratorio, in termini sia di dati volumetrici, sia di resistenza a fatica e all'ormaiamento (Fig. 4). Queste verifiche sono state recentemente introdotte dalle nuove "Linee guida di progetto ANAS", peraltro ancora in bozza e prive tuttavia di precisi valori di riferimento per questi ultimi due parametri.

Con quale frequenza si devono eseguire i controlli di accettazione? È necessario perlomeno un controllo per giorno di stesa, ma in caso di lavori importanti i controlli devono essere raddoppiati o triplicati.

4.2. I controlli sulle lavorazioni

Il controllo di accettazione del conglomerato bituminoso può verificare esclusivamente se il prodotto fornito è conforme alle prestazioni concordate ai sensi delle specifiche di progetto, ma non può garantire che il conglomerato posto in opera presenti le medesime caratteristiche e pertanto la durabilità richiesta all'opera. È questo aspetto che giustifica ancor più la supervisione costante da parte della Direzione Lavori, la quale deve, prima ancora dell'inizio delle lavorazioni, concordare con l'Impresa il parco macchine che sarà impiegato, in particolar modo il numero, la tipologia e la massa dei rulli utilizzati per il costipamento.

Sottolineiamo ancora una volta la grande importanza rivestita dal controllo della temperatura, richiamato al punto precedente. Il conglomerato, infatti, deve esse- ➤

re steso e compattato nell'intervallo di temperatura pertinente con il tipo di bitume utilizzato. Miscele eccessivamente calde si riflettono in superfici irregolari, con frequenti strappi, fessurazioni e scivolamenti sullo strato sottostante; al contrario miscele fredde non potranno essere efficacemente compattate e ciò produrrà giunti irregolari, sgranamenti superficiali ed eccesso di vuoti.



Fig. 5 Un esempio di lavorazione

Nel corso delle lavorazioni la supervisione della Direzione Lavori si esprimerà attraverso il controllo dell'effettuazione della stesa, che deve essere il più continua possibile, eliminando le possibili cause di segregazione. Il supervisore si accerterà che la stesa e il costipamento avvengano a temperature congruenti con il tipo di miscela ed effettuando il numero minimo di passate necessario ad assicurare l'adeguata compattazione della stessa e il raggiungimento dell'indice dei vuoti prefissato (Fig. 5). La rullatura deve proseguire fino a che la miscela non sia suscettibile di ulteriori compattazioni, curando in particolare la regolare esecuzione dei giunti trasversali e longitudinali.

4.3. I controlli finali sulla pavimentazione

Consistono in verifiche di planarità, di aderenza della superficie e di spessore, di caratteristiche fisiche e meccaniche della miscela. Anche in questa fase la tecnologia mette a disposizione del Direttore Lavori molteplici mezzi di controllo, di rigorosità e di costo

crescente a seconda dell'importanza del lavoro oggetto di giudizio.

Un primo elemento di controllo, oggetto di valutazione ai fini della contabilizzazione dei lavori, è lo spessore dello strato o del pacchetto di strati. Può essere anche determinato tramite progressivi rilievi topografici, ma la pratica tradizionale consiste nel prelievo di campioni tramite carotaggio meccanico (Fig. 6). È un'operazione distruttiva, che tuttavia ha il vantaggio di mettere a disposizione dei provini per eventuali ulteriori verifiche. Il foro viene successivamente intasato con altro conglomerato o con prodotti a base di cemento.

Un metodo più sofisticato e non distruttivo è il rilievo con georadar (GPR) che offre la possibilità di una misurazione in continuo e non puntuale come il carotaggio. È una metodologia che comporta costi non indifferenti e inoltre, nel caso di pavimentazioni multistrato, non è solitamente possibile discriminare i singoli spessori.

Se vengono prelevati campioni mediante carotaggio meccanico, la verifica successiva consiste nella determinazione delle caratteristiche fisiche dei campioni dei vari strati. Possono essere determinati i vuoti residui, la massa volumica apparente e, per confronto tra questa e la massa volumica dei provini compattati in laboratorio (densità Marshall), la percentuale di costipamento che fornisce indicazioni sulla bontà della messa in opera della miscela.

Gli stessi campioni, opportunamente ripuliti della porzione periferica perturbata dal carotaggio, possono



Fig. 6 Prelievo di campioni mediante carotaggio meccanico

essere infine utilizzati per determinare il contenuto di bitume e la distribuzione granulometrica dell'aggregato, con l'avvertenza, mai sufficientemente ribadita, che, date le dimensioni ridotte dei campioni, eventuali contestazioni possono basarsi solo su un congruo numero di provini.

Qualora rivestano particolare importanza le caratteristiche della superficie, si procederà a rilevare l'aderenza e la regolarità della stessa, con le tipologie di verifica commisurate all'importanza della strada. Per quanto concerne il primo aspetto si passa, pertanto, dalle semplici misure di macrorugosità superficiale (profondità della macrotessitura UNI EN 13036-1) e di microrugosità (apparecchio a pendolo UNI EN 13036-4), forzatamente

puntuali, alle più sofisticate tecniche di misura del coefficiente di aderenza trasversale (CAT) con l'apparecchio SCRIM e di aderenza longitudinale



con il Griptester, che permettono di effettuare rilievi in continuo.

La regolarità del piano viabile, condizione strettamente connessa alla sicurezza del traffico, può essere a sua volta rilevata con metodi puntuali (trave di MOT, UNI EN 13036-7) che forniscono una misura degli scostamenti dalla planarità, oppure con mezzi ad alto rendimento, quali ARAN (Automatic Road Analyzer), APL (Analizzatore del Profilo Longitudinale) e il profilometro laser.

La scelta tra le metodologie tradizionali di verifica e quelle ad alto rendimento sarà inevitabilmente condizionata da considerazioni di carattere economico, ma anche dall'importanza della strada e dell'estensione del tratto in esame.

5. Conclusioni

I controlli finali sulla pavimentazione consentono di esprimere un giudizio globale sulla qualità e sull'affidabilità del lavoro realizzato, ma il loro limite è

che possono condurre all'individuazione di difetti e non conformità di difficile, se non impossibile, risoluzione una volta che la pavimentazione è stata ultimata. Il conglomerato bituminoso, infatti, per la sua stessa natura una volta posto in opera può consentire limitate manipolazioni, il più delle volte con inevitabile impatto estetico e funzionale.

Il mezzo più immediato ed economico per assicurare una soddisfacente realizzazione del lavoro è pertanto la costante e competente supervisione delle lavorazioni e l'effettuazione dei controlli di accettazione dei prodotti all'atto del conferimento in cantiere. Una sequenza di prove di laboratorio, di rapida esecuzione e di costo irrisorio se paragonato all'importo dei lavori, può dare garanzie di ottenimento dei livelli qualitativi e di durabilità minimi prescritti dalla Direttiva comunitaria, con l'auspicio che anche la legislazione nazionale prima o poi degni il conglomerato bituminoso della stessa considerazione che già da parecchi decenni rivolge ad altri prodotti da costruzione. ■