

Dott. Marcello Filomia

Dott. Giuseppe Di Luca



RIGENERANTI E TIEPIDI

*“Tu cambi e il mondo cambia,
tu vivi e il mondo vive,
tu balli e il mondo balla,
tu sei il mondo...”*
Filomena Falvo

A mia figlia...

“La strada per perseguire il cambiamento è impervia, irta, lunga, larga e accidentata, come la strada della vita. Per uno strano gioco del destino la Star Asphalt si è sempre occupata di strade e adesso, attraverso la Fondazione Filomena Falvo, la sua missione si fonde con l’animo umano per creare un unico scopo. Le strade finalmente diventano percorsi, i percorsi diventano obiettivi.”

Tale opera è il frutto della collaborazione tra la Star Asphalt S.p.A., azienda leader nel settore della produzione di additivi speciali per bitumi e conglomerati bituminosi, e la Fondazione “Falvo Filomena”. Insieme, stiamo sviluppando sistemi industriali totalmente ecocompatibili e green. Tutti i prodotti Star Asphalt dispongono le certificazioni richieste dalla normativa Reach e sono stati creati ponendo una particolare attenzione al rispetto dell’ambiente. In collaborazione con Fondazione “Falvo Filomena” ci prefiggiamo di continuare la costante opera di sperimentazione ed innovazione per il raggiungimento di obiettivi conformi a verità e chiarezza, virtù peculiari di mia figlia Filomena, a cui tale scritto è dedicato.

Presidente Prof. Rosario Giovanni Falvo

Sommario

Rigeneranti

Introduzione	5
Tecniche operative per il riutilizzo del fresato	7
Tecnica a freddo	8
Tecnica a caldo.....	9
Le nostre soluzioni per il riciclaggio	9
Rigeneranti a caldo	10
Rigeneranti polifunzionali a tiepido	10
Resoconto attività sperimentale	12
ACF ECO E STARDOPE ACF 100.....	13
ACF WARM-MIX 2G.....	16
ACF WARM-MIX 4G.....	18
Riutilizzo di elevate percentuali di fresato	23
ACF WARM-MIX 40	23
ACF WARM-MIX 50 PLUS	39
Discussione dei risultati e conclusioni	43

Tiepidi

Introduzione	44
Le nostre soluzioni	45
Resoconto attività sperimentale	48
FASE 1: Realizzazione dei conglomerati bituminosi.....	48
FASE 2: Qualificazione del legante.....	57
FASE 3: Caratterizzazione del legante additivato	59
Discussione dei risultati e conclusioni	69
Considerazioni conclusive	70

RIGENERANTI

INTRODUZIONE

La vita utile di una pavimentazione stradale è caratterizzata da svariati eventi che ne limitano la sua durata nel tempo, accelerandone il deterioramento:

- l'incremento del traffico pesante;
- la portanza del sottofondo;
- le condizioni ambientali;
- il naturale invecchiamento del legante;
- la qualità dei materiali impiegati.



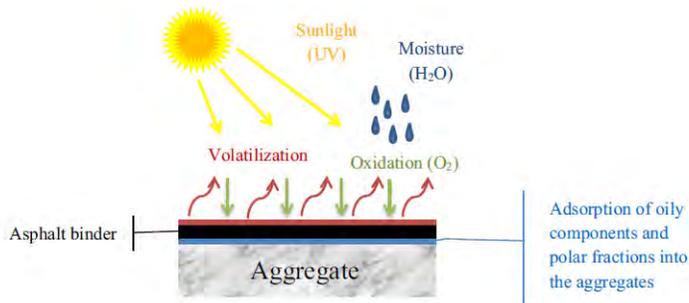
Si rendono pertanto necessari degli interventi di manutenzione che, nella maggior parte dei casi, comportano l'asportazione di una parte dello

spessore del pacchetto di conglomerato bituminoso, ottenendo così del materiale di scarto, il cosiddetto "fresato" (RAP: Recycled Asphalt Pavement). Negli ultimi anni si assiste ad un evidente accumulo di fresato, per cui necessitano tecnologie per massimizzarne il riciclaggio.

Riciclare su vasta scala i prodotti di scarto provenienti dai vari settori industriali, può essere ritenuto uno degli obiettivi principali del mondo moderno. Le motivazioni che sostengono la necessità di riciclare sono molteplici e tutte parimenti importanti, come ben sintetizzano le linee generali del documento "Recycling for road improvements" pubblicato dall'OCSE nel 1997:

- riduzione dell'impiego delle materie prime;
- riduzione dei territori da destinare a discarica;
- contenere l'inquinamento del suolo e dell'atmosfera dovuto al trasporto e all'incenerimento dei rifiuti;
- conservazione dell'energia;
- convenienza economica;
- vantaggi tecnici.

Per poter riciclare del materiale fresato (RAP), è necessario riconferire al legante le caratteristiche chimiche e fisiche perse.



Il riciclaggio della pavimentazione di asfalto si ottiene aggiungendo un additivo funzionale al ringiovanimento del legante. Attualmente molti utilizzano additivi flussanti, che non sono funzionali al ringiovanimento dell'additivo, ma ne abbattano soltanto la viscosità; un agente rigenerante,

invece, deve ripristinare il rapporto Asphaltene/Maltene, garantendo prestazioni meccaniche della miscela legante finale, paragonabile ad un legante vergine. Nel corso del tempo sono stati testati svariati additivi, tipicamente con dosaggi dal 5 al 10% sul peso del legante ossidato. In pavimentazioni realizzate con l'aggiunta di additivi di tipo flussante, sono stati riscontrati problemi di ormaiamento e di resistenza al cracking, nonché di adesione e coesione tra legante e aggregati. Molti degli attuali additivi attualmente presenti sul mercato soffrono di queste problematiche, la Star Asphalt, dopo attenti e mirati studi, ha formulato additivi chimici funzionali in grado di rigenerare realmente il legante ossidato.

Utilizzare fresato in un conglomerato comporta uno studio che può essere sintetizzato in diverse fasi:

- definizione delle caratteristiche del fresato (contenuto di bitume, curva granulometrica);
- composizione della curva granulometrica contenente una percentuale variabile di fresato in funzione della tipologia di conglomerato da realizzare;
- determinazione della percentuale di bitume nuovo da aggiungere, considerando l'aggiunta del bitume rigenerato nel fresato;
- studio del comportamento meccanico e volumetrico della miscela.

L'introduzione del fresato comporta, indirettamente, difficoltà dovute all'incremento di viscosità del conglomerato, in quanto la viscosità del bitume della pavimentazione da rigenerare è molto alta:

- il solo fresato ha una viscosità altissima, addirittura non rilevabile a temperature inferiori a 80°C, ed una sua aggiunta in percentuale del 30% incrementa notevolmente la viscosità del conglomerato finale;
- l'aggiunta dell'ACF sul bitume, porta ad una riduzione della viscosità con conseguente aumento di lavorabilità, dell'adesione agli inerti, della compattazione del conglomerato ed una possibilità di diminuire le temperature di impasto e di stesa rispetto un conglomerato senza ACF, con un risparmio sul consumo di carburanti ed una ridotta emissione di gas inquinanti in atmosfera.

La nostra gamma di rigeneranti consente di ottenere vantaggi sostanziali, sia in termini di qualità del prodotto finale, sia in termini economici, dovuti al risparmio di bitume e combustibili, nonché alla possibilità di incrementare la frazione di fresato all'interno del conglomerato bituminoso.

TECNICHE OPERATIVE PER IL RIUTILIZZO DEL FRESATO

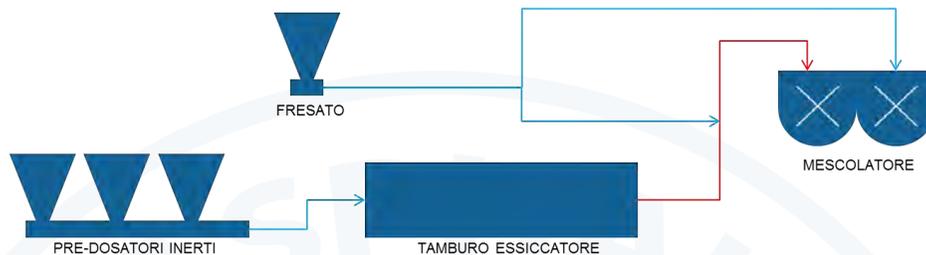
Per aggiungere del fresato ad un conglomerato bituminoso, è necessario eseguire la seguente procedura operativa:

1. Individuare il tipo di conglomerato bituminoso che si vuole ottenere: base, binder o usura. Si fa osservare che il conglomerato che si ottiene con l'uso di fresato è identico a quello prodotto utilizzando aggregati vergini; pertanto, in funzione dello strato che si desidera realizzare, si può far riferimento sia come curva granulometrica, sia come contenuto di bitume totale, alle prescrizioni tecniche relative ai vari strati.
2. Analizzare preventivamente il materiale fresato che si vuole utilizzare, determinando: curva granulometrica, contenuto e qualità del bitume contenuto. Si consiglia di utilizzare fresato con una distribuzione granulometrica il più possibile omogenea; a tale scopo si suggerisce di utilizzare un impianto che frantumi, selezioni e produca un fresato con una granulometria massima di 10/12 mm.
3. Nella formulazione della miscela finale, il materiale fresato è considerato come un aggregato. Pertanto, stabilita la quantità di fresato che si intende usare, si procede alla creazione della curva granulometrica complessiva, aggiungendo gli aggregati vergini necessari per soddisfare i requisiti delle prescrizioni.
4. La valutazione della quantità di bitume nuovo da aggiungere, viene dedotta sottraendo dal contenuto totale di legante, potenzialmente da aggiungere, la quantità di bitume contenuto nel fresato presente in miscela.
5. La valutazione della quantità di ACF da impiegare viene dedotta in funzione della percentuale di bitume nuovo da aggiungere in miscela, secondo il criterio che la viscosità del legante totale in miscela (bitume vecchio + bitume nuovo + ACF) alla temperatura di 60°C deve essere inferiore a 400 Pa·s.

Il processo produttivo dei conglomerati bituminosi con l'aggiunta del fresato dipende dal tipo di impianto utilizzato e dagli equipaggiamenti che l'impianto dispone. La modalità di introduzione del materiale fresato nella miscela può essere eseguita in due modi: "a freddo" e/o "a caldo".

Tecnica a freddo

Il materiale fresato è aggiunto, a temperatura ambiente e quindi probabilmente anche umido, agli inerti essiccati. L'aggiunta può avvenire direttamente nel mescolatore oppure nell'elevatore a tazze, dopo l'uscita dal cilindro essiccatore, o con ambedue le soluzioni.



La scelta della modalità di aggiunta condiziona in modo sostanziale la percentuale di fresato che può essere impiegata; in qualunque modo, resta obbligatorio che la temperatura finale della miscela, in uscita dal mescolatore, raggiunga almeno i 150°C. Allo scopo è necessario che gli aggregati vergini oltre ad essere essiccati devono essere surriscaldati fino a circa 200÷250°C.

Lo scarto termico tra le temperature degli inerti e quella degli impasti all'uscita dal mescolatore dipende:

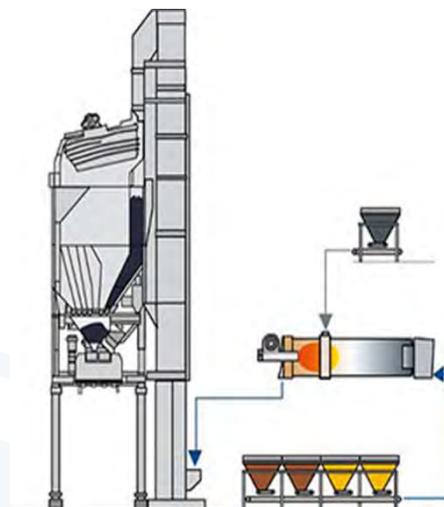
- dalla percentuale di fresato impiegata;
- dalla temperatura ambiente e dalle condizioni climatiche ambientali;
- dal contenuto d'acqua presente nel fresato.

Il metodo "a freddo", tuttavia, pone un limite alla percentuale di riciclaggio, dell'ordine del 20-30%, in relazione all'omogeneità del fresato ed alla capacità del sistema per lo smaltimento di gas e vapori che si formano durante la fase produttiva.

Tecnica a caldo

L'aggiunta "a caldo" del materiale fresato è la tecnica più vantaggiosa sotto il profilo sia tecnico che economico. E' necessario un impianto di produzione d'asfalto specifico o comunque con optional tecnici che permettano di realizzarlo. Sono tre le modalità possibili.

La prima consiste nel riscaldamento del materiale fresato per contatto diretto con gli aggregati vergini: il riscaldamento dei vergini consente l'evaporazione dell'acqua presente nel fresato freddo in modo da poter raggiungere, successivamente, la corretta temperatura nella miscela finale. E' possibile inoltre distinguere soluzioni in cui il fresato viene introdotto a monte della fase di mescolazione all'interno del cilindro essiccatore rotante ed in tal caso occorre una specifica predisposizione sul cilindro per l'introduzione del fresato ed una sua linea di alimentazione dedicata composta da una tramoggia dosatrice e da un nastro trasportatore dedicato, raccomandando l'inutilizzo del vaglio (nota la frazione di materiale fresato da introdurre), oppure direttamente nella fase finale di mescolazione senza dover rinunciare all'impiego del vaglio.



La seconda modalità di riscaldamento prevede un pretrattamento del materiale fresato, il quale viene essiccato e riscaldato in un tamburo dedicato così come avviene per gli aggregati vergini, consentendo un dosaggio ponderale estremamente preciso ed un riscaldamento regolare e controllato del materiale da riciclare.

LE NOSTRE SOLUZIONI PER IL RICICLAGGIO

Nei nostri laboratori, sono stati sviluppati additivi denominati ACF che permettono di riutilizzare il fresato garantendo elevate prestazioni e limitando il fenomeno dell'ormaiamento. Due sono le linee studiate e proposte in base alla funzionalità ed al potere rigenerante di ciascun additivo:



- Rigeneranti a caldo: da utilizzare alle tradizionali temperature di produzione di conglomerati bituminosi.
- Rigeneranti polifunzionali a tiepido: alcuni utilizzabili a temperature produttive definite "tiepide" fino ad un massimo del 30% di fresato. Altri per consentire di riciclare alte quantità di fresato (>30%) favorendo rigenerazione del bitume ossidato contenuto dal fresato, lavorabilità a basse temperature del conglomerato bituminoso risultante e stretta adesione della pellicola di bitume che ricopre l'aggregato.

RIGENERANTI A CALDO

ACF ECO

È un additivo appositamente studiato per rigenerare a caldo il bitume ossidato contenuto nel fresato; è costituito da componenti chimici di differente natura, ognuno dei quali permette di ridurre la viscosità della miscela bituminosa contenente materiale fresato, e reintegrare i componenti volatili del legante. Il suo corretto dosaggio consente di riportare le proprietà del legante ai valori tipici di una miscela priva di materiale fresato. E' consigliato per applicazioni che richiedano il riutilizzo di quantitativi di fresato fino al 30%. La percentuale di prodotto da dosare può variare dallo 0,2% allo 0,3% sul peso del fresato utilizzato, in funzione delle condizioni operative di lavoro e del tipo di fresato utilizzato.

STARDOPE® ACF 100

E' un additivo con duplice funzione, rigenerante del bitume ossidato contenuto nel fresato, ed inoltre, per la presenza del promotore di adesione, si avrà una migliore qualità del conglomerato bituminoso finale, per via dell'instaurarsi di un legame perfettamente stabile tra bitume ed aggregati vergini, e per via di una maggiore flessibilità d'uso del conglomerato bituminoso, in particolare in presenza di umidità. La percentuale di prodotto da dosare può variare dallo 0,2% allo 0,3% sul peso del fresato utilizzato, in funzione delle condizioni operative di lavoro e del tipo di fresato.

RIGENERANTI POLIFUNZIONALI A TIEPIDO

ACF WARM-MIX 2G

E' un additivo con funzione di rigenerante del bitume ossidato contenuto nel fresato; inoltre consente di poter compattare e stendere il conglomerato bituminoso a temperature più basse rispetto a quelle utilizzate tradizionalmente favorendo una buona adesione bitume/aggregato. Questa peculiarità consente di migliorare la lavorabilità delle miscele senza compromettere il grado di compattazione. La percentuale di prodotto da dosare può variare dallo 0,2% allo 0,3% sul peso del fresato utilizzato, in funzione delle condizioni operative di lavoro e del tipo di fresato.

ACF WARM-MIX 4G

E' un additivo con triplice funzione, infatti, i conglomerati bituminosi confezionati con l'aggiunta di Warm-Mix ACF 4G presentano caratteristiche meccaniche simili a quelli prodotti utilizzando solo inerti vergini e bitume nuovo. La sua presenza consente di ridurre le temperature di lavoro di 20-40°C rispetto a quelle tradizionalmente utilizzate ed inoltre garantisce una migliore lavorabilità del conglomerato ed una ottima adesione bitume/inerti. La percentuale di prodotto da dosare può variare dallo 0,1% allo 0,3% sul peso del fresato utilizzato, in funzione delle condizioni operative di lavoro e del tipo di fresato.

ACF WARM-MIX 40

E' un additivo polifunzionale, che permette di riutilizzare alte percentuali di fresato, dell'ordine del 40/50%; con l'impiego di questo additivo è possibile attuare sia la tecnica di riciclaggio a caldo che a tiepido, ottenendo conglomerati bituminosi con caratteristiche fisico-meccaniche simili a quelle dei conglomerati bituminosi prodotti utilizzando inerti e bitumi vergini, limitando il fenomeno dell'ormaiamento. L'additivo consente di: rigenerare il bitume vecchio, migliorare lavorabilità, migliorare l'adesione inerti/bitume e soprattutto poter stendere e compattare a temperature più basse di quelle utilizzate tradizionalmente.

ACF WARM-MIX 50 PLUS

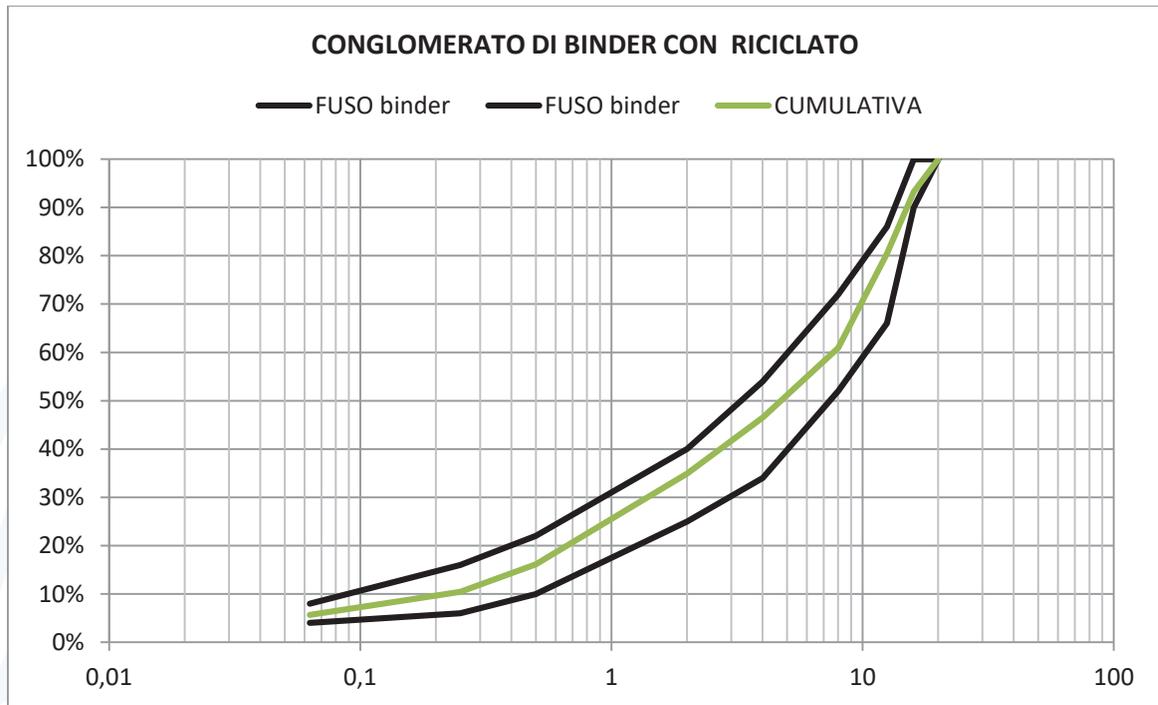
E' un additivo multifunzionale, che permette di riutilizzare alte percentuali di fresato, con la possibilità di lavorare con bitume modificato. L'impiego di questo additivo garantisce la corretta lavorabilità attuando la tecnica del riciclaggio a tiepido, ottenendo conglomerati bituminosi con caratteristiche fisico-meccaniche simili a quelle dei conglomerati bituminosi prodotti utilizzando inerti e bitumi vergini, limitando il fenomeno dell'ormaiamento.

RESOCONTO ATTIVITA' SPERIMENTALE

FASE 1: REALIZZAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Curve granulometriche

Fuso di BINDER ANAS, realizzato con il 30% di fresato 0-10 mm:



Preparazione delle miscele

Le miscele, sia quella di riferimento (senza aggiunta di additivi) sia quella con l'aggiunta dell'additivo, sono costituite da conglomerati bituminosi di usura di tipo B confezionati con bitume 50/70 (Penetrazione: 55 dmm; R&B: 47°C).



Le miscele sono state confezionate in laboratorio per mezzo di un miscelatore termostato per conglomerati bituminosi (Infratest), impiegando una percentuale complessiva di legante del 4,5% in peso riferita agli inerti (bitume vecchio+nuovo). Sono stati realizzati conglomerati bituminosi al 30% di fresato, dosando l'additivo rispettivamente allo 0,2 e allo 0,3% sul peso del fresato.

