



VIRTUALMIX

SOFTWARE PER IL MIX DESIGN DEL CALCESTRUZZO

MANUALE D'USO

VERSIONE BETA 0.90

NOTE LEGALI

La piattaforma web a cui si riferisce il manuale si trova sul sito www.virtualmix.it

Il presente manuale è in versione 0.90c ed è relativo alla versione *BETA* 0.90 del sistema **VirtualMix**. Qualora le immagini e le informazioni ivi contenute fossero difformi dal sistema **VirtualMix** sarà necessario effettuare il download gratuito del manuale aggiornato all'ultima versione disponibile presso la sezione ASSISTENZA del portale o direttamente dall'interno dell'applicazione una volta effettuato il LOGIN. La versione del software attiva è indicata in homepage nella parte inferiore.

Questa pubblicazione è tutelata dalle leggi a difesa del lavoro intellettuale. E' pertanto vietato riprodurre integralmente o parzialmente in qualunque forma, su qualsiasi supporto e con qualunque mezzo di diffusione, qualsiasi immagine, logo o testo senza l'autorizzazione scritta da parte del proprietario del materiale.

Pubblicato il 17/07/2015

Copyright 2015

ing. Salvatore Cutaia - info@virtualmix.it

INDICE DEGLI ARGOMENTI

NOTE LEGALI	2
1. INTRODUZIONE A VIRTUALMIX	7
2. REGISTRAZIONE A VIRTUALMIX	8
2.1 ACCOUNT VIRTUALMIX	9
3. PRIMO ACCESSO A VIRTUALMIX	10
3.1 COMPILAZIONE SCHEDA CLIENTE	10
3.1.1 MODIFICA/ELIMINAZIONE SCHEDA CLIENTE	10
3.2 CAMBIO PASSWORD	10
4. GESTIONE ACCOUNT	11
4.1 GESTIONE UTENTE	11
4.1.1 CREAZIONE DI UN SOTTO-UTENTE	11
5. ARCHIVIO MATERIALI	12
5.1 GESTIONE ARCHIVIO PUBBLICO - ARCHIVIO PRIVATO	12
5.1.1 VISUALIZZARE UN COMPONENTE DA ARCHIVIO PUBBLICO	12
5.1.2 IMPORTARE UN COMPONENTE DA ARCHIVIO PUBBLICO IN ARCHIVIO PRIVATO	13
5.1.3 ESPORTARE UN COMPONENTE DA ARCHIVIO PRIVATO IN ARCHIVIO PUBBLICO	13
5.1.4 PERMESSI SU ARCHIVIO PUBBLICO	13
5.1.5 PERMESSI SU ARCHIVIO PRIVATO	14
5.2 ARCHIVIO FORNITORI	14
5.2.1 VISUALIZZAZIONE DELLA LISTA FORNITORI	15
5.2.2 AGGIUNTA DI UN NUOVO FORNITORE	16
5.3 AGGREGATI	16
5.3.1 AGGIUNTA DI UN NUOVO AGGREGATO	16

5.3.1.1 INSERIMENTO DI UNA ANALISI GRANULOMETRICA	17
5.3.1.1.1 PROCEDURA ANALISI GRANULOMETRICA	18
5.3.1.1.1.1 PREPARAZIONE DEL CAMPIONE DI PROVA	18
5.3.1.1.1.2 SETACCIATURA	18
5.3.1.1.2 CARICAMENTO DEI DATI NEL SISTEMA	20
5.3.2 VISUALIZZAZIONE DI UN AGGREGATO	20
5.3.2.1 TABELLA RIEPILOGATIVA DELL'ANALISI GRANULOMETRICA	21
5.3.2.2 GRAFICO	21
5.3.2.3 MARCATURA CE	22
5.3.2.3.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE	22
5.3.2.4 REPORT PDF	23
5.3.3 MODIFICA DI UN AGGREGATO	24
5.3.5 ESPORTAZIONE DI UN AGGREGATO IN ARCHIVIO PUBBLICO	25
5.4 CEMENTI	25
5.4.1 AGGIUNTA DI UN NUOVO CEMENTO	25
5.4.2 VISUALIZZAZIONE DI UN NUOVO CEMENTO	26
5.4.2.1 MARCATURA CE	26
5.4.2.1.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE	27
5.4.2.2 REPORT PDF	27
5.5 ADDITIVI	28
5.5.1 AGGIUNTA DI UN NUOVO ADDITIVO	28
5.5.2 VISUALIZZAZIONE DI UN NUOVO ADDITIVO	29
5.5.2.1 MARCATURA CE	29
5.5.2.1.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE	29
5.5.2.2 REPORT PDF	30
5.6 AGGIUNTE	31
5.6.1 INSERIMENTO DI UNA AGGIUNTA	31
5.6.2 VISUALIZZAZIONE DI UNA NUOVA AGGIUNTA	32
5.6.2.1 MARCATURA CE	32
5.6.2.1.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE	32
5.6.2.2 REPORT PDF	33
6. PROGETTAZIONE MIX	34