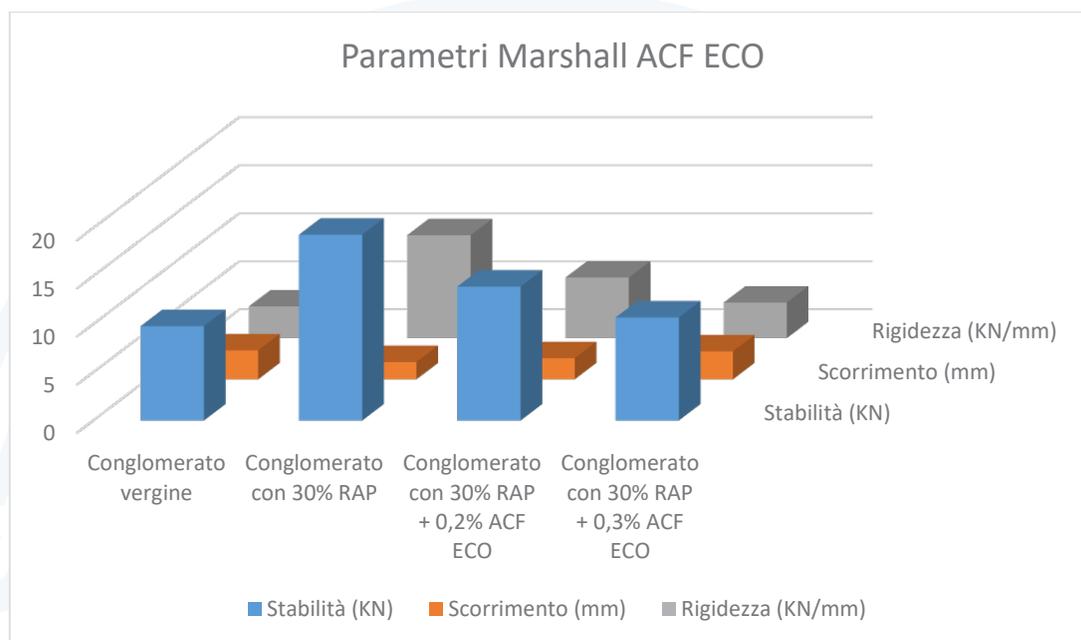
La miscelazione è stata eseguita alla temperatura di 160°C.

Realizzazione dei provini e analisi dei risultati

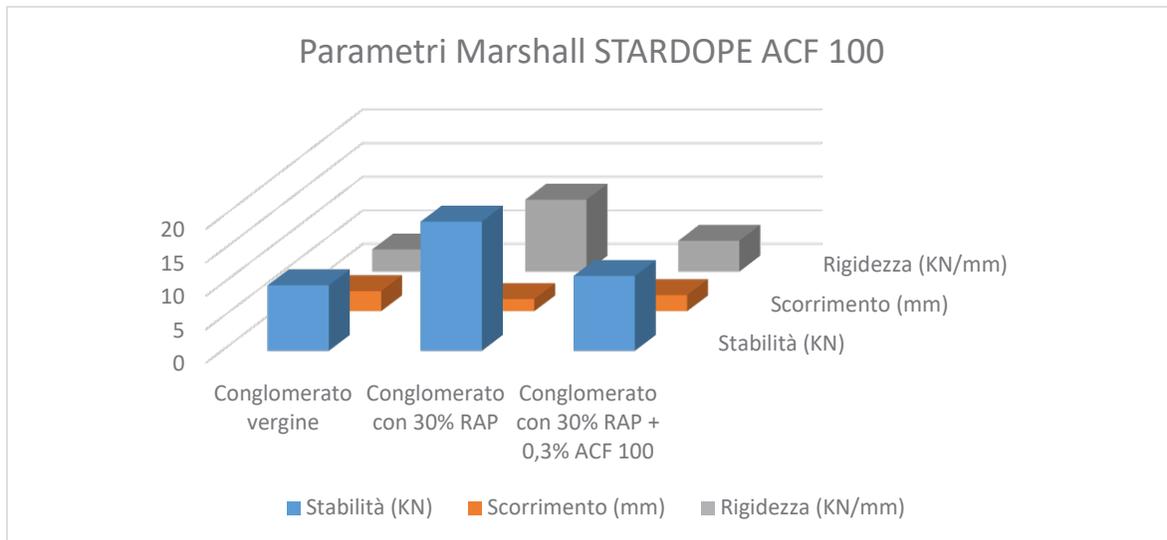
I provini sono stati confezionati alla temperatura di 150°C e costipati al compattatore Marshall per valutare le proprietà meccaniche delle miscele.

ACF ECO E STARDOPE® ACF 100

- Prova Marshall



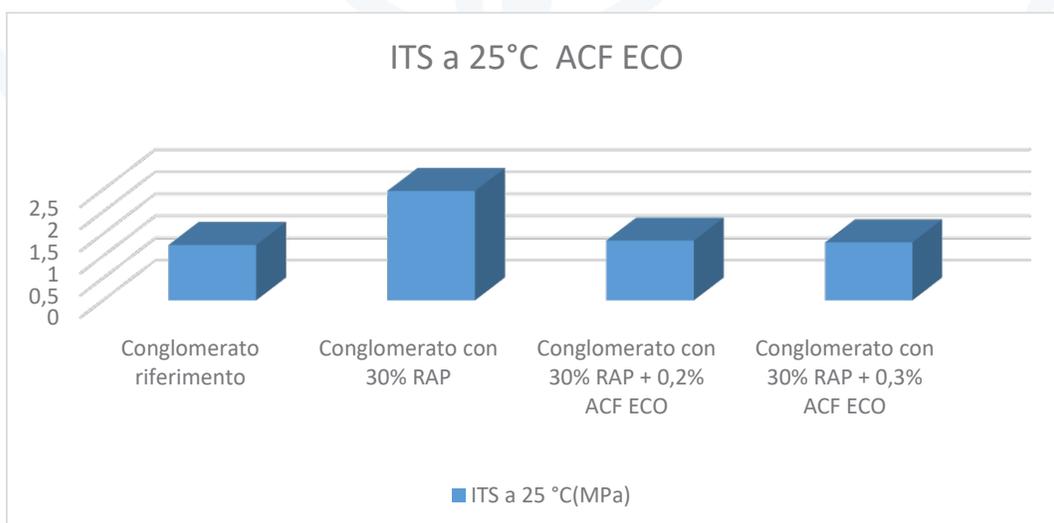
<i>Conglomerato</i>	<i>Stabilità (KN)</i>	<i>Scorrimento (mm)</i>	<i>Rigidezza (KN/mm)</i>
<i>Binder con 100% Vergine</i>	9,8	3,0	3,3
<i>Binder con 30% RAP</i>	19,3	1,8	10,7
<i>Binder con 30%RAP + 0,2% ACF ECO</i>	13,9	2,2	6,3
<i>Binder con 30%RAP + 0,3% ACF ECO</i>	10,7	2,9	3,7



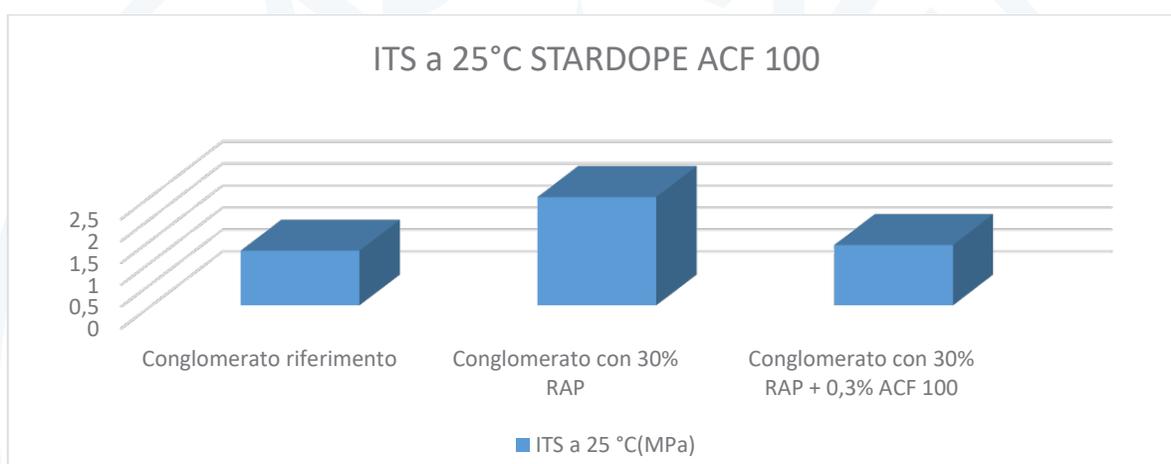
Conglomerato	Stabilità (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza (KN/mm)
<i>Binder con 100% Vergine</i>	9,8	3,0	3,3
<i>Binder con 30% RAP</i>	19,3	1,8	10,7
<i>Binder con 30%RAP + 0,3% STARDOPE ACF 100</i>	11,1	2,5	4,4

- Resistenza a trazione indiretta**

Nei grafici si riportano i valori registrati di resistenza a trazione indiretta, eseguiti a 25°C.



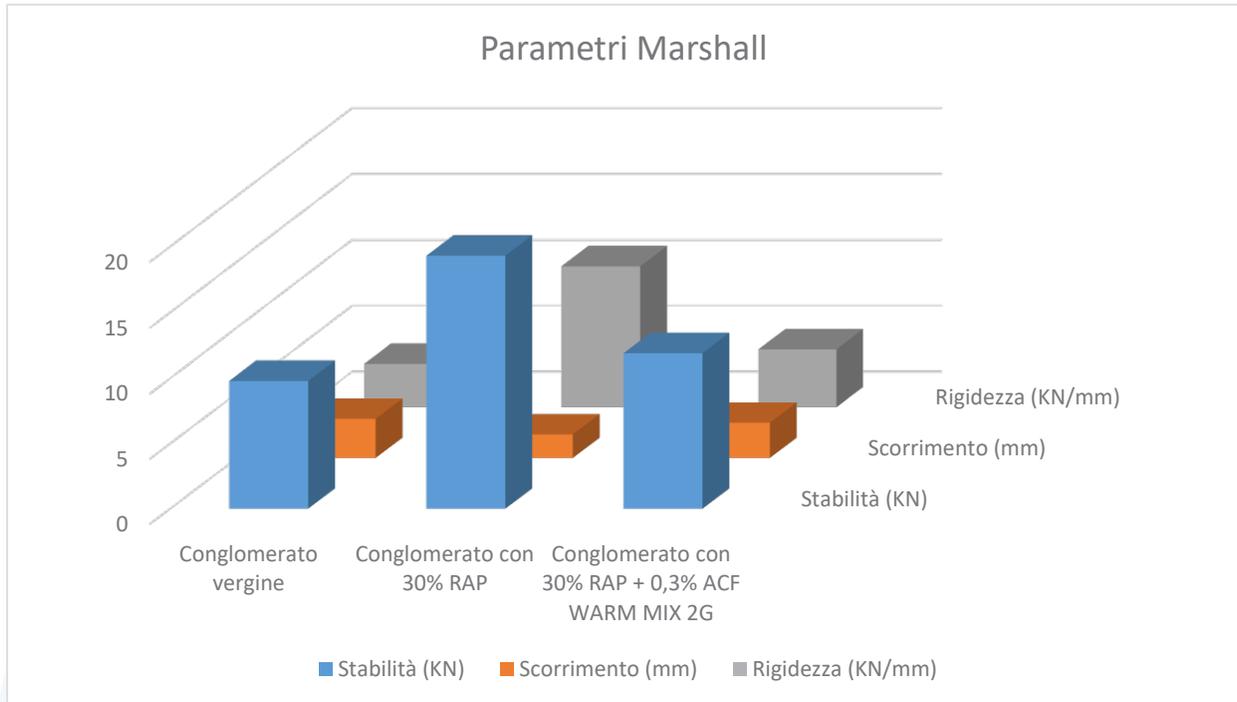
Conglomerato	ITS a 25°C (MPa)
Binder con 100% Vergine	1,25
Binder con 30% RAP	2,47
Binder con 30%RAP + 0,2% ACF ECO	1,35
Binder con 30%RAP + 0,3% ACF ECO	1,31
Riferimento ANAS	0,7-1,4



Conglomerato	ITS a 25°C (MPa)
Binder con 100% Vergine	1,25
Binder con 30% RAP	2,47
Binder con 30%RAP + 0,3% STARDOPE ACF 100	1,38
Riferimento ANAS	0,7-1,4

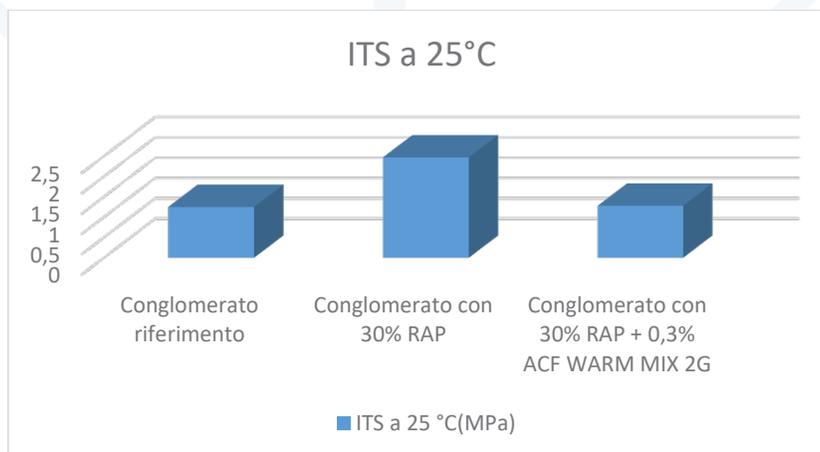
ACF WARM-MIX 2G

- Prova Marshall



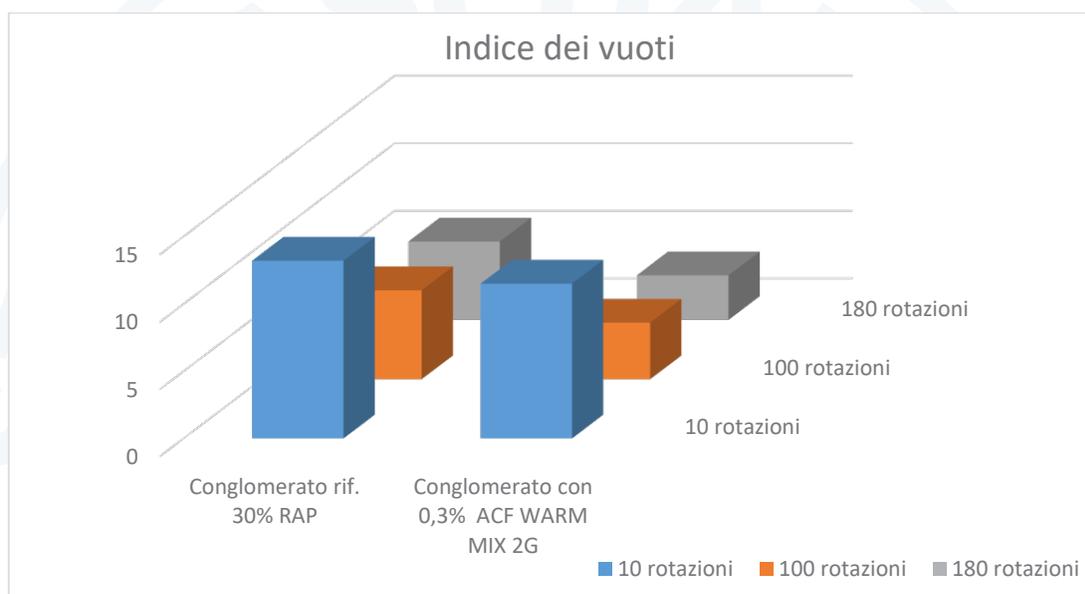
Conglomerato	Stabilità (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza (KN/mm)
Binder con 100% Vergine	9,8	3,0	3,3
Binder con 30% RAP	19,3	1,8	10,7
Binder con 30%RAP + 0,3% ACF WARM MIX 2G	11,9	2,7	4,4

- Resistenza a trazione indiretta



Conglomerato	ITS a 25°C (MPa)
Binder con 100% Vergine	1,25
Binder con 30% RAP	2,47
Binder con 30%RAP + 0,3% ACF WARM MIX 2G	1,28
Riferimento ANAS	0,7-1,4

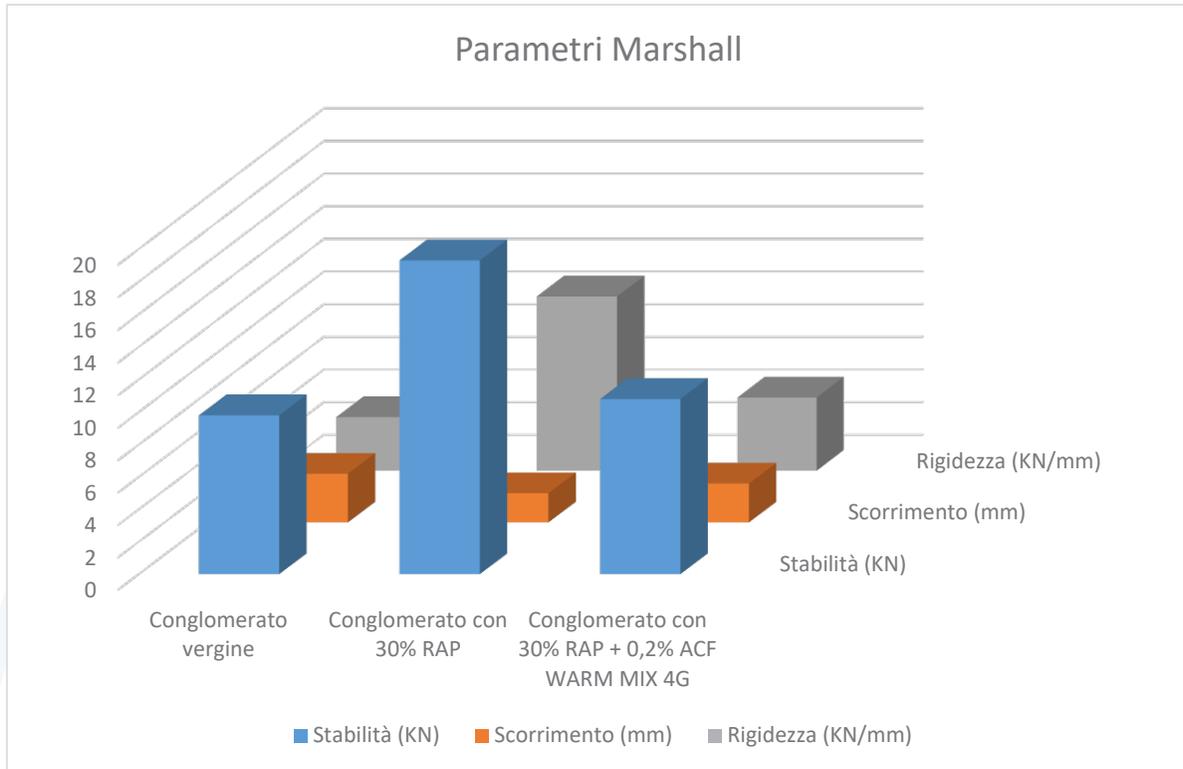
• **Indice dei vuoti**



Compattazione a 120°C	10 rotazioni	100 rotazioni	180 rotazioni
Risultati conglomerato di riferimento 30% RAP	13,2	6,6	5,8
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 2G	11,5	4,2	3,3
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

ACF WARM-MIX 4G

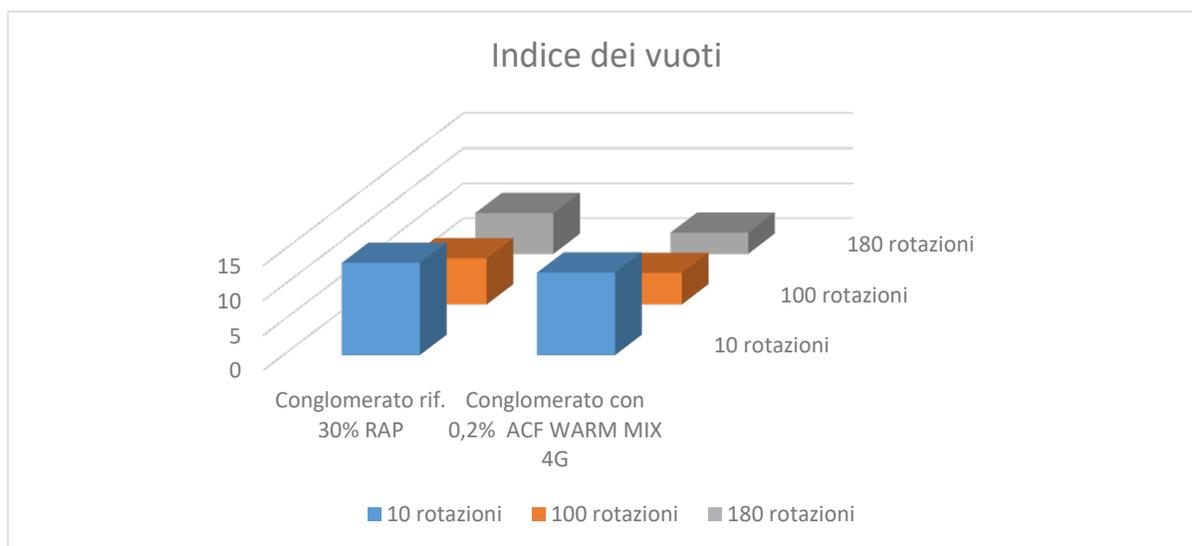
- Prova Marshall



Conglomerato	Stabilità (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza (KN/mm)
Binder con 100% Vergine	9,8	3,0	3,3
Binder con 30% RAP	19,3	1,8	10,7
Binder con 30%RAP + 0,2% ACF WARM MIX 4G	10,8	2,5	4,3

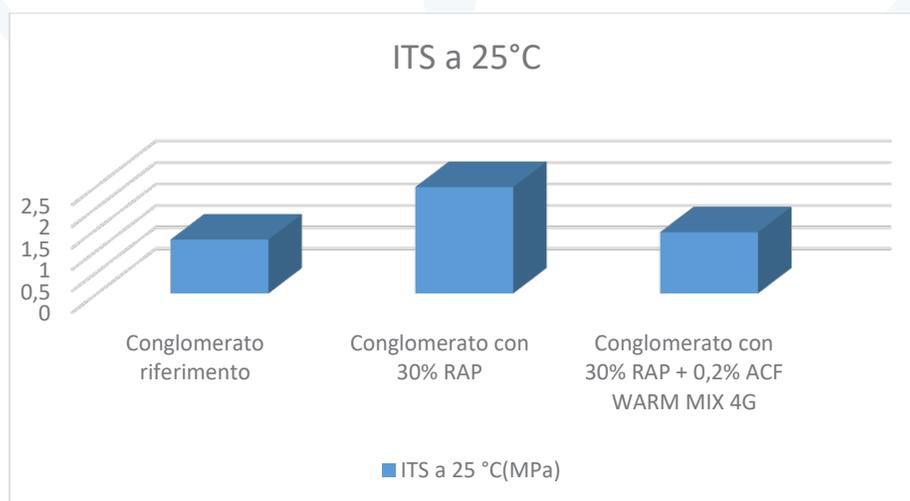
- **Indice dei vuoti**

In grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati a 120°C con compattatore giratorio.



Compattazione a 120°C	10 rotazioni	100 rotazioni	180 rotazioni
Risultati conglomerato di riferimento 30% RAP	13,2	6,6	5,8
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 4G	11,8	4,5	3,0
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

- **Resistenza a trazione indiretta**



<i>Conglomerato</i>	<i>ITS a 25°C (MPa)</i>
<i>Binder con 100% Vergine</i>	<i>1,25</i>
<i>Binder con 30% RAP</i>	<i>2,47</i>
<i>Binder con 30%RAP + 0,2% ACF WARM MIX 4G</i>	<i>1,32</i>
<i>Riferimento ANAS</i>	<i>0,7-1,4</i>

FASE 2: QUALIFICAZIONE DEL LEGANTE

LEGANTE BITUMINOSO	PENETRAZIONE (dmm)	RAMMOLLIMENTO (°C)
<i>Bitume 50/70 -Tal quale</i>	<i>68</i>	<i>51</i>
<i>Bitume Estratto -Binder con 0% RAP</i>	<i>50</i>	<i>60</i>
<i>Bitume Estratto -Binder con 30% RAP</i>	<i>44</i>	<i>63</i>
<i>Bitume Estratto -Binder con 30% RAP + 0,2% ACF ECO</i>	<i>52</i>	<i>61</i>
<i>Bitume Estratto -Binder con 30% RAP + 0,3% ACF ECO</i>	<i>59</i>	<i>55</i>

FASE 3: CARATTERISTICHE DEI LEGANTI ADDITIVATI

Questo tipo di studio è stato condotto presso i laboratori del dipartimento di chimica dell'Università della Calabria, al fine di verificare la presenza del promotore di adesione e la termo-stabilità.

L'analisi FT-IR è stata condotta su campioni di bitume non additivato, e campioni additivati rispettivamente con: STARDOPE®ACF 100, ACF WARM-MIX 2G, ACF WARM-MIX 4G e, ACF WARM-MIX 50 PLUS. Dall'analisi di comparazione è possibile evidenziare come gli spettri della miscela bitume-additivo risultano dalla sovrapposizione degli spettri dei singoli componenti, come mostrato negli spettri seguenti. E' stata inoltre valutata la stabilità termica del sistema bitume-additivo tenendo il campione additivato in stufa a T=180°C per 5 giorni, simulando il trattamento termico a T=150°C per circa 15 giorni.

L'analisi spettrale sulle miscele bitume-additivo hanno mostrato una elevata stabilità, in quanto gli spettri FT-IR acquisiti dopo trattamento a 180°C, non mostrano significative variazioni.

STARDOPE® ACF 100

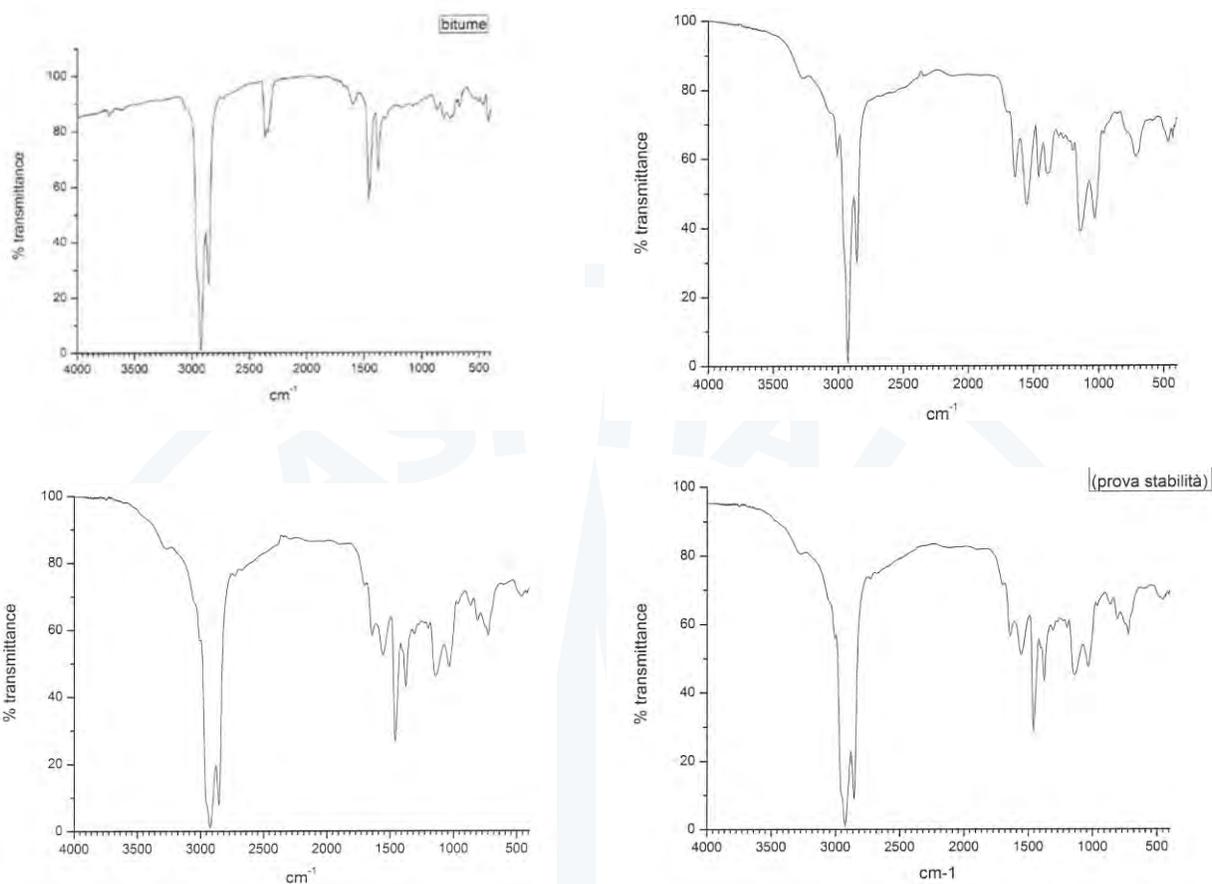
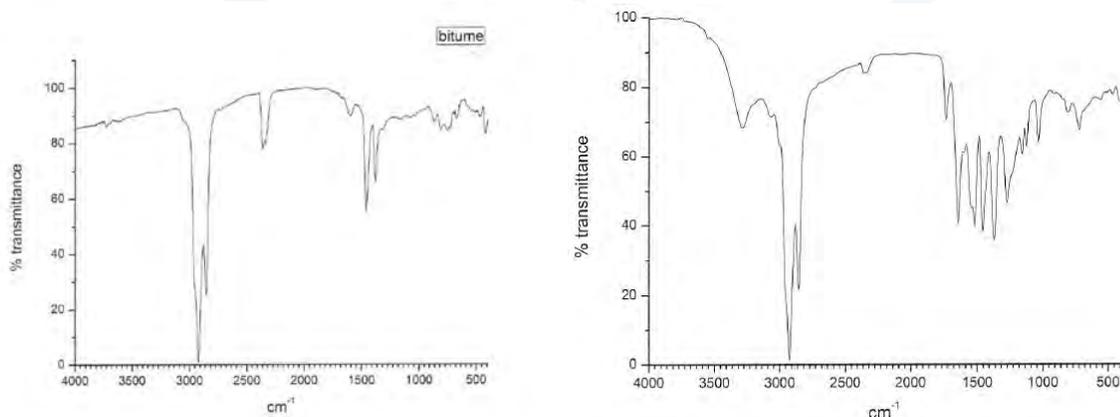


Figura 1. Spettro infrarosso acquisito in trasmittanza tramite Spettrometro Infrarosso a Trasformata di Fourier nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm^{-1} .

In alto a sinistra i picchi caratteristici di un campione di bitume non additivato, in alto a destra quelli di un bitume additivato, in basso a sinistra la sovrapposizione dei picchi caratteristici di un campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo, in basso a destra la prova di stabilità a $T=180^{\circ}\text{C}$ a 5 giorni del campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo.

ACF WARM-MIX 2G



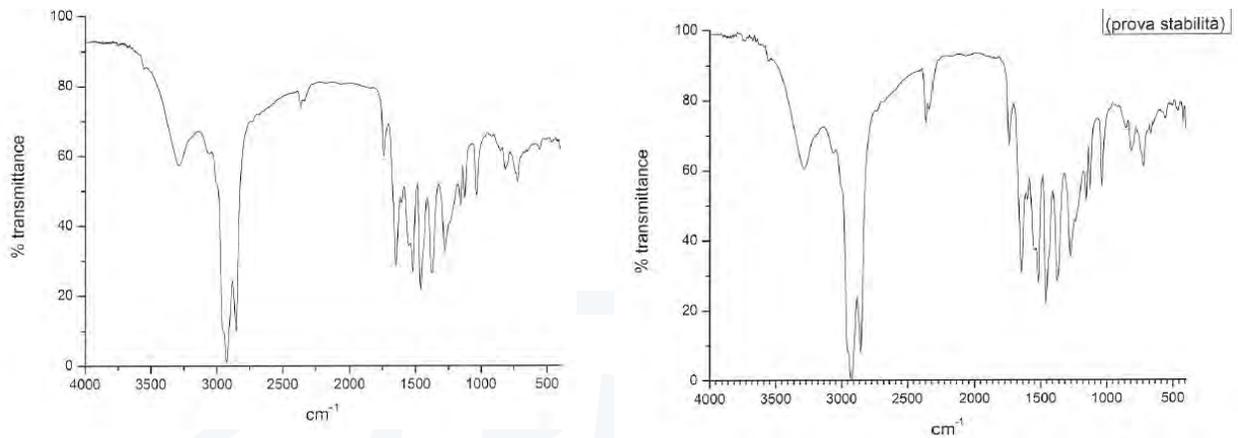
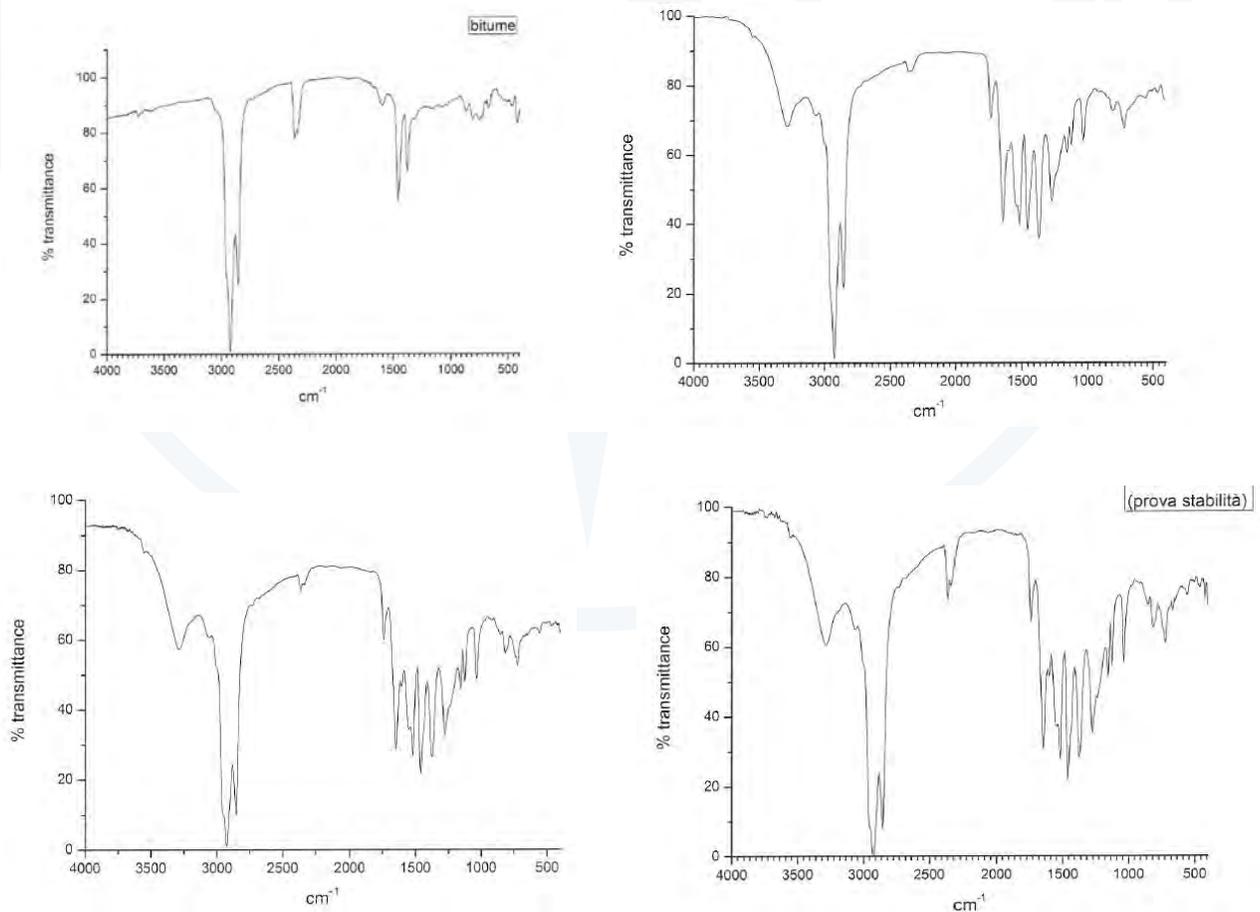


Figura 2. Spettro infrarosso acquisito in trasmittanza tramite Spettrometro Infrarosso a Trasformata di Fourier nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm^{-1} .

In alto a sinistra i picchi caratteristici di un campione di bitume non additivato, in alto a destra quelli di un bitume additivato, in basso a sinistra la sovrapposizione dei picchi caratteristici di un campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo, in basso a destra la prova di stabilità a $T=180^{\circ}\text{C}$ a 5 giorni del campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo.

ACF WARM-MIX 4G



RIUTILIZZO DI ELEVATE PERCENTUALI DI FRESATO

ACF WARM-MIX 40

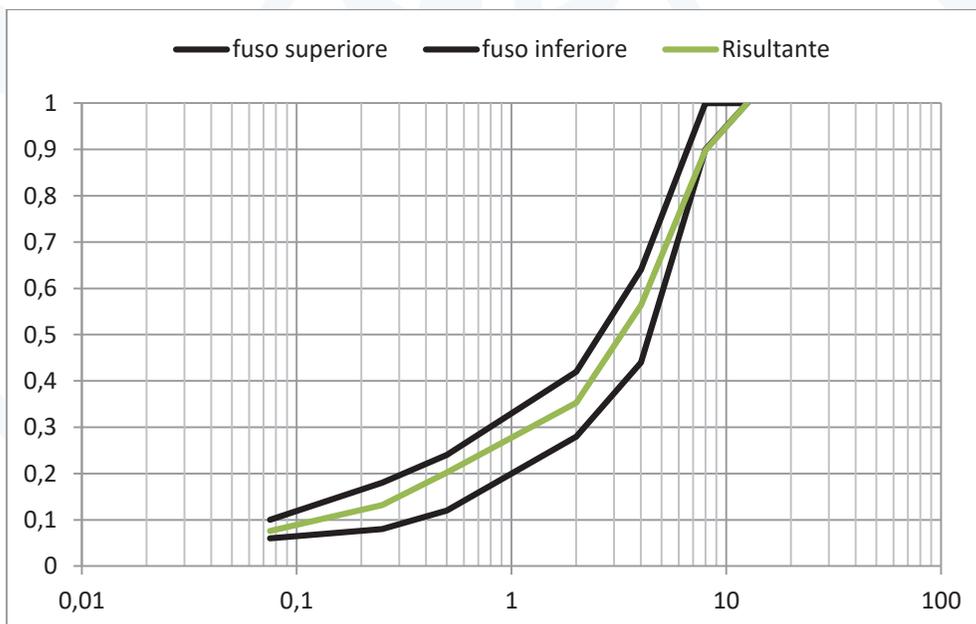


Lo studio è stato condotto valutando le proprietà meccaniche e volumetriche di miscele bituminose realizzate utilizzando il 40 e 50% di fresato, e un fuso di riferimento di usura di tipo B ANAS. Inoltre, è stato caratterizzato reologicamente il legante al fine di valutarne le proprietà, e scongiurare eventuali problemi legati alla resistenza dello stesso.

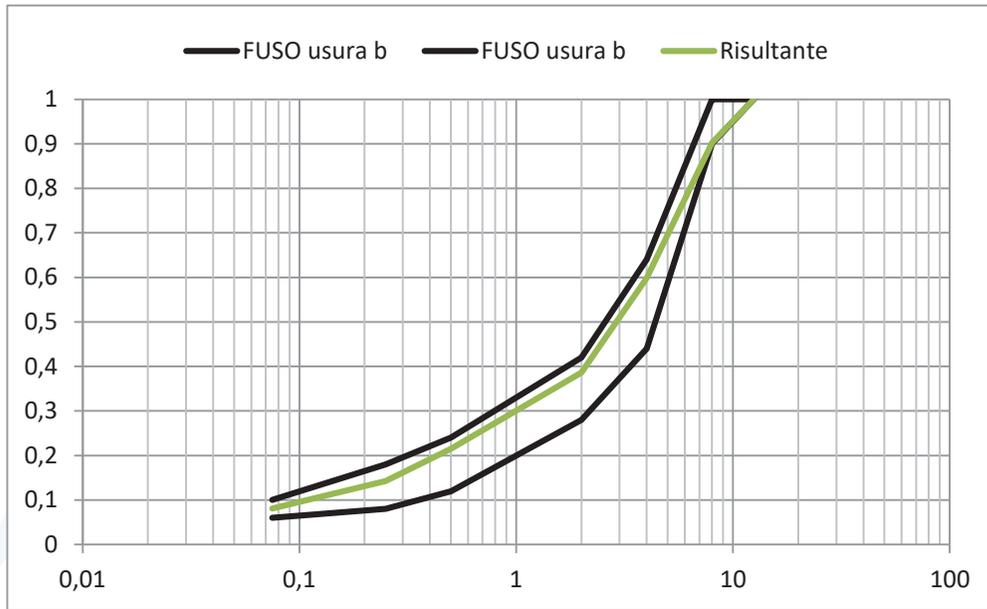


Curva granulometrica

Fuso di usura di tipo B ANAS, realizzato con il 40% di fresato 0-10 mm:



Fuso di usura di tipo B ANAS, realizzato con il 50% di fresato 0-10 mm:



Preparazione del miscela

Le miscele, sia quella di riferimento (senza aggiunta di additivi) sia quella con l'aggiunta dell'additivo, sono costituite da conglomerati bituminosi di usura di tipo B confezionati con bitume 50/70 (Penetrazione: 55 dmm; R&B: 47°C).



Le miscele sono state confezionate in laboratorio per mezzo di un miscelatore termostato per conglomerati bituminosi (Infratest), impiegando una percentuale complessiva di legante del 5% in peso riferita agli inerti (bitume vecchio+nuovo). Sono stati realizzati conglomerati bituminosi al 40 e 50% di fresato, dosando l'additivo ACF WARM-MIX 40 rispettivamente allo 0,37% e allo 0,41% sul peso del fresato.

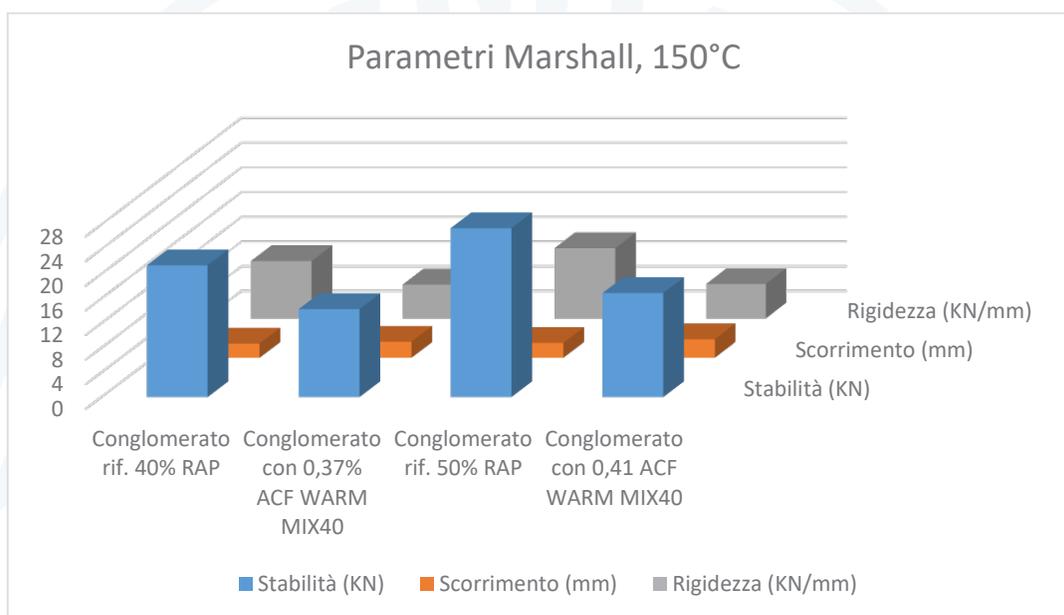
La miscelazione è stata eseguita alla temperatura di 160°C.

Realizzazione dei provini e analisi dei risultati

I provini sono stati confezionati rispettivamente alla temperatura di 150 e 110°C, costipati al compattatore Marshall per valutare le proprietà meccaniche delle miscele, e a 10, 100, 180 rotazioni al compattatore giratorio, per valutare le proprietà volumetriche.

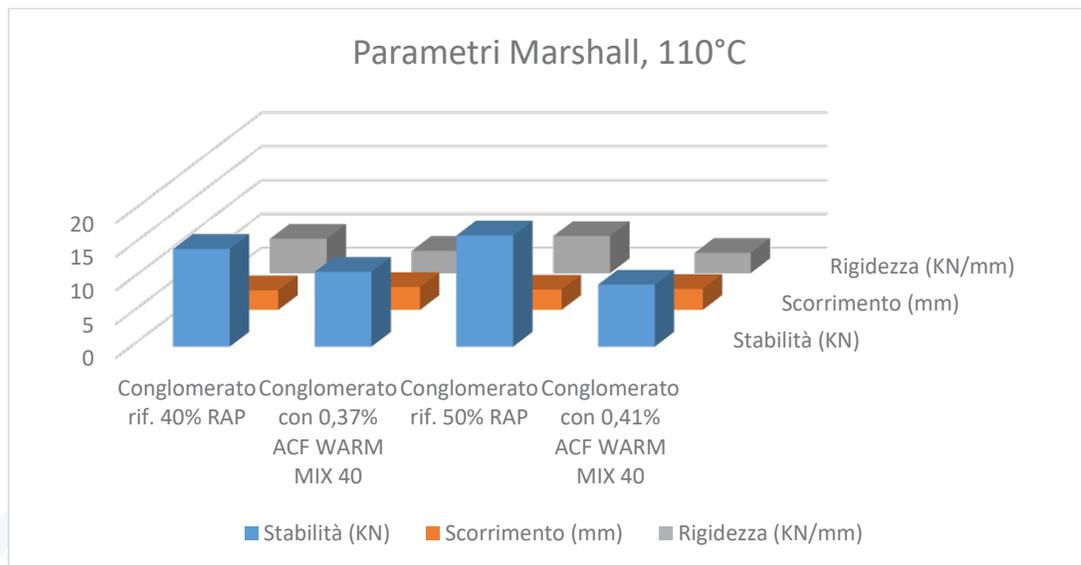
- **Prova Marshall**

Nel grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati con compattatore Marshall a 150°C.