6.1 INTRODUZIONE AL MIX DESIGN	34
--------------------------------	----

6.2 LA SEZIONE PROGETTAZIONE MIX	36
6.2.1 RICETTA SINGOLA	36
6.2.1.1 NUOVA RICETTA A SINGOLA	36
6.2.1.1.1 Aggiunta di un additivo riduttore di acqua	38
6.2.1.1.2 Aggiunta di un additivo aerante	38
6.2.1.1.3 Aggiunta di una aggiunta	38
6.2.1.1.4 Controlli di accettazione: Controllo Tipo A	39
6.2.1.1.5 Controlli di accettazione: Controllo Tipo B	40
6.2.2 RICETTA A PRESTRAZIONE	41
6.2.2.1 NUOVA RICETTA A PRESTAZIONE	41
6.2.2.1.1 CURVA IDEALE DI FULLER - THOMPSON	41
6.2.2.1.2 CURVA IDEALE DI FULLER - THOMPSON MODIFICATA	42
6.2.2.1.3 CURVA IDEALE DI BOLOMEY	42
6.2.2.1.4 CURVA IDEALE DI BOLOMEY MODIFCATA	43
6.2.2.1.5 CURVA IDEALE CUBICA	43
6.2.2.1.6 CURVA IDEALE E MIX	48
6.2.2.1.7 TABELLE IMPASTI DI PROVA	48
6.2.2.1.7.1 CONDIZIONI VARIABILI DI UMIDITA'	48
6.2.2.1.8 INSERIMENTO DEI RISULTATI DEGLI IMPASTI DI PROVA	50
6.2.2.1.9.1 DIAGRAMMA RESISTENZA - RAPPORTO A/C (LEGGE DI ABRAMS)	50
6.2.2.1.9.2 DIAGRAMMA RESISTENZA - TEMPO	52
6.2.2.2 GENERAZIONE RICETTE FINALI	52
6.2.3 RICETTA MANUALE	54
6.2.3.1 NUOVA RICETTA MANUALE	54
7. GESTIONE RISULTATI	57
7.1 GESTIONE PRELIEVI	57
7.2 PRINCIPI DI CONTROLLO STATISTICO DEL PROCESSO DI PRODUZIONE	59
7.2.1 ORIGINE DELLE CARTE DI CONTROLLO	59
7.2.2 DISTRIBUZIONE NORMALE DELLE RESISTENZE	60
7.2.3 RESISTENZA CARATTERISTICA E RESISTENZA OBIETTIVO	64
7.2.3.1 ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA MEDIA OBIETTIVO	65
7.2.4 DEVIAZIONE STANDARD	67
7.2.4.1 ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLA DEVIAZIONE STANDARD	68

7.3 LE CARTE DI CONTROLLO CUSUM	69
7.3.1 CUSUM M	71
7.3.2 CUSUM R	75
7.3.3 CUSUM C	77
7.3.4 APPLICAZIONE DEL CUSUM M	79
7.3.5 APPLICAZIONE DEL CUSUM R	82
7.3.6 APPLICAZIONE DEL CUSUM C	84
7.3.7 MONITORAGGI CUSUM SU VIRTUALMIX	86
7.3.7.1 MONITORAGGI CUSUM BASE M	86
7.3.7.1.1 INSERIMENTO DEI PRELIEVI NEL MONITORAGGIO	87
7.3.7.1.2 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM M	89
7.3.7.2 MONITORAGGI CUSUM AVANZATO MRC	90
7.3.7.2.1 INSERIMENTO DEI PRELIEVI NEL MONITORAGGIO	90
7.3.7.2.2 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM M	94
7.3.7.2.3 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM R	94
7.3.7.2.4 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM C	95
<u>F.A.Q. - FREQUENTLY ASKED QUESTIONS (DOMANDE RICORRENTI)</u>	98
SEZIONE DI RIFERIMENTO: RISOLUZIONE DEI PROBLEMI	98
SEZIONE DI RIFERIMENTO: ARCHIVIO MATERIALI	100
SEZIONE DI RIFERIMENTO: PROGETTAZIONE MIX	101
SEZIONE DI RIFERIMENTO: GESTIONE RISULTATI	103
<u>TUTORIAL</u>	104
PRIMI PASSI	104
TUTORIAL 1: COSA FARE PER COMINCIARE AD UTILIZZARE VIRTUALMIX	104
TUTORIAL 2: CARICARE I PRIMI COMPONENTI	106
TUTORIAL 3: IL PRIMO MIX A PRESTAZIONE GARANTITA	114
TUTORIAL 4: CARICAMENTO DEI PRELIEVI	118
TUTORIAL 5: MONITORAGGIO BASE CUSUM M	121
TUTORIAL 6: MONITORAGGIO AVANZATO CUSUM MRC	123
TUTORIAL 7: EFFETTI DELLA DEVIAZIONE STANDARD SUI COSTI DI PRODUZIONE	126

1. INTRODUZIONE A VIRTUALMIX

Il sistema **VirtualMix** è una piattaforma web che consente agli addetti ai lavori operanti nel settore delle costruzioni edili ed in particolar modo in quello della tecnologia del calcestruzzo, di avere un potente strumento di sviluppo, supporto, gestione, archiviazione e monitoraggio di mix in calcestruzzo. La circostanza di essere "in the cloud", letteralmente "sulla nuvola", consente l'utilizzo dell'applicazione su qualsiasi postazione PC Windows®, Linux®, Mac® e su tutti i dispositivi mobili smartphone e tablet maggiormente utilizzati, come ad esempio le piattaforme IOS® e Android®, senza necessità di installazione di nessun applicativo ed in grado di aggiornarsi automaticamente e gratuitamente senza fastidiose complicazioni per gli utenti. Dal cantiere, da una centrale di betonaggio o dal proprio studio tecnico, sarà possibile disporre di tutti i documenti, gli studi effettuati, progettare nuovi mix o caricare i risultati di una sperimentazione appena avvenuta. Inoltre, in ogni momento, sarà possibile effettuare il download di tutti i report dei lavori effettuati in formato PDF¹, inviarli ai propri colleghi o clienti o semplicemente visionarli, stamparli e archivarli. Il sistema consente inoltre di gestire un numero illimitato² di clienti ed utenti, condizione ideale per consulenti o realtà imprenditoriali con più sedi distaccate.

¹ Per la visualizzazione dei documenti in formato PDF è possibile effettuare il download gratuito di *ADOBE READER*® all'indirizzo <http://www.adobe.com/it/products/reader.html>.

² E' necessario disporre di un account di tipo *Premium*. Per costi e condizioni visionare la pagina web: www.virtualmix.it/ws/abbonamenti.

2. REGISTRAZIONE A VIRTUALMIX

Da una postazione con accesso a internet, aprire il sito www.virtualmix.it. Nella parte centrale del sito è presente il collegamento [REGISTRATI GRATIS](#) dal quale sarà possibile registrarsi gratuitamente e provare tutte le funzioni senza nessuna limitazione per un numero di giorni limitato pari a **30 (90 nella fase beta)**. Al termine di tale periodo, per continuare ad usufruire di tutti i servizi, sarà necessario effettuare l'upgrade ad un *Account Premium* le cui offerte sono visibili alla sezione [Abbonamenti](#).

Una volta aperta la pagina [Registrazione](#) sarà possibile scegliere tra 3 diversi tipi di registrazione, le cui differenze sono esclusivamente di tipo anagrafico e non comportano variazioni nella gestione del sistema **VirtualMix**.

I 3 tipi di registrazione sono:

- Libero professionista / Consulente
- Impresa / Centrale di betonaggio
- Studente / Ricercatore

Una volta selezionata dal menu a tendina l'opzione più adatta, compariranno i campi da compilare. I campi contrassegnati dal simbolo * sono obbligatori e senza il loro inserimento non sarà possibile completare la registrazione. I restanti campi sono facoltativi e potranno comunque essere inseriti successivamente in qualsiasi momento dall'apposito menu di gestione account. Cliccando sul pulsante REGISTRATI ADESSO, si attiverà la procedura di conferma indirizzo email. Nella casella di posta elettronica con cui ci si è registrati arriverà una mail al cui interno ci sarà il messaggio "*Per completare la registrazione a VirtualMix premi sul pulsante sottostante*". Cliccando sul pulsante verrà completata l'attivazione dell'account e riceverete una email di conferma contenente alcune informazioni utili. Da questo momento sarà possibile accedere al sistema **VirtualMix**. Completato il periodo di valutazione gratuita del sistema sarà necessario attivare un account *Premium*.