<i>Compattazione a 150°C</i>	<i>Stabilità Marshall (KN)</i>	<i>Scorrimento (mm)</i>	<i>Rigidezza Marshall (KN/mm)</i>
<i>Risultati conglomerato di rif. 50% RAP</i>	27,4	2,4	11,4
<i>Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40</i>	16,9	3,0	5,6
<i>Compattazione a 150°C</i>	<i>Stabilità Marshall (KN)</i>	<i>Scorrimento (mm)</i>	<i>Rigidezza Marshall (KN/mm)</i>
<i>Risultati conglomerato di rif. 40% RAP</i>	21,4	2,3	9,3
<i>Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40</i>	14,3	2,6	5,5

Nel grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati con compattatore Marshall a 110°C.

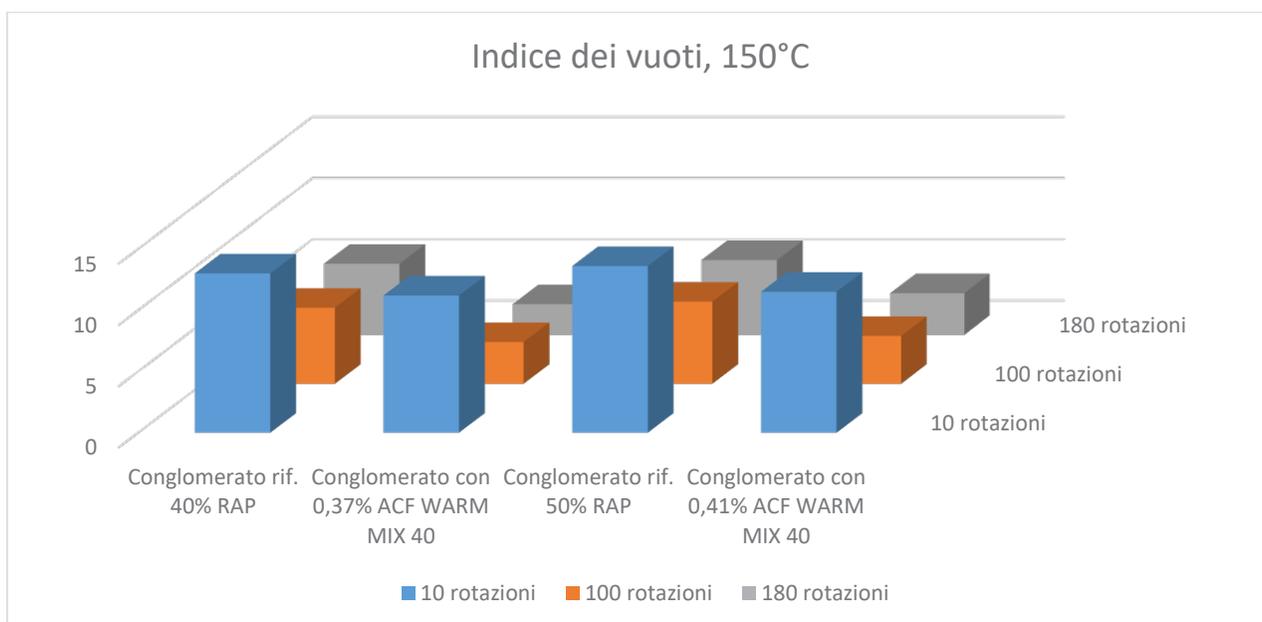


Compattazione a 110°C	Stabilità Marshall (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza Marshall (KN/mm)
Risultati conglomerato di rif. 50% RAP	16,5	3,0	5,5
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	9,2	3,1	3,0

Compattazione a 110°C	Stabilità Marshall (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza Marshall (KN/mm)
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP	14,5	2,9	5,1
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	11,1	3,4	3,3

- **Indice dei vuoti**

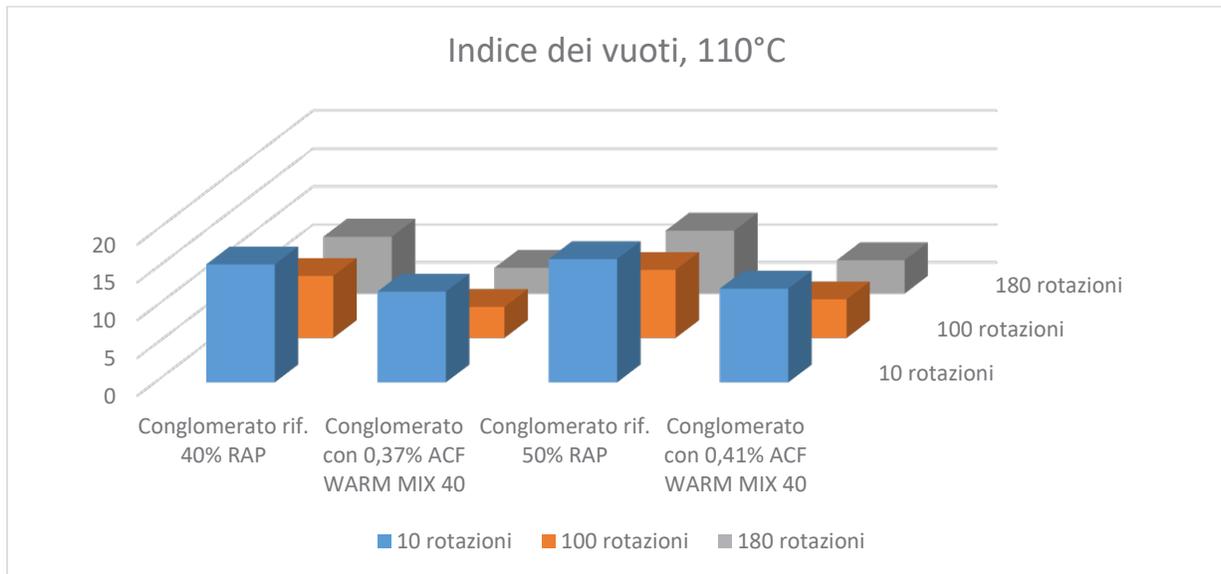
In grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati a 150°C con compattatore giratorio.



Compattazione a 150°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 100 rotazioni (%)	Vuoti a 180 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di rif. 50% RAP	13,6	6,7	6,1
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	11,5	3,9	3,4
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

Compattazione a 150°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 100 rotazioni (%)	Vuoti a 180 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP	13,0	6,2	5,8
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	11,2	3,4	2,5
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

In grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati a 110°C con compattatore giratorio.

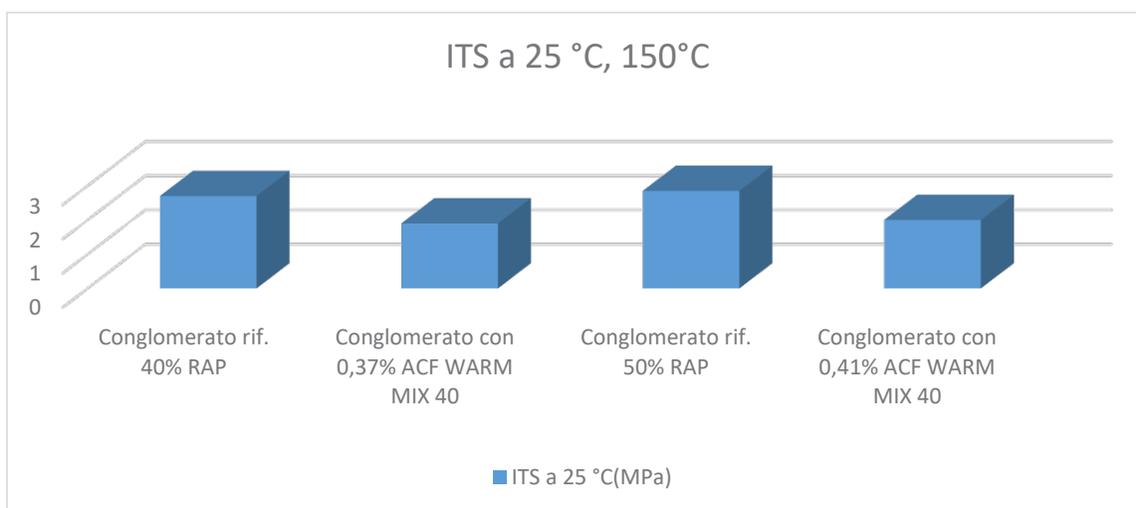


Compattazione a 110°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 100 rotazioni (%)	Vuoti a 180 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di riferimento	16,3	9,0	8,3
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	12,4	5,1	4,4
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

Compattazione a 110°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 100 rotazioni (%)	Vuoti a 180 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di riferimento	15,6	8,2	7,5
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	12,0	4,1	3,4
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

- **Resistenza a trazione indiretta**

Nel grafico si riportano i valori registrati di resistenza a trazione indiretta, di provini confezionati a 150°C.



Compattazione a 150°C

ITS (MPa)

Risultati conglomerato di rif. 50% RAP

2,9

Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40

2,0

Compattazione a 150°C

ITS (MPa)

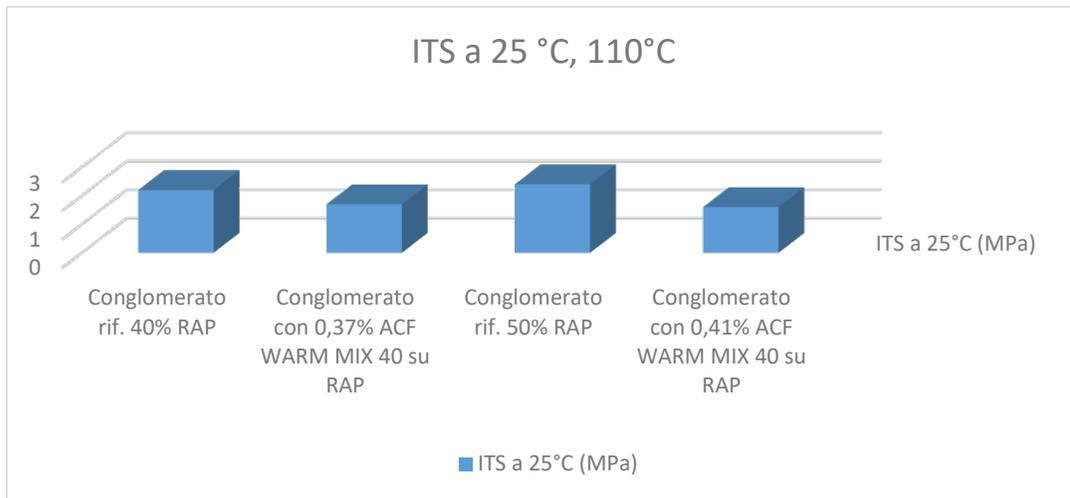
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP

2,7

Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40

1,9

Nel grafico si riportano i valori registrati di resistenza a trazione indiretta, dei provini confezionati a 110°C.



Compattazione a 110°C

ITS (MPa)

Risultati conglomerato di rif. 50% RAP

2,4

Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40

1,6

Compattazione a 110°C

ITS (MPa)

Risultati conglomerato di rif. 40%

2,2

Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40

1,7

Preparazione della miscela legante

Per realizzare i test sul legante è stato opportunamente realizzata una miscela composta per il 50% da un bitume di tipo 50/70 (Penetrazione: 55 dmm; R&B: 47°C), il medesimo utilizzato per la realizzazione dei conglomerati bituminosi, e per un 50% da bitume ossidato. A questa miscela è stato aggiunto il corrispettivo quantitativo di ACF WARM-MIX 40, che risulta essere pari al 3,5% sul peso del legante totale. Il legante è stato testato con tecnica DSR in simulazione di: pre-miscelazione, post miscelazione e stesa (dopo invecchiamento RTFO) e infine dopo invecchiamento a lungo termine (PAV). Per contro è stata eseguita la stessa procedura al bitume “vergine”, precedentemente citato.

Inoltre è stata valutata la viscosità iniziale dei leganti, con viscosimetro Brookfield.

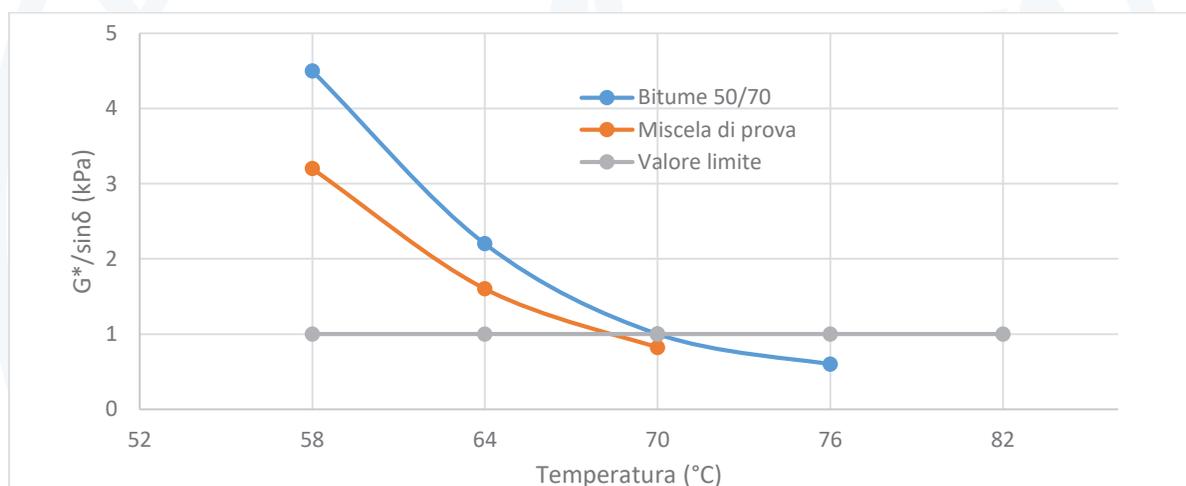
Principi del metodo DSR

Questo metodo consente di valutare la resistenza del legante all'ormaiamento e al cracking; in particolare la norma specifica i limiti entro i quali il legante mantiene le sue caratteristiche ottimali. In particolare, la prova simula l'azione esercitata da traffico veicolare alla velocità di 90-100 Km/h. I test sono stati eseguiti su due miscele bituminose: una miscela di riferimento, bitume vergine di tipo 50/70 e una miscela di prova, composta per il 50% da bitume vergine di tipo 50/70 e per il 50% da bitume di tipo 50/70 ossidato, con l'aggiunta del 3,5% in peso (riferito alla miscela) dell'additivo polifunzionale denominato ACF WARM-MIX 40.

Analisi dei risultati

- **Legante pre-miscelazione**

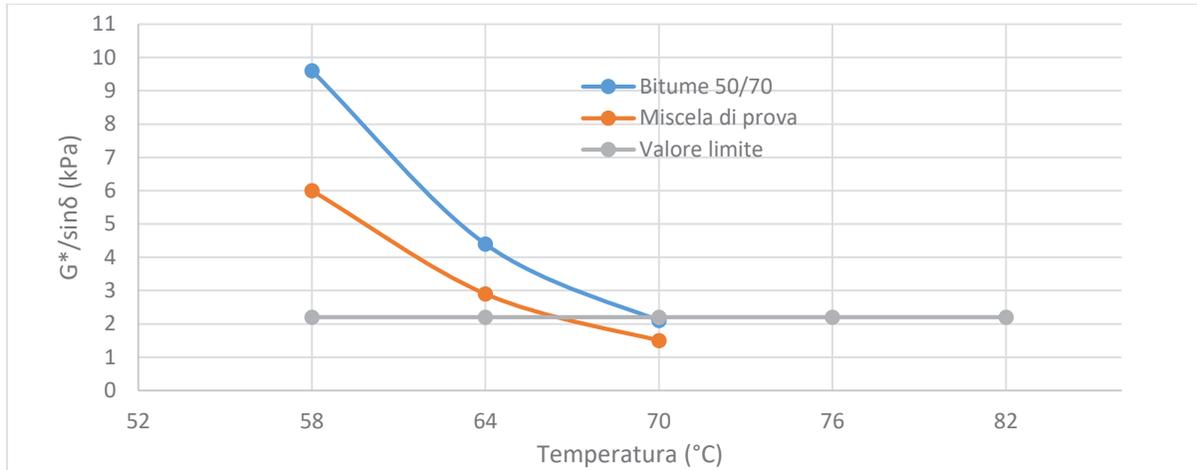
Per qualificare un bitume di tipo "vergine", il sistema SHRP impone il controllo del parametro viscoelastico $G^*/\sin\delta$; il valore di tale parametro non deve essere inferiore a 1 kPa.



	Bitume 50/70	Miscela di prova
$G^*/\sin\delta$ 58°C (KPa)	4,5	3,2
$G^*/\sin\delta$ 64°C (KPa)	2,2	1,6
$G^*/\sin\delta$ 70°C (KPa)	1,0	0,82
$G^*/\sin\delta$ 76°C (KPa)	0,6	-

- **Legante post-miscelazione e stesa (invecchiamento RTFO)**

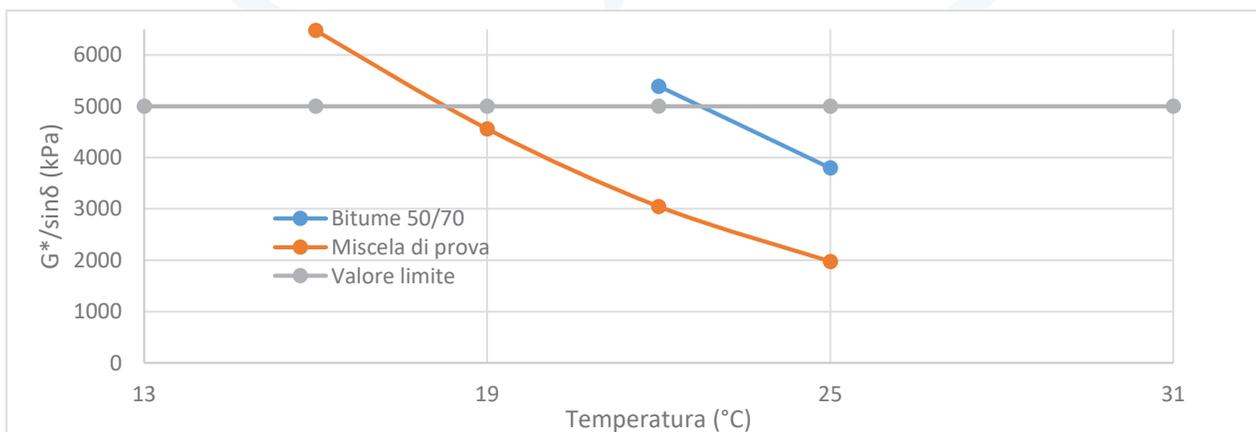
Per qualificare un bitume in termini di ormaiamento, dopo post mescolazione e stesa, il sistema SHRP impone il controllo del parametro viscoelastico $G^*/\sin\delta$, che a seguito del processo di confezionamento e stesa (invecchiamento RTFO) non deve essere inferiore a 2,2 kPa.



	Bitume 50/70	Miscela di prova
$G^*/\sin\delta$ 58°C (KPa)	9,6	6,0
$G^*/\sin\delta$ 64°C (KPa)	4,4	2,9
$G^*/\sin\delta$ 70°C (KPa)	2,1	1,5

- **Valutazione a lungo termine (dopo PAV)**

Per qualificare un bitume in termini di resistenza alla fatica (cracking), ovvero per simulare le condizioni di stress che la pavimentazione subisce nel lungo termine, i leganti sono stati sottoposti a invecchiamento PAV. Il sistema SHRP impone il controllo del parametro viscoelastico $G^*\cdot\sin\delta$, al fine di valutare l'andamento del processo di vita della pavimentazione da 5 a 10 anni, il quale deve essere inferiore a 5000 kPa.



	<i>Bitume 50/70</i>	<i>Miscela di prova</i>
$G^* \cdot \sin \delta$ 25°C (kPa)	3808	1975
$G^* \cdot \sin \delta$ 22°C (kPa)	5390	3045
$G^* \cdot \sin \delta$ 19°C (kPa)		4558
$G^* \cdot \sin \delta$ 16°C (kPa)		6477

- **Viscosità leganti a 60°C**

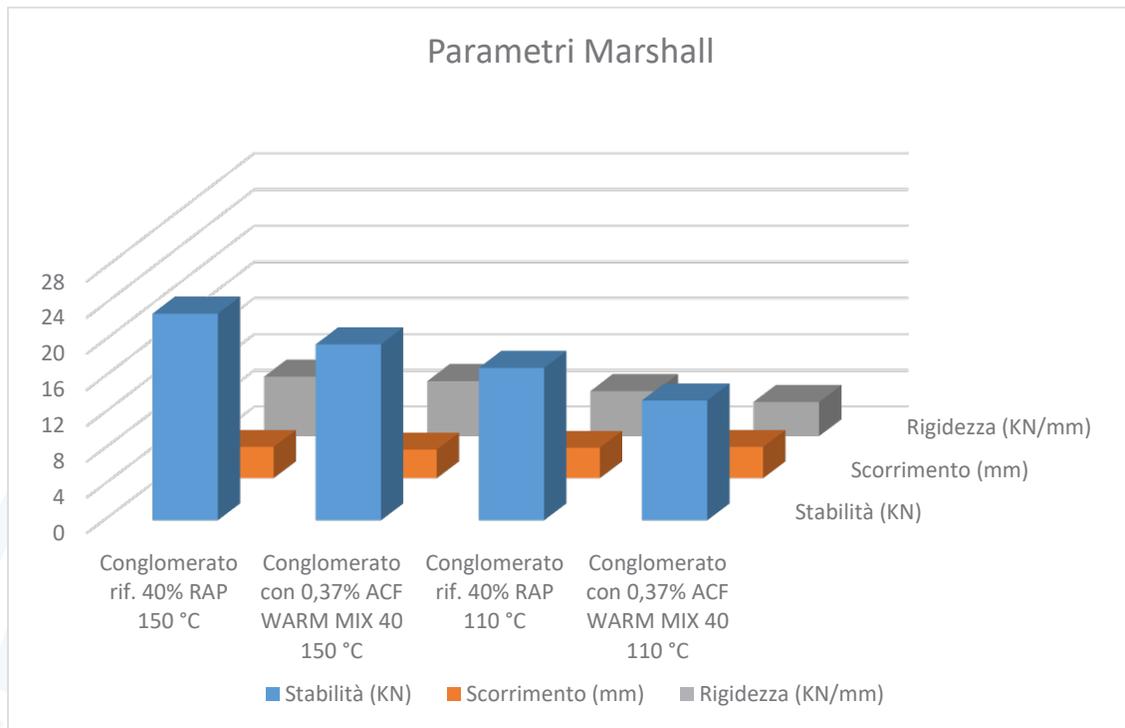
	<i>Bitume 50/70</i>	<i>Miscela di prova</i>
<i>Viscosità in Pa·s</i>	205	270
<i>Valore per bitumi 50/70 Pa·s</i>		≥ 145
<i>Valore per bitumi 35/50 Pa·s</i>		≥ 225

Miscele con bitume modificato

Uno studio supplementare è stato condotto sempre su un tappeto di usura di tipo B ANAS utilizzando come legante un bitume modificato con SBS (modifica hard) (Penetrazione: 42 dmm; R&B: 78°C) nella percentuale del 5% in peso riferita agli inerti (bitume vecchio+nuovo), 40% di RAP avente granulometria 0-10 mm e ACF WARM-MIX 40 nella percentuale dello 0,37% sul peso del fresato aggiunto alla miscela. La miscelazione è stata eseguita nuovamente alla temperatura di 160°C, i provini sono stati confezionati rispettivamente alla temperatura di 150 e 110°C, costipati al compattatore Marshall per valutare le proprietà meccaniche delle miscele, e a 10, 140, 230 rotazioni al compattatore giratorio, per valutare le proprietà volumetriche.

• **Prova Marshall**

Nel grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati con compattatore Marshall a 150 e 110°C.

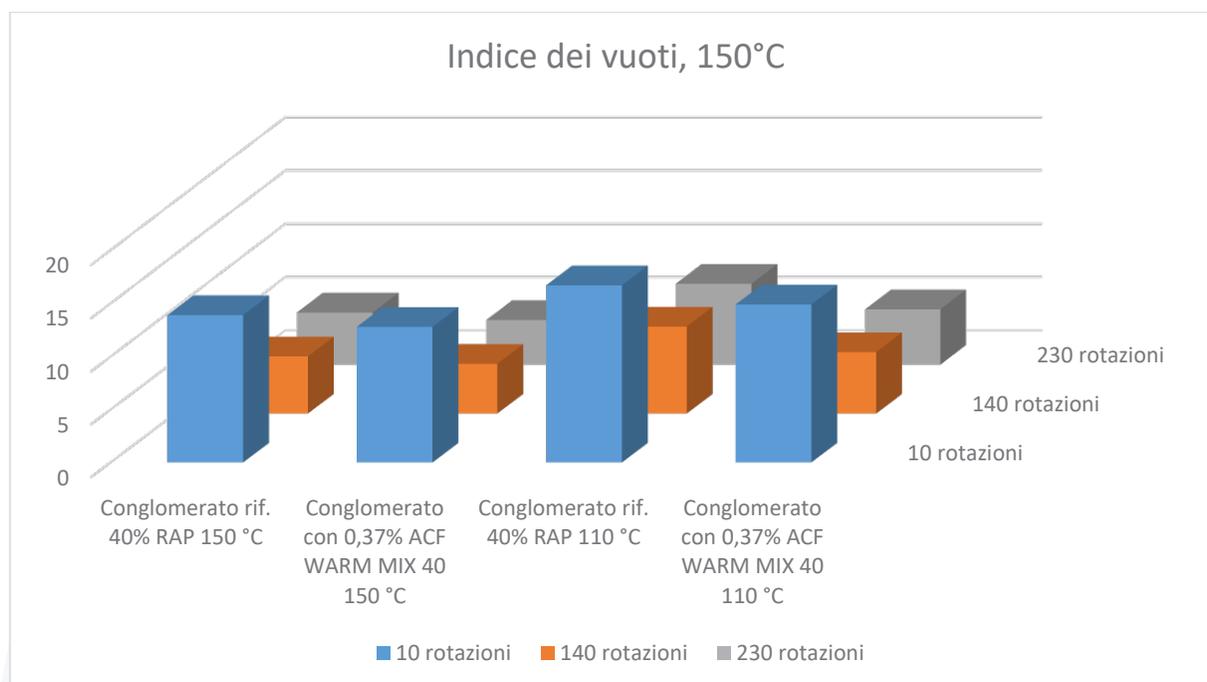


Compattazione a 150°C	Stabilità Marshall (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza Marshall (KN/mm)
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP	23,0	3,5	6,6
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	19,6	3,2	6,1

Compattazione a 110°C	Stabilità Marshall (KN)	Scorrimento (mm)	Rigidezza Marshall (KN/mm)
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP	17,0	3,4	5,0
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	13,4	3,5	3,8

- **Indice dei vuoti**

In grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati a 150 e a 110°C con compattatore giratorio.

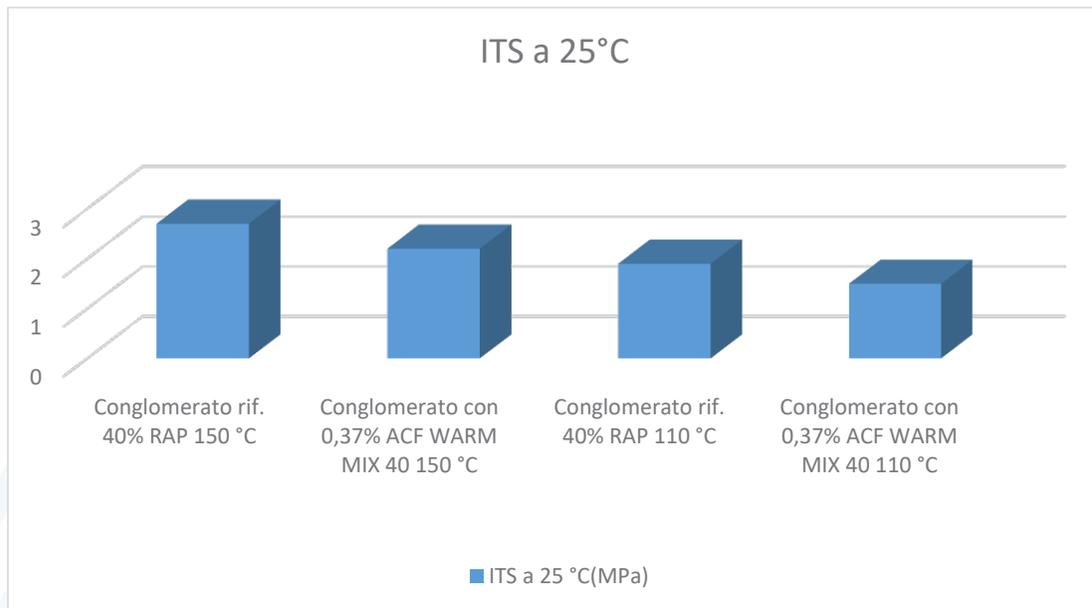


Compattazione a 150°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 140 rotazioni (%)	Vuoti a 230 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP	13,9	5,4	4,9
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	12,8	4,7	4,2
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

Compattazione a 110°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 140 rotazioni (%)	Vuoti a 230 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di rif. 40% RAP	16,7	8,2	7,6
Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40	14,9	5,8	5,2
Riferimenti ANAS	11-15	3-6	≥2

- **Resistenza a trazione indiretta**

Nel grafico si riportano i valori registrati di resistenza a trazione indiretta, di provini confezionati a 150 e a 110°C.



Compattazione a 150°C

ITS (MPa)

Risultati conglomerato di rif. 40% RAP

2,7

Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40

2,2

Riferimenti ANAS

0,95-1,7

Compattazione a 110°C

ITS(MPa)

Risultati conglomerato di rif. 40%

1,9

Risultati conglomerato ACF WARM MIX 40

1,5

Riferimenti ANAS

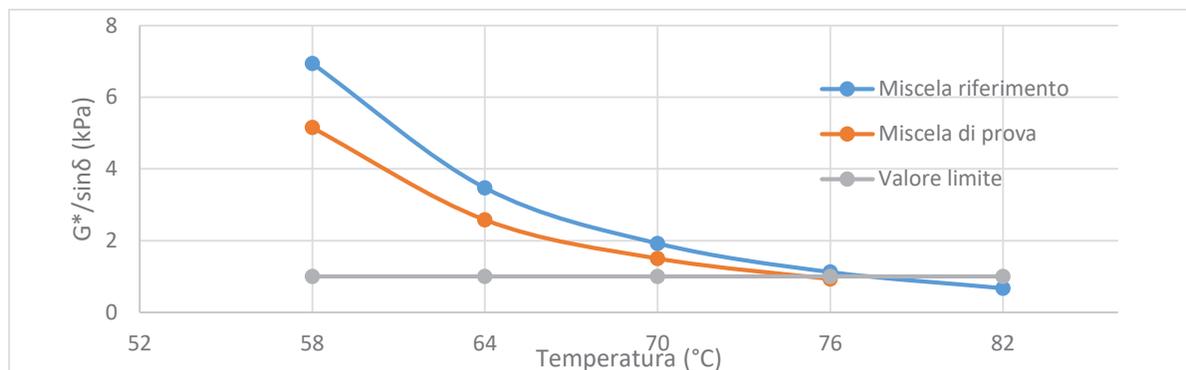
0,95-1,7

Preparazione della miscela legante

I test sono stati eseguiti su due miscele bituminose: una miscela di riferimento, composta per il 60% da bitume modificato con SBS (modifica hard) e dal 40% da bitume di tipo 50/70 vergine, e una miscela di prova, composta da per il 60% da bitume modificato con SBS (modifica hard) e dal 40% da bitume di tipo 50/70 ossidato, con l'aggiunta del 3% in peso (riferito alla miscela) dell'additivo polifunzionale denominato ACF WARM-MIX 40. Il legante è stato testato con tecnica DSR in simulazione di pre-miscelazione, post miscelazione e stesa (dopo invecchiamento RTFO) e, infine, dopo invecchiamento a lungo termine (PAV).

Analisi dei risultati

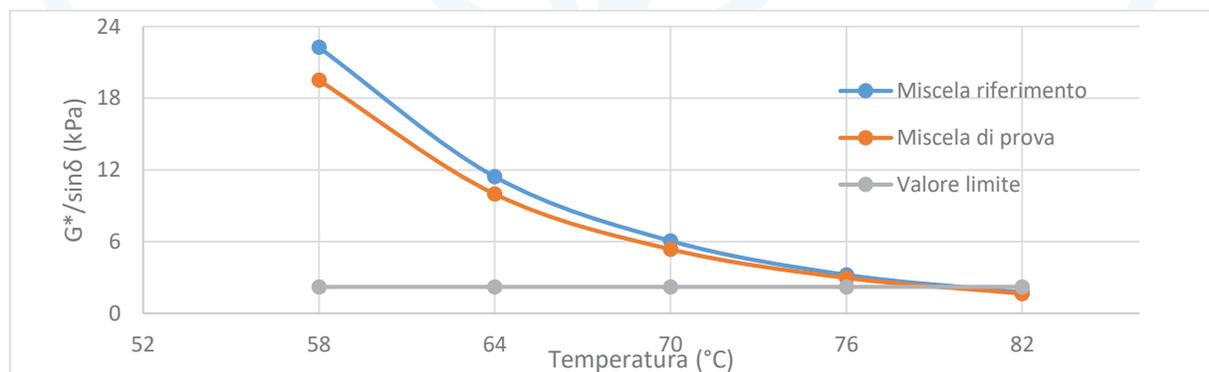
- Legante pre-miscelazione**



Miscela di riferimento Miscela di prova

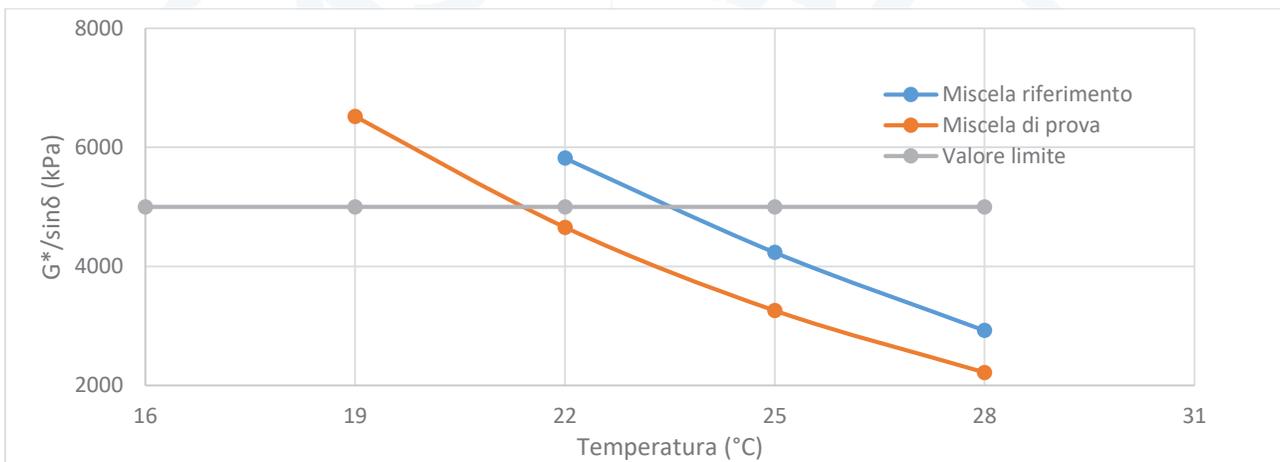
$G^*/\sin\delta$ 58°C (KPa)	6,94	5,15
$G^*/\sin\delta$ 64°C(KPa)	3,47	2,58
$G^*/\sin\delta$ 70°C (KPa)	1,92	1,50
$G^*/\sin\delta$ 76°C (KPa)	1,12	0,93
$G^*/\sin\delta$ 82°C (KPa)	0,67	-

- Legante post-miscelazione e stesa (invecchiamento RTFO)**



	Miscela di riferimento	Miscela di prova
$G^*/\sin\delta$ 58°C (KPa)	22,25	19,50
$G^*/\sin\delta$ 64°C (KPa)	11,43	9,98
$G^*/\sin\delta$ 70°C (KPa)	6,05	5,35
$G^*/\sin\delta$ 76°C (KPa)	3,21	2,95
$G^*/\sin\delta$ 82°C (KPa)	1,75	1,64

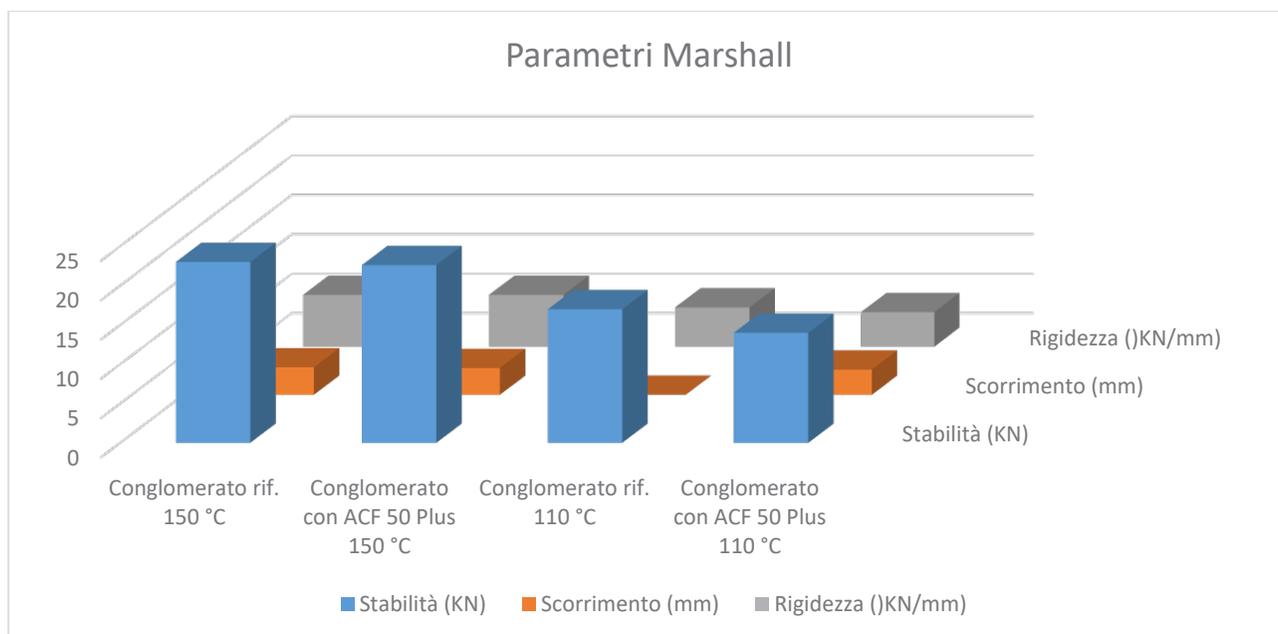
- Valutazione a lungo termine (dopo PAV)



	Miscela di riferimento	Miscela di prova
$G^* \cdot \sin\delta$ 28°C (kPa)	2921	2215
$G^* \cdot \sin\delta$ 25°C (kPa)	4233	3255
$G^* \cdot \sin\delta$ 22°C (kPa)	5818	4655
$G^* \cdot \sin\delta$ 19°C (kPa)	-	6520

ACF WARM-MIX 50 PLUS

Nel grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati con compattatore Marshall a 150 e 110°C.

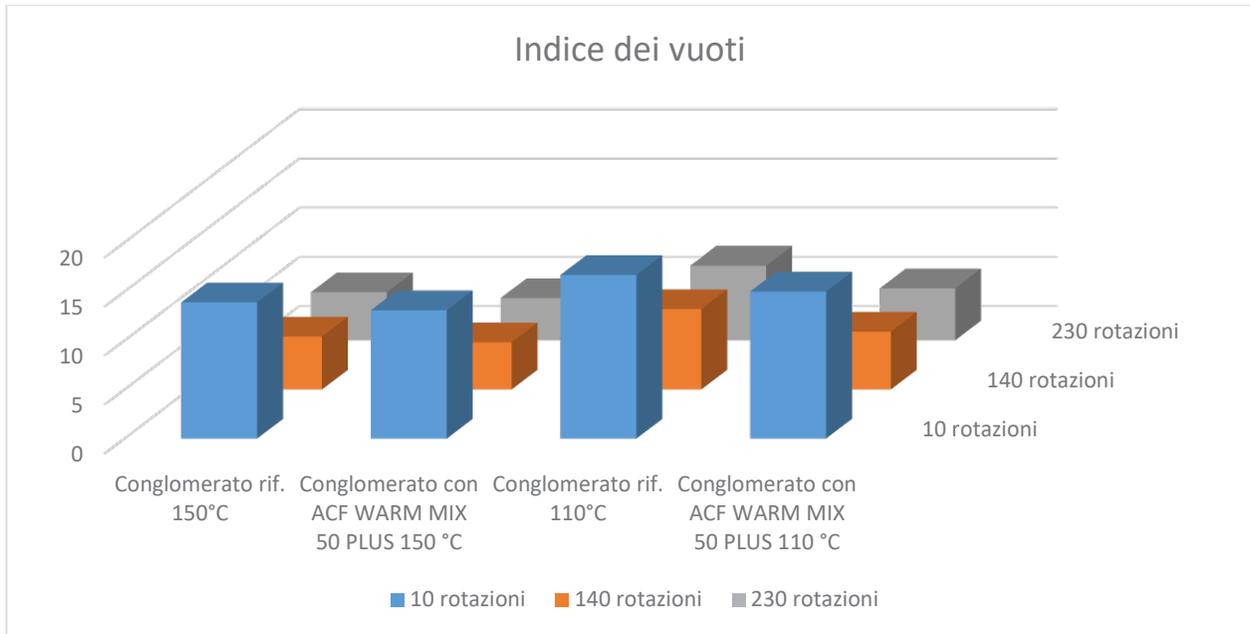


<i>Compattazione a 150°C</i>	<i>Stabilità Marshall (KN)</i>	<i>Scorrimento (mm)</i>	<i>Rigidezza Marshall (KN/mm)</i>
Risultati conglomerato di riferimento	23,0	3,5	6,6
Risultati conglomerato + ACF WARM MIX 50 PLUS	22,6	3,4	6,6

<i>Compattazione a 110°C</i>	<i>Stabilità Marshall (KN)</i>	<i>Scorrimento (mm)</i>	<i>Rigidezza Marshall (KN/mm)</i>
Risultati conglomerato di riferimento	17,0	3,4	5,0
Risultati conglomerato + ACF WARM MIX 50 PLUS	14,0	3,2	4,4

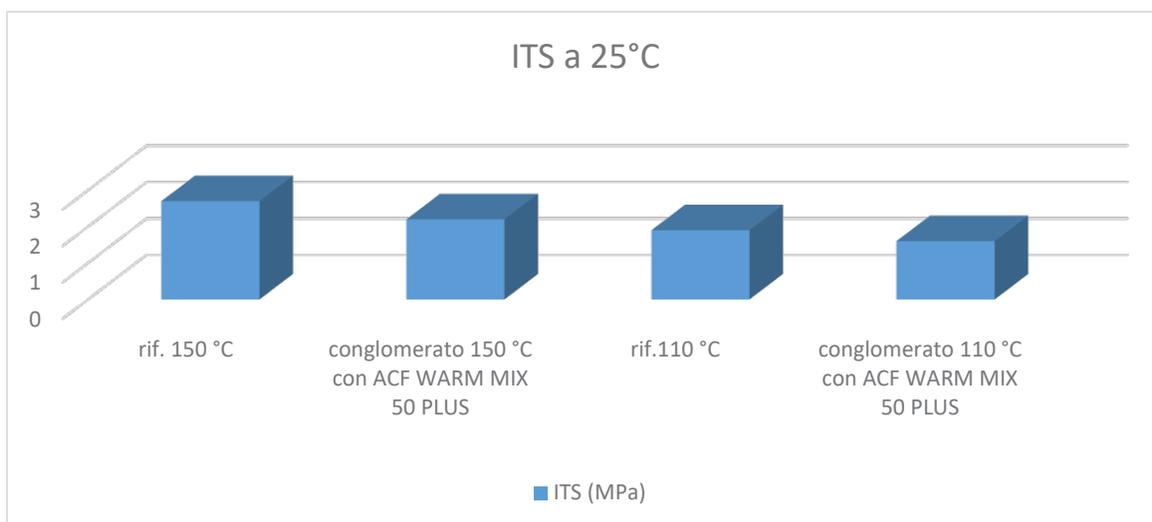
• **Indice dei vuoti**

In grafico si riportano i valori registrati sui provini confezionati a 150°C con compattatore giratorio.



Compattazione a 150°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 140 rotazioni (%)	Vuoti a 230 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di riferimento	13,9	5,4	4,9
Risultati conglomerato + ACF WARM MIX 50 PLUS	13,1	4,8	4,3

Compattazione a 110°C	Vuoti a 10 rotazioni (%)	Vuoti a 140 rotazioni (%)	Vuoti a 230 rotazioni (%)
Risultati conglomerato di riferimento	16,7	8,2	7,6
Risultati conglomerato + ACF WARM MIX 50 PLUS	15,0	5,9	5,3



Compattazione a 150°C

ITS (MPa)

Risultati conglomerato di riferimento	2,7
Risultati conglomerato + ACF WARM MIX 50 PLUS	2,4

Compattazione a 110°C

ITS (MPa)

Risultati conglomerato di riferimento	1,9
Risultati conglomerato + ACF WARM MIX 50 PLUS	1,6

Caratteristiche del legante additivato

Questo tipo di studio è stato condotto presso i laboratori del dipartimento di chimica dell'Università della Calabria, al fine di verificare la presenza del promotore di adesione e la termo-stabilità.

L'analisi FT-IR è stata condotta su un campioni di bitume non additivato e un campione additivato con l'additivo ACF WARM-MIX 50 PLUS. Dall'analisi di comparazione è possibile evidenziare come lo spettro della miscela bitume-additivo risulta dalla sovrapposizione dello spettro dei singoli componenti, come mostrato negli spettri sottostanti. E' stata inoltre valutata la stabilità termica del sistema bitume-additivo tenendo il campione additivato in stufa a T=180°C per 5 giorni, simulando il trattamento termico a T=150°C per circa 15 giorni.

L'analisi spettrale sulla miscela bitume-additivo ha mostrato una elevata stabilità, in quanto lo spettro FT-IR acquisito dopo trattamento a 180°C, non mostra significative variazioni.

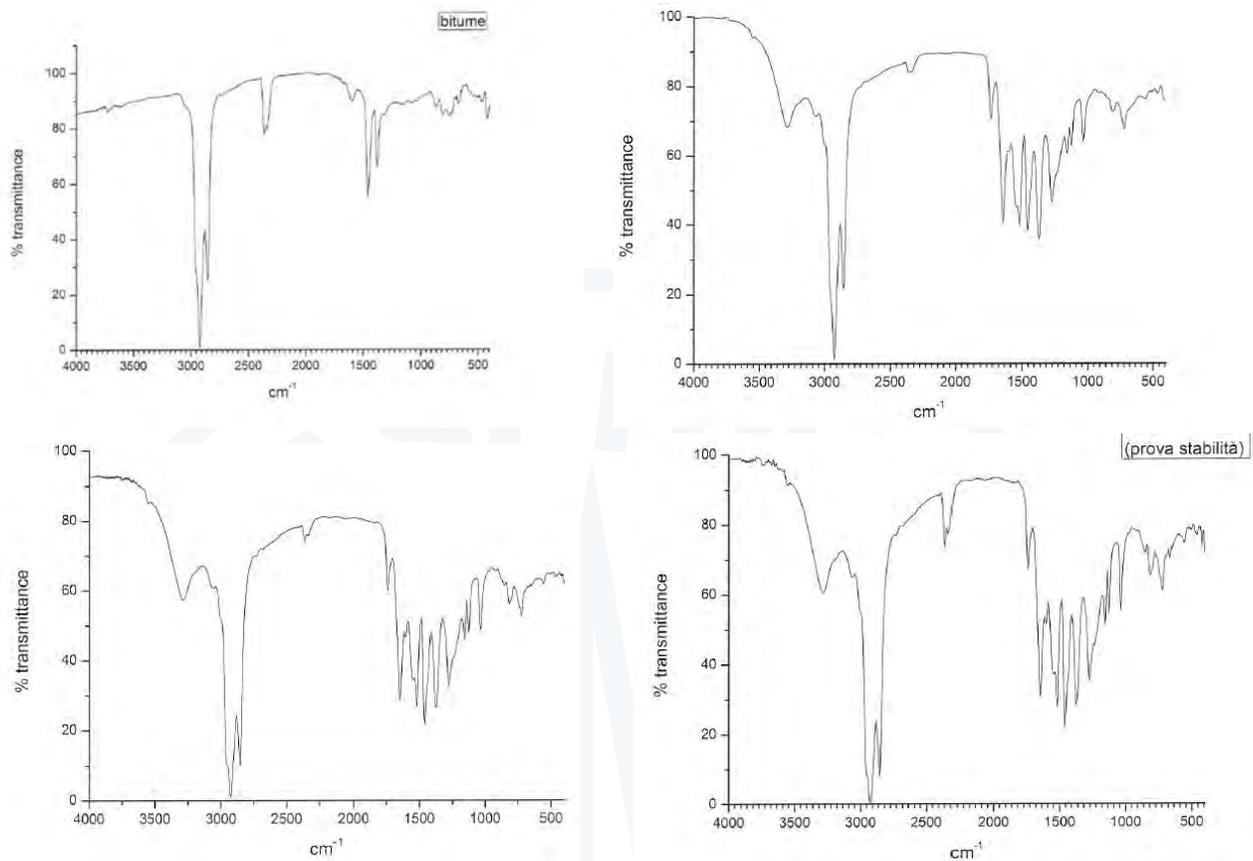


Figura 4. Spettro infrarosso acquisito in trasmittanza tramite Spettrometro Infrarosso a Trasformata di Fourier nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm^{-1} . In alto a sinistra i picchi caratteristici di un campione di bitume non additivato, in alto a destra quelli di un bitume additivato, in basso a sinistra la sovrapposizione dei picchi caratteristici di un campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo, in basso a destra la prova di stabilità a $T=180^{\circ}\text{C}$ a 5 giorni del campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo.

DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Il bitume contenuto nel materiale fresato subisce, per ossidazione, delle modifiche chimico-fisiche, ne consegue, pertanto, una diminuzione del valore della penetrazione, un aumento del punto di rammollimento e della viscosità. Dunque, se ad un conglomerato bituminoso si aggiunge del fresato, allo scopo di realizzarne uno nuovo, si ottiene come effetto un drastico aumento di viscosità di tutto il nuovo conglomerato, poiché la viscosità media, risultante dall'unione del legante vecchio e di quello di aggiunta, è molto alta. Meccanicamente, un conglomerato bituminoso contenente percentuali di fresato superiori al 10% causa un irrigidimento della pavimentazione, ovvero compromette la resistenza agli sforzi di compressione e trazione a cui il manto è sottoposto, favorendo i fenomeni di fessurazione e cracking.

In termini di parametri meccanici, aumentano le stabilità Marshall e diminuiscono i valori di scorrimento; il risultato è una pavimentazione più rigida che mal sopporta i carichi verticali che generano sollecitazioni di flessione, ossia trazione nella metà inferiore e compressione nella metà superiore a causa del continuo passaggio di veicoli, con conseguente rottura a fatica.

I nostri laboratori hanno sviluppato un'ampia gamma di additivi denominati ACF (Additivi Chimici Funzionali) che permettono di riutilizzare il fresato mantenendo il controllo delle prestazioni meccaniche dei conglomerati. Con l'impiego di questi additivi, la tecnica del riciclaggio del fresato permette di ottenere conglomerati bituminosi che hanno caratteristiche fisico-meccaniche simili a quelle dei conglomerati bituminosi prodotti utilizzando inerti e bitumi vergini.

Inoltre, utilizzando ciascun rigenerante a seconda del caso specifico, è possibile:

- Aumentare la vita utile della pavimentazione stradale;
- Ridurre le emissioni di gas serra;
- Ridurre i costi di produzione dei conglomerati bituminosi;
- Mantenere invariati i tempi di mescolazione e produzione;
- Migliorare la compattazione alle basse temperature;
- Stabilire una maggiore interazione bitume/aggregato;
- Riciclare, con gli additivi specifici, alte percentuali di materiale fresato anche su strati di usura.

TIEPIDI

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni il settore delle costruzioni stradali si sta impegnando nella ricerca di nuove tecnologie che consentano di migliorare le performances del materiale usato e l'efficienza delle opere e, nello stesso tempo, di conservare le risorse e ridurre le emissioni inquinanti. Uno fra i possibili approcci che può contribuire a raggiungere tali scopi è la riduzione della temperatura di produzione e di compattazione del conglomerato bituminoso di cui si compone la sovrastruttura. La miscela che ne risulta prende il nome di "Warm Mix Asphalt", ossia "conglomerato bituminoso tiepido". In generale, il confezionamento delle miscele può avvenire a temperature diverse e ciò ha permesso di classificarle come:

- per temperature che vanno dai 150 ai 190°C si definiscono Hot Mix Asphalt (HMA);
- per temperature dai 100 ai 140°C si identificano come Warm Mix Asphalt (WMA);
- per temperature dai 60 ai 100°C Half-Warm Mix Asphalt (HWMA);
- per temperature da 0 a 40°C miscele fredde.

La riduzione della temperatura con il WMA è il risultato di recenti sviluppi tecnologici che richiedono l'uso di additivi organici, additivi chimici e processi a base di acqua o schiumati; tali tecnologie, anche se differenti, si prefiggono lo stesso scopo, cioè migliorare la lavorabilità del bitume alle temperature più basse oltre che moderare le emissioni inquinanti. Dunque, i vantaggi che derivano dal loro impiego sono numerosi: primo fra tutti l'abbassamento delle emissioni in genere ed in particolare quelle dei gas serra, un miglioramento delle condizioni di lavoro per l'assenza di gas nocivi, un più basso consumo di energia per la produzione della miscela, una riapertura più veloce al traffico dopo i lavori, una stesa per distanze maggiori anche in climi freddi, una riduzione dell'invecchiamento del bitume.

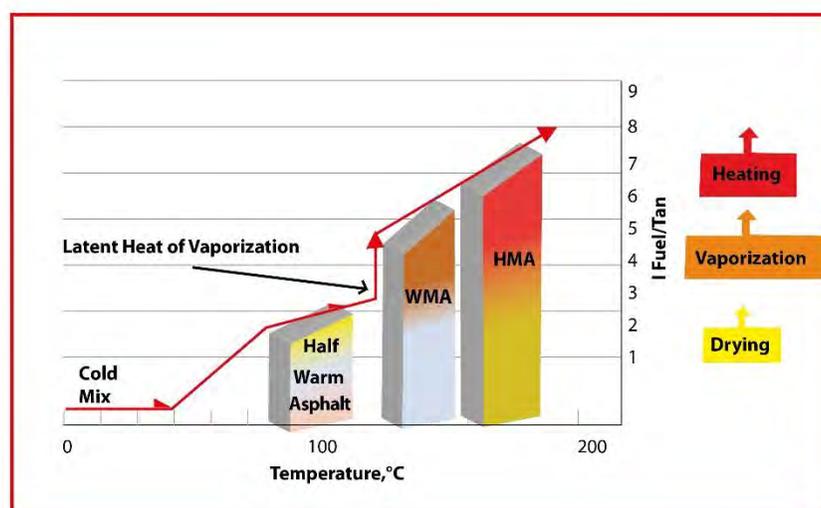


Grafico 1. Classificazione in base al range di temperatura.

LE NOSTRE SOLUZIONI

I nostri additivi nascono dall'esigenza di abbattere le emissioni in atmosfera (CO₂, NO_x, VOC, polveri sottili...), di migliorare costantemente le prestazioni, aumentare l'efficienza di costruzione, la conservazione delle risorse e la gestione ambientale. Differentemente dalle più comuni metodiche di produzione di un conglomerato bituminoso, attraverso l'utilizzo dei nostri Warm-Mix® è possibile ridurre le temperature durante la fase di produzione e compattazione. Tali additivi sono coerenti con gli ideali descritti dallo sviluppo sostenibile.

Per l'utilizzo di questi prodotti non è necessario applicare particolari procedure ma soprattutto non bisogna modificare l'impianto di asfalto; basta aggiungerli al legante bituminoso ed è possibile, immediatamente dopo, ridurre le temperature di produzione, stesa e compattazione.

I nostri Warm-Mix® possono essere utilizzati con qualsiasi tipo di impianto di asfalto e sono compatibili con tutti i tipi di bitumi, sia normali che modificati.

E' possibile aggiungerli direttamente nel mescolatore dell'impianto di produzione durante la fase di confezionamento del conglomerato bituminoso, utilizzando un dosatore automatico o, in alternativa, possono essere aggiunti direttamente nella cisterna di stoccaggio del bitume al momento della sua ricarica; questa operazione va condotta in modo da aggiungere l'additivo man mano che avviene il travaso del bitume nella cisterna di stoccaggio, prestando attenzione che il suo dosaggio sia terminato quando termina il travaso del bitume. Successivamente, è necessario omogeneizzare la miscela bitume-additivo tramite mescolatore o tramite ricircolo.

WARM-MIX® L

E' stato il primo additivo tiepido messo a punto dalla Star Asphalt, a fronte di decine di studi e prove sul campo, vincitore di premi internazionali per la sua elevata efficacia e le sue eccezionali prestazioni; è tutt'oggi molto ricercato in tutto il mondo per la sua qualità. La sua aggiunta, durante la fase di confezionamento di un asfalto, fa sì che le temperature di miscelazione, di stesa e di compattazione possono essere notevolmente inferiori rispetto a quelle utilizzate tradizionalmente, tipicamente fino a 90°C. La sua caratteristica peculiare è quella di migliorare la lavorabilità del conglomerato finale senza compromettere la resistenza all'ormaiamento.



Международен панаир Пловдив International Fair Plovdiv, Bulgaria

ДИПЛОМ DIPLOMA

Международен панаир Пловдив награждава със Златен медал и Диплом експоната „Енергоспестяваща добавка за топъл асфалт WARM-MIX L“
Производител: Star Asphalt S.P.A., Италия
Изложител: БЕТА ПРОИНВЕСТ ЕООД, София
представен на ЕСЕНЕН ПАНАИР 2011

International Fair Plovdiv awards a Gold Medal and Diploma to the exhibit "WARM-MIX L Energy-Saving Additive for Warm Mix Asphalt"
Manufacturer: Star Asphalt S.P.A, Italy
Exhibitor: BETA PROINVEST Ltd., Sofia
exhibited at the INTERNATIONAL AUTUMN FAIR 2011



28.09.2011
Пловдив


Председател на Съвета на директорите: (Величка Гергова)
Chair of the Board of Directors: (Velichka Gergova)

Спечелилият кандидат няма право да използва по какъвто и да е начин наградата "Златен медал и диплом" относно изделие, различно от посоченото в настоящия диплом
The "Gold Medal and Diploma" award may not be applied in any way to a product other than the one specified in this diploma

Figura 1. Medaglia d'oro e diploma Warm-Mix L: Energy-Saving Additive for Warm-Mix Asphalt, International Fair Plovdiv Bulgaria 2011.

STARDOPE® WARM-MIX

È uno speciale additivo che aumenta la lavorabilità alle basse temperature ed il grado di copertura delle miscele bituminose. La sua aggiunta, durante la fase di confezionamento di un asfalto, fa sì che le temperature di mescolazione, di stesa e di compattazione possono essere notevolmente inferiori rispetto a quelle utilizzate tradizionalmente. L'aggiunta di tale additivo ai conglomerati bituminosi, consente di utilizzare temperature di lavoro inferiori, anche di 40°C, rispetto a quelle tradizionalmente utilizzate.

STARDOPE® WARM-MIX 2G

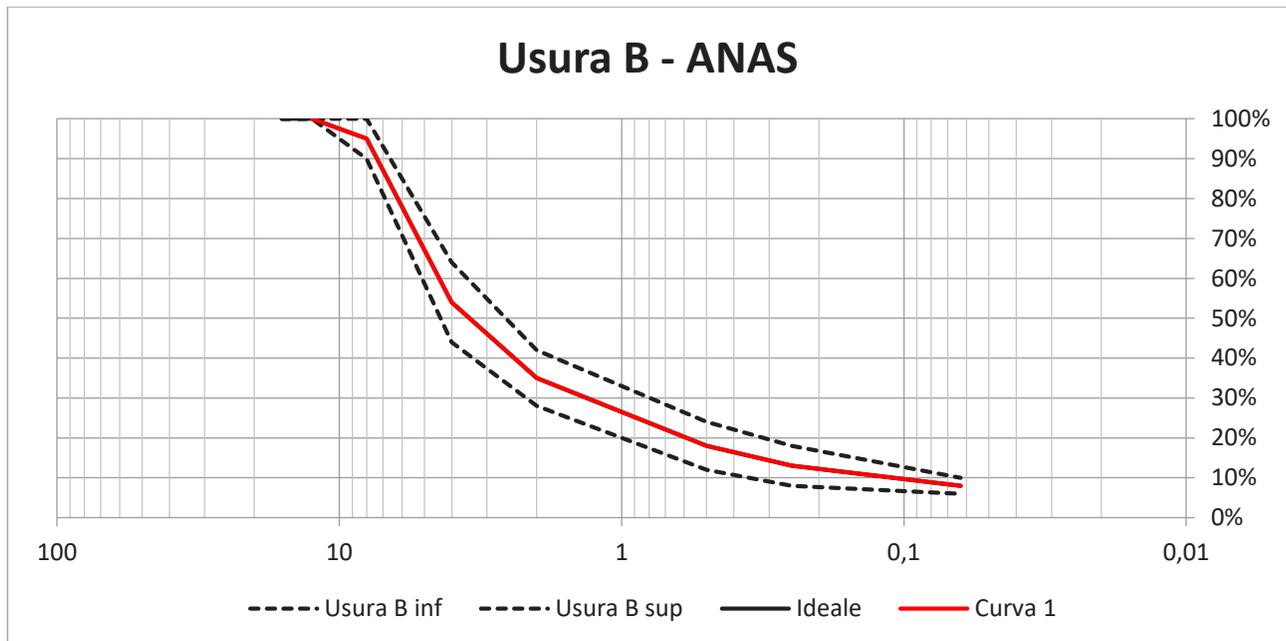
È l'ultimo nato in casa Star Asphalt, dopo una lunga fase di ricerca e sperimentazione, permette di aumentare la lavorabilità alle basse temperature ed il grado di copertura delle miscele bituminose. La sua aggiunta, durante la fase di confezionamento di un asfalto, fa sì che le temperature di mescolazione, di stesa e di compattazione possono essere notevolmente inferiori rispetto a quelle utilizzate tradizionalmente. L'aggiunta di tale additivo ai conglomerati bituminosi, consente temperature di lavoro tipicamente di 40-50°C inferiori rispetto a quelle tradizionalmente utilizzate; inoltre, non modifica le caratteristiche chimico-fisiche del legante bituminoso.

RESOCONTO ATTIVITA' SPERIMENTALE

FASE 1: REALIZZAZIONE DEI CONGLOMERATI BITUMINOSI

Curve granulometriche

Fuso di USURA ANAS di tipo B:



Preparazione delle miscele

Le miscele, sia quella di riferimento (senza aggiunta di additivi) sia quella con l'aggiunta dell'additivo, sono costituite da conglomerati bituminosi di usura di tipo B confezionati con bitume 50/70 (Penetrazione: 55 dmm; R&B: 47°C).



Le miscele sono state confezionate in laboratorio per mezzo di un miscelatore termostato per conglomerati bituminosi (Infratest), impiegando una percentuale di legante del 5% in peso riferita agli inerti. Sono stati realizzati conglomerati bituminosi dosando gli additivi in percentuali variabili tra lo 0,4 e lo 0,6% sul peso del legante.

La miscelazione è stata eseguita alla temperatura di 120°C.

Nel grafico sottostante si riportano i risultati sperimentali ottenuti compattando miscele realizzate con e senza additivi al compattatore giratorio.

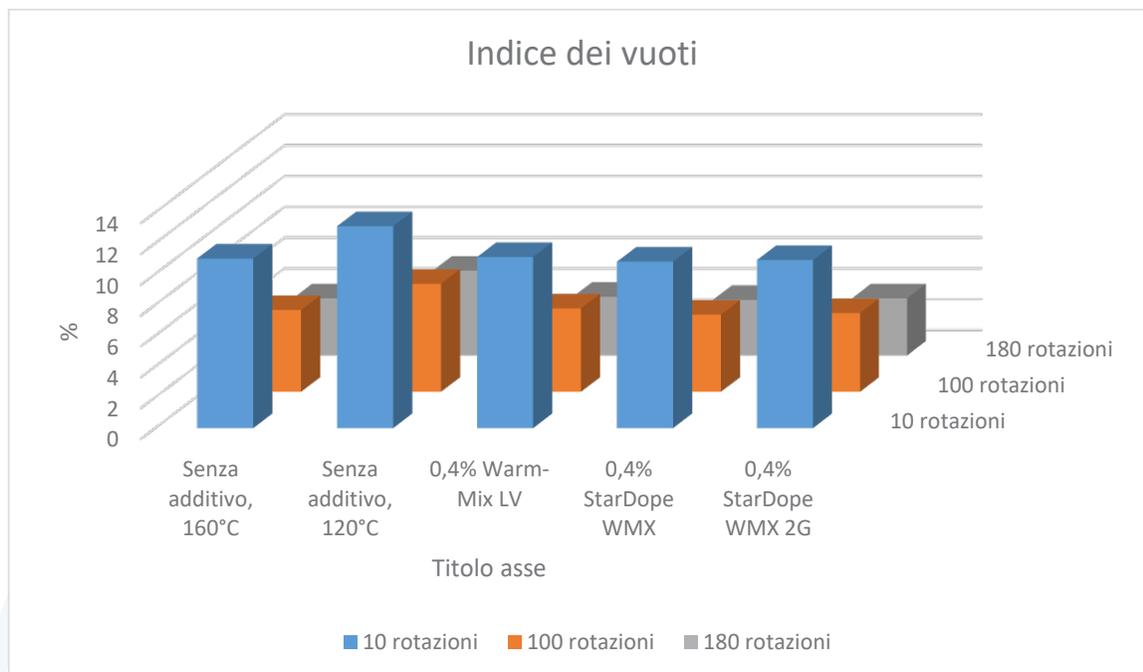


Grafico 2. Confronto indici dei vuoti.

	10 rotazioni	100 rotazioni	180 rotazioni
Senza additivo, 160°C	11,0	5,3	3,7
Senza additivo, 120°C	13,1	7,0	5,5
0,4% WARM-MIX L, 120°C	11,1	5,4	3,8
0,4% STARDOPE WARM-MIX, 120°C	10,8	5,0	3,6
0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G, 120°C	10,9	5,1	3,7

Dai risultati ottenuti si evince come il dosaggio di piccole quantità di additivi, denominati WARM-MIX, permette un reale abbassamento delle temperature di produzione, stesa e compattazione di un conglomerato bituminoso, di circa 40°C inferiore rispetto ad uno stesso conglomerato realizzato senza l'utilizzo di additivi.

Prove eseguite presso S.C. Laborator Central Constructii CCF SRL- ROMANIA

Le prove sono state eseguite su un conglomerato di usura, realizzato con il 5% di bitume di tipo 50/70, con e senza additivo a differenti temperature di compattazione.

- Prova Marshall**

	Mixing: 165°C Compattazione: 140°C	Mixing: 165°C Compattazione: 100°C	Mixing: 120°C Compattazione: 90°C	Valori accettati
Massa volumica [g/cm ³] 25°C	2,5	2,5	2,5	
Stabilità Marshall [KN] 60°C	10,4	9,0	8,7	≥ 8,0
Scorrimento [mm]	4,0	3,6	3,2	2 - 4
Rigidezza [KN/mm]	2,6	2,5	2,7	2 - 5

- Wheel tracking test, bitume 50/70**

Number	Test method EN 12697-22	U.M.	Test Results		Limit Values
			Test 1	Test 2	
1.	Strain rate WTS Air Wheel- tracking slope	mm/103 Load cycle	0,77	0,81	Max. 1,0
2.	Average WTS Air	mm/103 Load cycle	0,79		1,0
3.	Proportional rut depth of the PDR air Proportional Rut Depth	%	7,6	7,9	Max. 9,0
4.	Average PRD air	%	7,8		Max. 9,0
5.	Sulcus depth RD air Rut Depth	mm	3,88	3,95	-
6.	Average RD air	mm	3,92		-

- **Bitume 50/70 additivato con lo 0,5% del WARM-MIX L**

Number	Test method EN 12697-22	U.M.	Test Results		Limit Values
			Test 1	Test 2	
1.	Strain rate WTS Air Wheel- tracking slope	mm/103 Load cycle	0,71	0,75	Max. 1,0
2.	Average WTS Air	mm/103 Load cycle	0,73		1,0
3.	Proportional rut depth of the PDR air Proportional Rut Depth	%	6,8	7,2	Max. 9,0
4.	Average PRD air	%	7,2		Max. 9,0
5.	Sulcus depth RD air	mm	3,53	3,6	-
6.	Rut Depth Average RD air	mm	3,57		-

Prove eseguite press il Roads and Bridges Ltd, Varna, D-r Pisculiev Str. 3- BULGARIA

Prove eseguite su un conglomerato realizzato con bitume 50/70 additivato con lo 0,4% di Warm Mix L sul peso del bitume a diverse temperature di compattazione.

- Temperatura compattazione: 135°C

Parametri	Norma	Valore	Valore accettabile	Temperatura
Valore compattazione [g/cm ³]	EN 12697-6	2,351		25°C
Stabilità Marshall [KN]	EN 12697-34	10,3	≥ 8,0	60°C
Plasticità [mm]	EN 12697-34	2,9	2÷4	60°C

- Temperatura di compattazione: 120°C

Parametri	Norma	Valore	Valore accettabile	Temperatura
Valore compattazione [g/cm ³]	EN 12697-6	2,334		25°C
Stabilità Marshall [KN]	EN 12697-34	9,3	≥ 8,0	60°C
Plasticità [mm]	EN 12697-34	2,8	2÷4	60°C

- Temperatura di compattazione: 100°C

Parametri	Norma	Valore	Valore accettabile	Temperatura
Valore compattazione [g/cm ³]	EN 12697-6	2,303		25°C
Stabilità Marshall [KN]	EN 12697-34	8,0	≥ 8,0	60 °C
Plasticità [mm]	EN 12697-34	2,2	2÷4	60°C

Prove sul campo

Sono stati realizzati diversi tratti stradali, compresi campi prova, in vari tratti statali calabresi; tutte le opere sono state ispezionate da ANAS, effettuando controlli e campionature sul posto, coordinandosi direttamente con la Star Asphalt S.p.A, in collaborazione con l'Università della Calabria, nel corso di tre anni dalla stesa con ispezioni annuali. I lavori sono stati eseguiti realizzando tappeti di usura impiegando l'additivo WARM-MIX L.

Le strade interessate sono:

- Strada statale 107 Silana Crotonese
- Strada statale 183 Aspromonte-Jonio
- Strada statale 682 Jonio-Tirreno
- Strada statale 105 Belvedere Marittimo-Castrovillari
- Strada statale 106 Tratto Sibaritide
- Strada statale 278 Potame-Amantea



Si riportano di seguito i risultati riscontrati sul campo:

- **Strada statale 107 Silana Crotonese**

E' un'importante rete viaria che attraversa la Calabria, l'altipiano Silano e le catene montuose della costa, che collegano il Mar Tirreno al Mar Ionio, Cosenza e Crotona.

	Conglomerato riferimento dopo 3 anni	Conglomerato con WMX L dopo 1 anno	Conglomerato con WMX L dopo 2 anni	Conglomerato con WMX L dopo 3 anni
Profondità del solco (mm)	6	2	4	4
Lunghezza totale delle crepe (cm)	330	30	92	92
Densità (%Gmm)	96,7	97,8	97,1	97,1

- **Strada statale 183 Aspromonte-Jonio**

Ex Strada Statale 183 Aspromonte-Jonio (SS 183); è una strada provinciale italiana che collega l'Aspromonte con la costa sud dello Jonio.



	Conglomerato riferimento dopo 3 anni	Conglomerato con WMX L dopo 1 anno	Conglomerato con WMX L dopo 2 anni	Conglomerato con WMX L dopo 3 anni
Profondità del solco (mm)	5	0	2	3
Lunghezza totale delle crepe (cm)	274	0	61	61
Densità (%Gmm)	92,8	89,9	88,6	88,2

- **Strada statale 682 Jonio-Tirreno**



E' un'importante rete viaria che collega la costa tirrenica con la costa Jonica attraverso la galleria Limina (lunghezza 3200 m, 74° della galleria italiana per lunghezza).

	Conglomerato riferimento dopo 3 anni	Conglomerato con WMX L dopo 1 anno	Conglomerato con WMX L dopo 2 anni	Conglomerato con WMX L dopo 3 anni
Profondità del solco (mm)	3	0	2	3
Lunghezza totale delle crepe (cm)	152	0	30	30
Densità (%Gmm)	97	96,5	95,8	94,2

- **Strada statale 105 Belvedere Marittimo-Castrovillari**

La Statale 105 di Castrovillari collega il Tirreno Cosentino alla valle dell'Esaro e al Pollino.



	Conglomerato riferimento dopo 3 anni	Conglomerato con WMX L dopo 1 anno	Conglomerato con WMX L dopo 2 anni	Conglomerato con WMX L dopo 3 anni
Profondità del solco (mm)	3	0	0	2
Lunghezza totale delle crepe (cm)	62	0	30	30
Densità (%Gmm)	97,8	95,8	95,4	94,8

- **Strada statale 106 - Tratto Sibaritide**

E' una delle arterie più importanti e trafficate della Calabria dopo l'autostrada A2 del Mediterraneo. Sono stati realizzati 120 Km di tappeto dal Km 295 al Km 415.



	Conglomerato riferimento dopo 3 anni	Conglomerato con WMX L dopo 1 anno	Conglomerato con WMX L dopo 2 anni	Conglomerato con WMX L dopo 3 anni
Profondità del solco (mm)	1,4	0	0,7	1,3
Lunghezza totale delle crepe (cm)	275	0	30	61
Densità (%Gmm)	97,8	96,8	96,4	95,8

- **Strada statale 278 Potame-Amantea**

L'ex strada statale 278 di Potame, ora strada provinciale 257 Cosenza-Potame-Amantea, inizia a Cosenza e termina attraverso la strada statale 18 Tirrena Inferiore nella città di Amantea.



	Conglomerato riferimento dopo 3 anni	Conglomerato con WMX L dopo 1 anno	Conglomerato con WMX L dopo 2 anni	Conglomerato con WMX L dopo 3 anni
Profondità del solco (mm)	3,5	1,2	2,4	3,2
Lunghezza totale delle crepe (cm)	182	0	0	30
Densità (%Gmm)	96,1	94,8	94,7	94,4

FASE 2: QUALIFICAZIONE DEL LEGANTE

- Caratterizzazione reologica

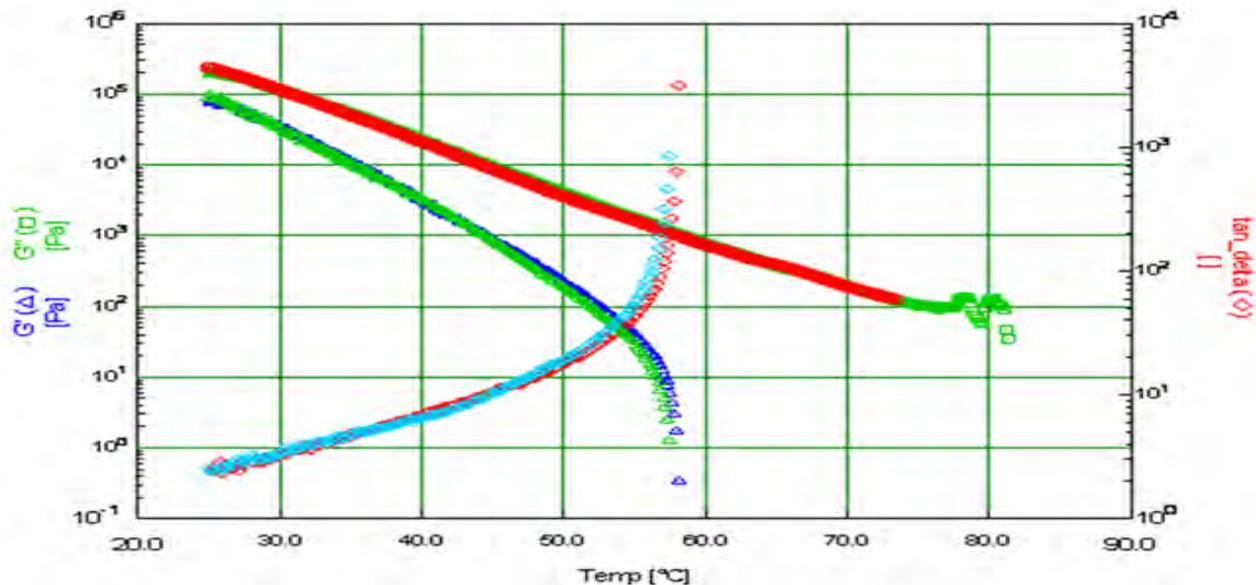


Grafico 3. Modulo di immagazzinamento (G'') e modulo di perdita (G') di un bitume non additivato e di un bitume additivato con lo 0,5% di Warm-Mix® L. Dipartimento di Chimica – UNIVERSITA' DELLA CALABRIA – Arcavacata di Rende.

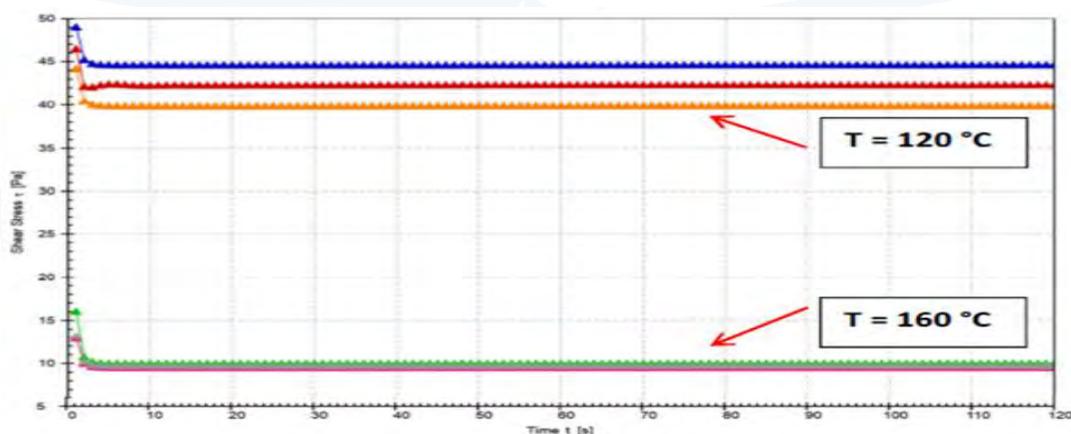


Grafico 4. Sovrapposizione curve di "sforzo" di un campione di bitume non additivato (curva blu), un campione di bitume additivato con lo 0,5% di Warm-Mix® L (curva rossa) e un campione di bitume additivato con lo 0,5% di StarDope® Warm-Mix 2G (curva arancione) a deformazione $\gamma=70\%$, frequenza $\nu=10$ Hz e temperatura $T=120^\circ\text{C}$ e $T=160^\circ\text{C}$.

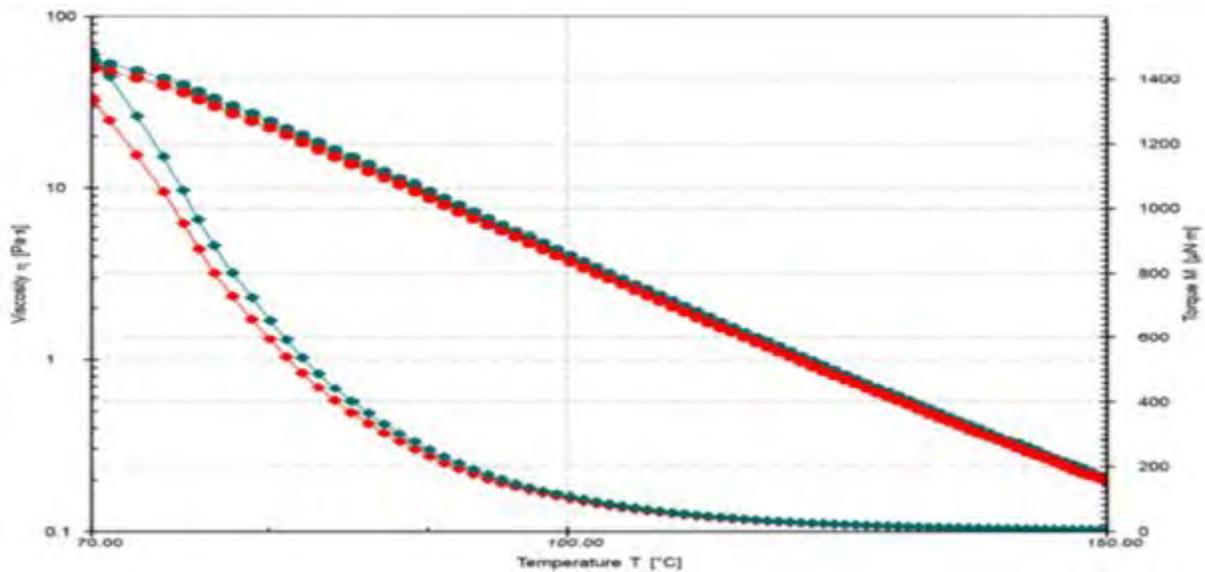


Grafico 5. Sovrapposizione flow curve di campioni di bitume senza additivo e con lo 0,5% di Warm-Mix® L con shear rate=0,5s⁻¹ in un range di T=70-150°C.

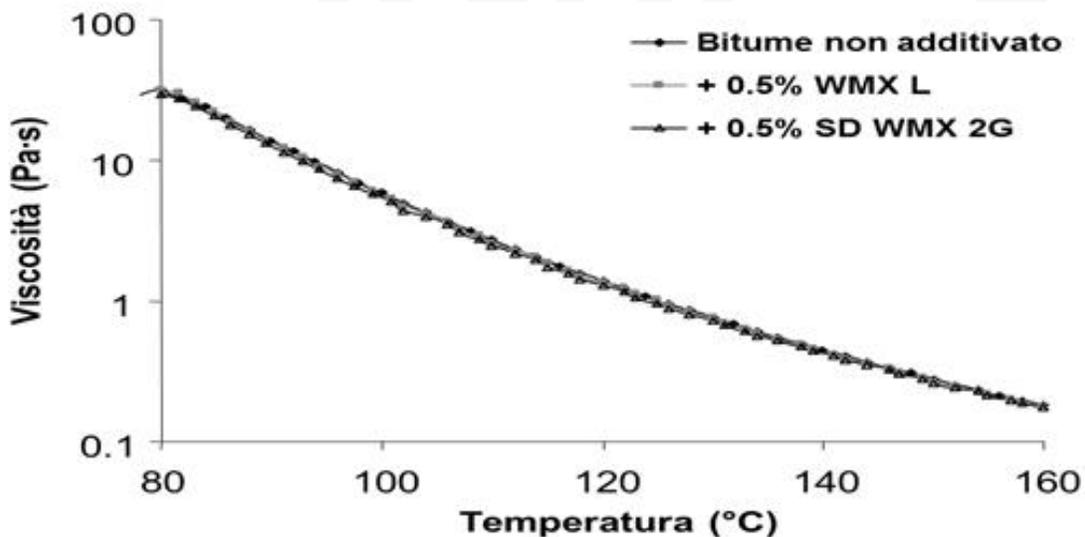


Grafico 6. Andamento della viscosità in funzione della temperatura di un campione di bitume non additivato, un campione di bitume additivato con lo 0,5% di Warm-Mix® L e un campione di bitume additivato con lo 0,5% di StarDope® Warm-Mix 2G: come è possibile notare, tutte le curve risultano sovrapposte, indice ciò di una variazione nulla della viscosità del bitume in quanto tali additivi non modificano le proprietà fisiche del legante bituminoso.

- **Penetrazione e punto di rammollimento**

Sono state eseguite prove di penetrazione e rammollimento al fine di confermare che il dosaggio dell'additivo non comporta variazioni sulle caratteristiche del legante.

Campionature	Penetrazione (dmm)	Rammollimento (°C)
Bitume 70/100	72 ± 1	48 ± 2
Bitume 70/100 + 0,5% Warm-Mix L	74 ± 1	48 ± 2
Bitume 70/100 + 0,5% StarDope WMX	74 ± 1	47 ± 2
Bitume 70/100 + 0,5% StarDope WMX 2G	73 ± 1	47 ± 2

FASE 3: CARATTERIZZAZIONE DEL LEGANTE ADDITIVATO

- **Analisi FT-IR**

Questo tipo di studio è stato condotto presso i laboratori del dipartimento di chimica dell'Università della Calabria, al fine di verificare la termo-stabilità degli additivi.

L'analisi FT-IR è stata condotta su un campione di bitume non additivato, un campione di StarDope® Warm-Mix 2G, un campione di StarDope® WMX, un campione di bitume additivato con lo StarDope® Warm-Mix 2G e un campione di bitume additivato con lo StarDope® WMX; dall'analisi di comparazione è possibile evidenziare come gli spettri della miscela bitume-additivo risultano dalla sovrapposizione degli spettri dei singoli componenti, come mostrato negli spettri seguenti.



Conseguentemente, è stata valutata la stabilità termica del sistema bitume-additivo tenendo il campione additivato in stufa a T=180°C per 5 giorni, simulando il trattamento termico a T=150°C per circa 15 giorni.

L'analisi spettrale sulla miscela bitume-additivo ha mostrato una elevata stabilità, in quanto lo spettro FT-IR acquisito dopo trattamento a 180°C non mostra significative differenze né qualitative né quantitative rispetto a quello corrispondente acquisito sul campione di

bitume additivato che non ha subito stress termico. Gli additivi mantengono dunque la loro struttura chimica sostanzialmente invariata con l'esposizione alle condizioni ossidative testate; il sistema bitume-additivo risulta essere stabile in tali condizioni.

STARDOPE® WARM-MIX 2G

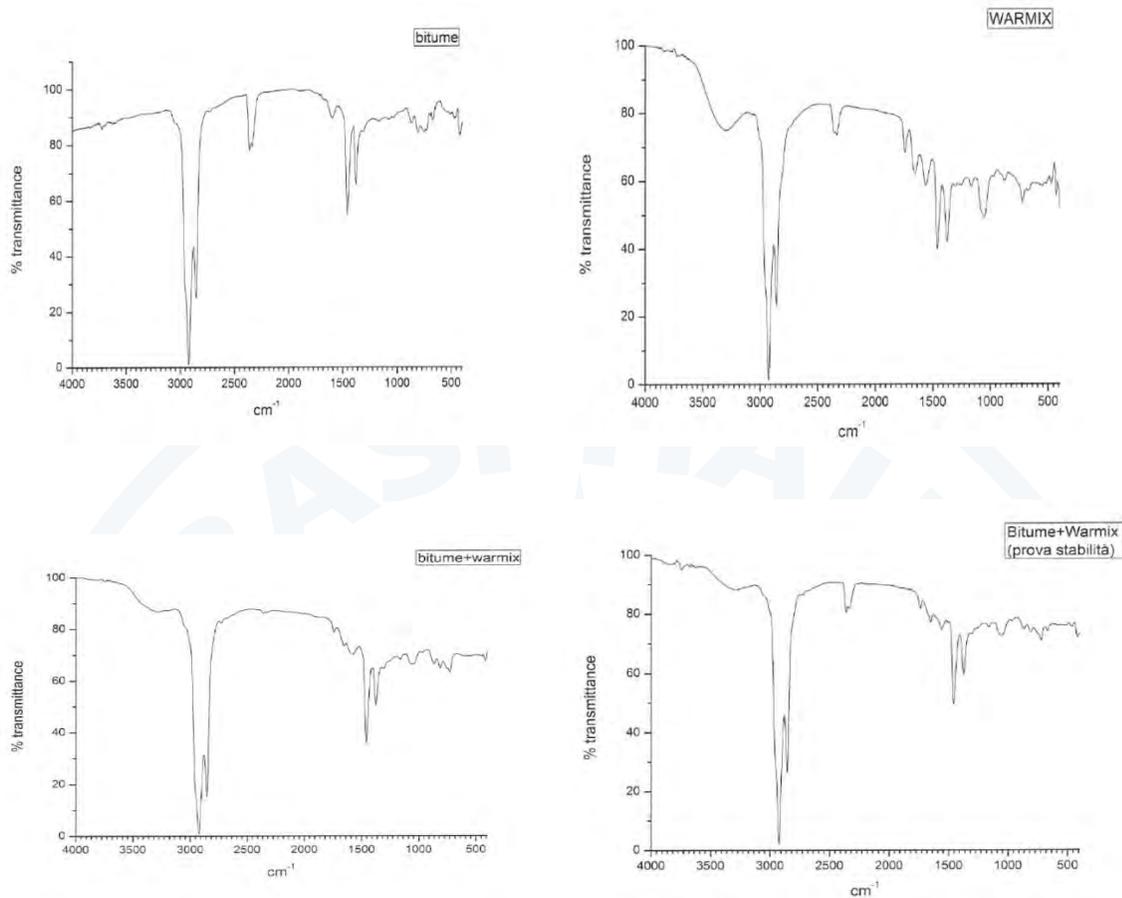
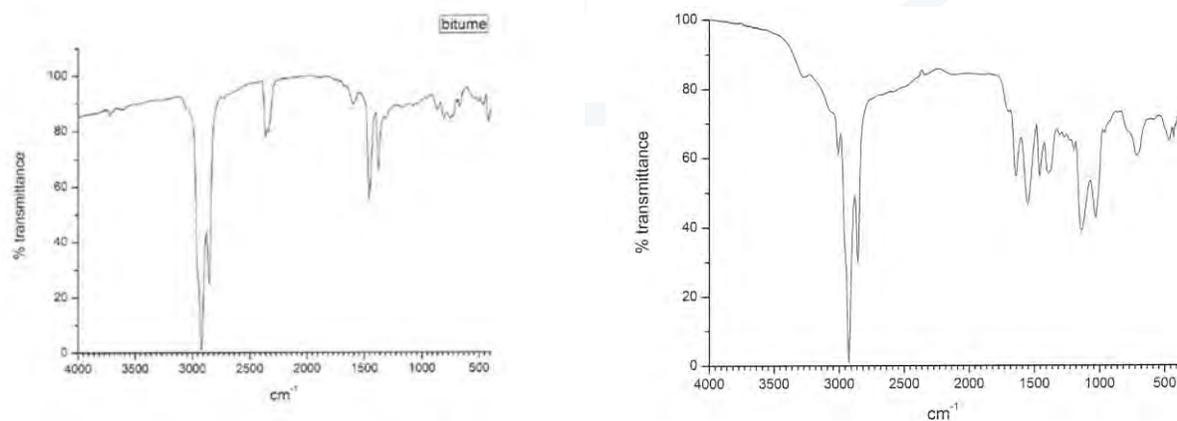


Figura 2. Spettro infrarosso acquisito in trasmittanza tramite Spettrometro Infrarosso a Trasformata di Fourier nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm^{-1} . In alto a sinistra i picchi caratteristici di un campione di bitume tal quale, in alto a destra quelli dell'additivo StarDope® Warm-Mix 2G, in basso a sinistra i picchi caratteristici di un campione di bitume con l'aggiunta dello 0,5% di StarDope® Warm-Mix 2G, in basso a destra la prova di stabilità a $T=180^{\circ}\text{C}$ del campione di bitume con l'aggiunta dello 0,5% di StarDope® Warm-Mix 2G.

STARDOPE® WMX



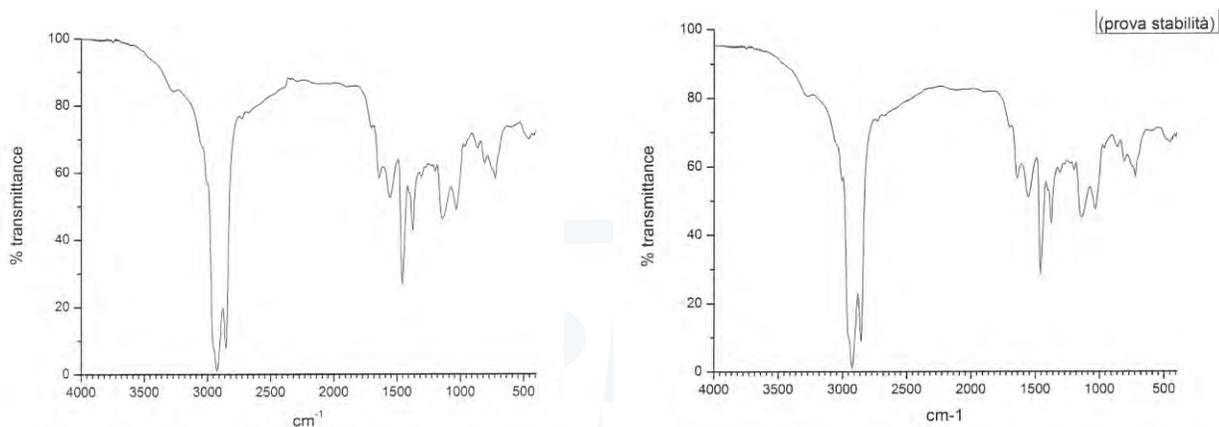


Figura 3. Spettro infrarosso acquisito in trasmittanza tramite Spettrometro Infrarosso a Trasformata di Fourier nell'intervallo delle frequenze tra 4000 e 400 cm^{-1} .

In alto a sinistra i picchi caratteristici di un campione di bitume non additivato, in alto a destra quelli di un bitume additivato, in basso a sinistra la sovrapposizione dei picchi caratteristici di un campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo, in basso a destra la prova di stabilità a $T=180^{\circ}C$ a 5 giorni del campione di bitume con l'aggiunta dell'additivo.

- **Test di adesione**

Al fine di evidenziare, oltre alle capacità da tiepido dello StraDope® Warm-Mix e dello StraDope® Warm-Mix 2G, la potenzialità di promotori di adesione degli stessi, sono stati effettuati i classici test di valutazione del potere di adesione della nostra gamma di Warm-Mix su tipologie di aggregati differenti. I risultati ottenuti dimostrano come tali additivi abbiano duplice funzionalità, da tiepido e da promotore di adesione.

I. Boiling Water Stripping Test (ASTM D3625)

GRANITO

CAMPIONI	Classe di copertura
Bitume tal quale	F-G (20-40%)
Bitume + 0,4% WARM-MIX L	F-G (20-40%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX	C (90%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G	C-D (80-90%)



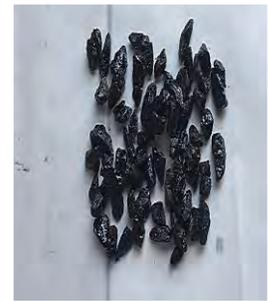
Bitume tal quale



Bitume + 0,4%
WARM-MIX L



Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-MIX



Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-MIX
2G

DOLOMITE

CAMPIONI

Classe di copertura

Bitume tal quale

E (60%)

Bitume + 0,4% WARM-MIX L

E (60%)

Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX

C (90%)

Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G

C-D (80-90%)



Bitume tal quale



Bitume + 0,4%
WARM-MIX L



Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-MIX



Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-MIX
2G

MIX DI AGGREGATI DI DIFFERENTE NATURA CHIMICA

CAMPIONI	Classe di copertura
Bitume tal quale	G (20%)
Bitume + 0,4% WARM-MIX L	G (20%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX	C-D (80-90%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G	D (80%)



Bitume tal quale



*Bitume + 0,4%
WARM-MIX L*

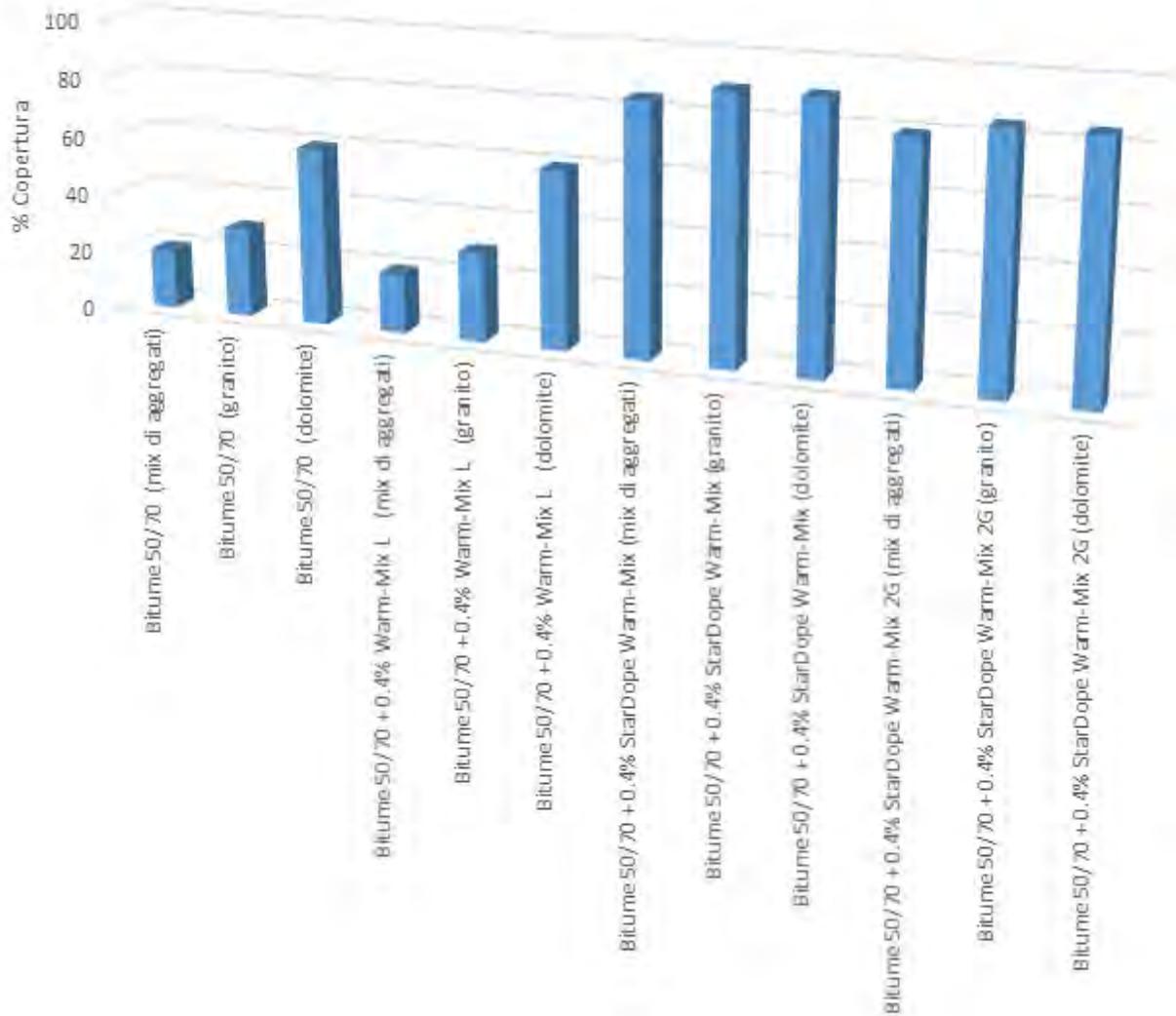


*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX*



*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX 2G*

Boiling Water Stripping Test Complessivo



I. Rolling Bottle Test (UNI EN 12697-11 Parte A)

GRANITO

CAMPIONI	Classe di copertura
Bitume tal quale	F-G (20-40%)
Bitume + 0,4% WARM-MIX L	F-G (20-40%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX	B (95%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G	C (90%)



Bitume tal quale



*Bitume + 0,4%
WARM-MIX L*



*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX*



*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX 2G*

DOLOMITE

CAMPIONI	Classe di copertura
Bitume tal quale	E (60%)
Bitume + 0,4% WARM-MIX L	E (60%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX	C (90%)
Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G	C (90%)



Bitume tal quale



*Bitume + 0,4%
WARM-MIX L*



*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX*



*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX 2G*

MIX DI AGGREGATI DI DIFFERENTE NATURA CHIMICA

CAMPIONI

Bitume + 0,4% WARM-MIX L

Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX

Bitume + 0,4% STARDOPE WARM-MIX 2G

Classe di copertura

G (20%)

C-D (80-90%)

D (80%)



Bitume tal quale



*Bitume + 0,4%
WARM-MIX L*

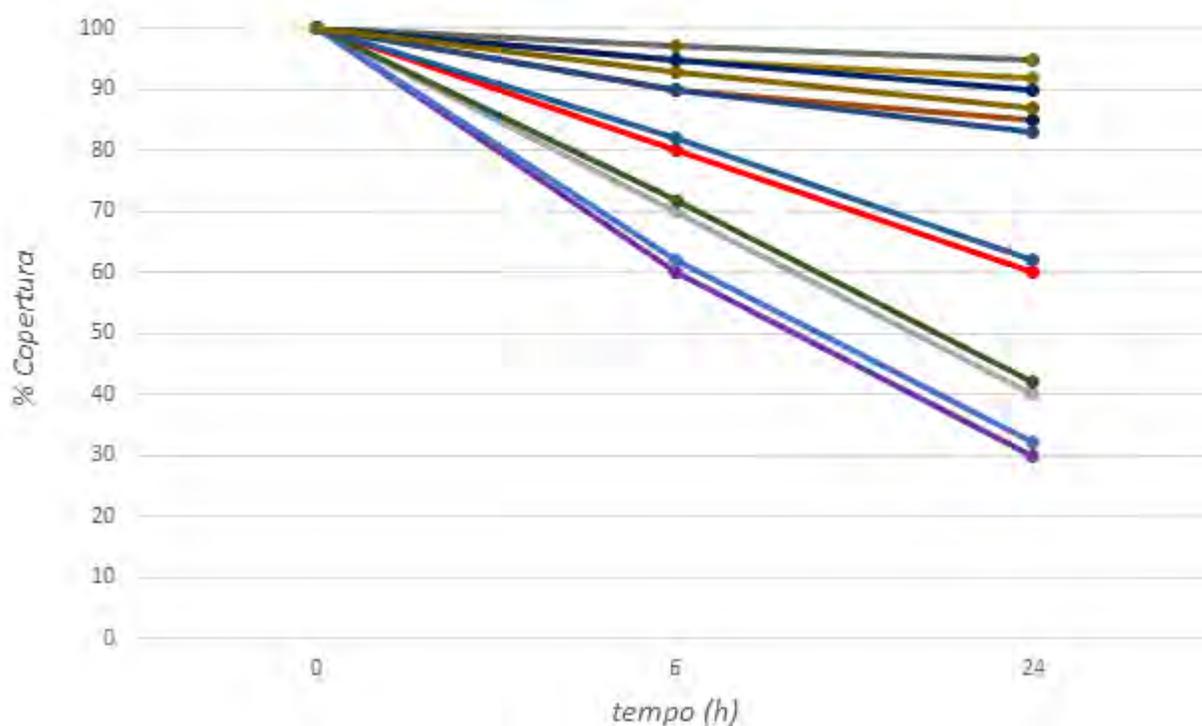


*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX*



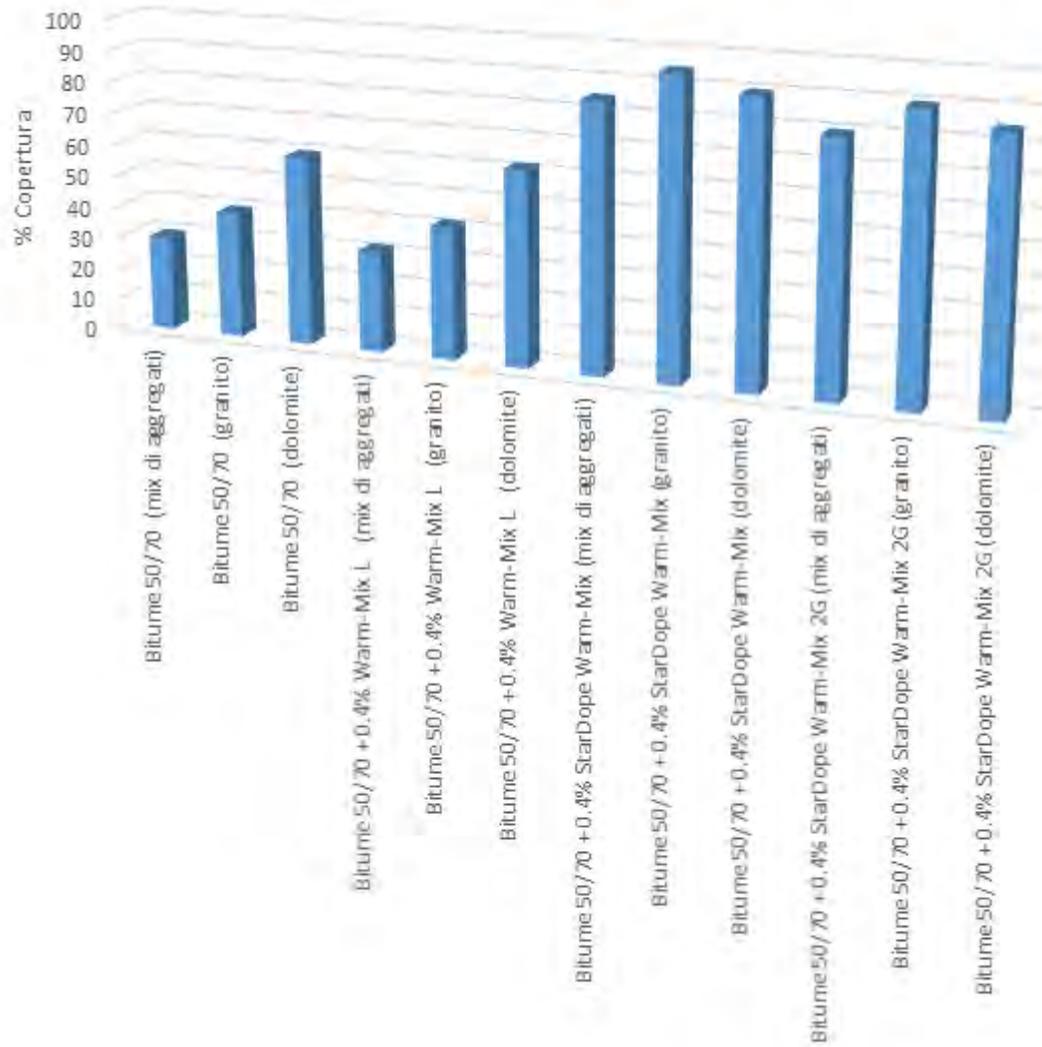
*Bitume + 0,4%
STARDOPE WARM-
MIX 2G*

Rolling Bottle Test Complessivo - UNI EN 12697-11 Parte A



- Bitume 50/70 (mix di aggregati)
- Bitume 50/70 (granito)
- Bitume 50/70 (dolomite)
- Bitume 50/70 + 0.4% Warm-Mix L (mix di aggregati)
- Bitume 50/70 + 0.4% Warm-Mix L (granito)
- Bitume 50/70 + 0.4% Warm-Mix L (dolomite)
- Bitume 50/70 + 0.4% StarDope Warm-Mix (mix di aggregati)
- Bitume 50/70 + 0.4% StarDope Warm-Mix (granito)
- Bitume 50/70 + 0.4% StarDope Warm-Mix (dolomite)
- Bitume 50/70 + 0.4% StarDope Warm-Mix 2G (mix di aggregati)
- Bitume 50/70 + 0.4% StarDope Warm-Mix 2G (granito)
- Bitume 50/70 + 0.4% StarDope Warm-Mix 2G (dolomite)

Rolling Bottle Test a 24h



DISCUSSIONE DEI RISULTATI E CONCLUSIONI

Analizzando i risultati sperimentali ottenuti si può affermare che l'utilizzo degli additivi denominati Warm-Mix® garantiscono:

- ✓ Benefici ambientali;
- ✓ Benefici economici;
- ✓ Benefici sulle pavimentazioni;
- ✓ Miglioramenti della lavorabilità del conglomerato bituminoso finale;
- ✓ Non compromissione delle proprietà fisiche del legante bituminoso (viscosità, penetrazione e punto di rammollimento).

Inoltre, mentre il Warm-Mix® L migliora la lavorabilità dei conglomerati alle basse temperature, gli additivi StarDope® Warm-Mix e StarDope® Warm-Mix 2G favoriscono anche l'adesione bitume/inerti, pertanto i conglomerati bituminosi prodotti con la loro aggiunta, presenteranno una migliore coesione ma soprattutto un'elevatissima resistenza allo stripping, cioè al distacco della pellicola di bitume che ricopre l'aggregato. A tal proposito è stata effettuata l'analisi spettroscopica FT-IR sul bitume tal quale, sul singolo additivo StarDope® Warm-Mix 2G e sulla miscela bitume-additivo; l'analisi di comparazione mostra chiaramente che lo spettro della miscela bitume-additivo risulta essenzialmente dalla sovrapposizione dello spettro del singolo componente. Infatti, i picchi caratteristici del bitume e quelli dell'additivo sono chiaramente identificabili negli spettri sovrastanti.

La stabilità termica del sistema bitume-additivo è stata verificata in condizioni di elevato stress ossidativo (T=180°C per 5 giorni). L'analisi spettrale sulla miscela bitume-additivo ha mostrato una elevata stabilità della stessa, in quanto lo spettro FT-IR acquisito dopo trattamento a T=180°C non mostra significative differenze né qualitative né quantitative rispetto allo spettro corrispondente acquisito sul campione che non ha subito il trattamento termico, come dimostrano gli spettri allegati già discussi.

Mediante l'utilizzo dei nostri Warm-Mix® è possibile, dunque:

- ✓ Impiegare temperature di confezionamento inferiori dai 30°C ai 50°C rispetto a quelle utilizzate tradizionalmente.
- ✓ Apportare una riduzione dei costi di produzione ed una riduzione dell'emissione di gas serra.
- ✓ Prolungare i tempi di trasporto, stesa e compattazione dei conglomerati bituminosi.
- ✓ Migliorare la lavorabilità dei conglomerati bituminosi in condizioni climatiche estreme.
- ✓ Migliorare la lavorabilità dei conglomerati bituminosi che contengono materiale fresato.
- ✓ Migliorare la lavorabilità dei conglomerati prodotti con guaine bituminose da recupero.
- ✓ Mantenere invariati i tempi di mescolazione, lasciando costante la capacità produttiva dell'impianto.
- ✓ Favorire una elevata resistenza allo stripping.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La finalità del presente “libretto” è quella di suggerire le adeguate miglione al fine di garantire un alto livello qualitativo delle nostre strade, eliminando l’improvvisazione, coordinate, queste, indispensabili per la responsabilità gestionale degli operatori coinvolti nella costruzione delle pavimentazioni stradali.

La StarAsphalt S.p.A. è alla ricerca costante di soluzioni innovative e di indiscusso vantaggio su più fronti per la collettività, proponendo additivi prestazionalmente avanzati studiati in toto nei propri laboratori e realizzati nei suoi siti produttivi, in conformità al Regolamento (CE) n. 1907/2006 concernente la registrazione, la valutazione, l’autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH) e l’istituzione dell’Agenzia europea per le sostanze chimiche, derivanti dall’utilizzo di prodotti diversificati sempre meno dannosi per l’uomo e per l’ambiente.

Considerata la mole degli aspetti trattati ed il continuo sviluppo di prodotti ed innovazioni tecnologiche, il seguente scritto sarà in continua evoluzione.



STAR ASPHALT S.p.A.

S.P. Piana, Località Garga – 87010 SARACENA (CS)

Tel./Fax: 0981 480921/480902

Internet: www.starasphalt.com – e-mail: info@starasphalt.com

GV RAPPRESENTANZE (distributore prodotti STAR ASPHALT)

www.fondazioneflomenafalvo.com