2.1 ACCOUNT VIRTUALMIX

VirtualMix è disponibile nelle seguenti tipologie di account:



FREE 30



EDUCATIONAL



PREMIUM 365



PREMIUM 365
WORKGROUP

Durata del servizio	30 giorni	1 anno	1 anno	1 anno
Possibilità di rinnovo	✗	✓	✓	✓
Creazione sotto-utenti	✗	✗	✗	✓ ¹⁰
Condivisione Archivio Materiali tra sotto-utenti	✗	✗	✗	✓
Condivisione Mix tra sotto-utenti	✗	✗	✗	✓
Creazione Clienti	✗	✓ ³	✓ ¹⁰	✓ ⁵⁰
N° Clienti attivabili	1	3	10	500
Assistenza tecnica	✗	✓	✓	✓
Accesso sezione Archivio Materiali	✓	✓	✓	✓
Accesso sezione Progettazione Mix	✓	✓	✓	✓
Accesso sezione Gestione Risultati	✓	✓	✓	✓
N° Mix progettabili	Illimitati	Illimitati	Illimitati	Illimitati
N° di prelievi caricabili	Illimitati	Illimitati	Illimitati	Illimitati
N° di monitoraggi programmabili	Illimitati	Illimitati	Illimitati	Illimitati
Prezzo Abbonamento	Gratis	Gratis ³	Disponibile da Marzo 2015	Disponibile da Marzo 2015
Pack attivazione n°10 clienti	✗	Disponibile da Marzo 2015	Disponibile da Marzo 2015	Disponibile da Marzo 2015

³ La versione Educational è riservata a studenti universitari, dottorandi e dottori di ricerca. Prima dell'attivazione dell'abbonamento sarà necessario fornire idonea documentazione.

3. PRIMO ACCESSO A VIRTUALMIX

3.1 COMPILAZIONE SCHEDA CLIENTE

Da una postazione con accesso a internet, aprire il sito www.virtualmix.it. Nell'apposito riquadro inserire le proprie credenziali di accesso *username* e *password*. Cliccando su *invia* si accederà al sistema **VirtualMix**. Al primo accesso vi sarà richiesta la compilazione dei campi relativi alla *scheda cliente*, questo perché il sistema archivia i mix associandoli ai clienti. Cliccando su *annulla* si potrà comunque utilizzare il sistema in tutte le sezioni tranne quella di PROGETTAZIONE MIX e si potrà completare la compilazione dei campi in qualsiasi momento. Qualora il sistema fosse utilizzato per usi personali si potranno compilare i campi scheda cliente con i propri dati.

3.1.1 MODIFICA/ELIMINAZIONE SCHEDA CLIENTE

Dopo aver creato la scheda cliente, sarà possibile editarla o eliminarla in qualsiasi momento. Dalla pagina principale selezionare la ragione sociale del cliente per aprire la scheda *Dettaglio cliente*. Nella parte destra della pagina è presente il seguente menu contestuale



La prima icona consente di editare tutti i campi della scheda cliente, mentre la seconda consente l'eliminazione della scheda cliente.

NOTA BENE: Cliccando sul pulsante di eliminazione comparirà il seguente messaggio:

*L'eliminazione della scheda cliente comporterà **ELIMINAZIONE IRREVERSIBILE** di tutti i mix ad esso associati. Sei sicuro di procedere?*

E' importante sottolineare il fatto che i mix che si creano vengono associati ad un solo cliente, per cui la sua eliminazione provocherà la naturale conseguenza che tutti i mix e i prelievi ad esso associati verranno definitivamente eliminati. Qualora, prima dell'eliminazione, si desideri salvare i lavori svolti si potranno utilizzare le funzioni di generazione dei report pdf presenti in ogni sezione ed illustrate nei paragrafi successivi.

3.2 CAMBIO PASSWORD

All'interno del menu di navigazione, sezione GESTIONE ACCOUNT è possibile visionare tutti i parametri relativi al proprio account ed in particolare sarà possibile settare la nuova password. Per effettuare un cambio password cliccare sul pulsante CAMBIO PASSWORD e compariranno 3 campi. Nel primo occorrerà inserire la password

corrente, nel secondo la nuova password e nel terzo occorrerà confermare la nuova password. Premendo sul pulsante AGGIORNA la nuova password sarà attiva.

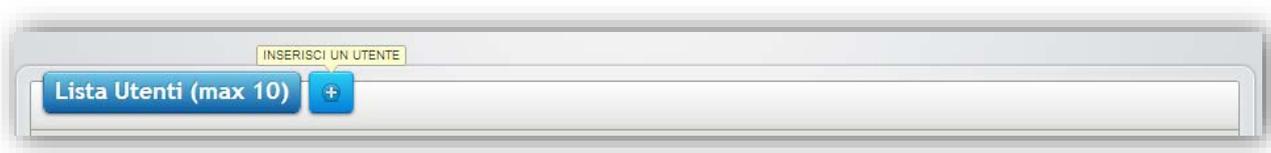
4. GESTIONE ACCOUNT

Gli utenti che hanno attivato un account *Premium* possono creare sia altri sotto-utenti che altri clienti.

4.1 GESTIONE UTENTE

4.1.1 CREAZIONE DI UN SOTTO-UTENTE

Sezione di riferimento: GESTIONE ACCOUNT →GESTIONE UTENTI



La creazione di un sotto-utente consente di abilitare un account con username e password in grado di accedere autonomamente al sistema **VirtualMix**.

L'utente principale condivide con i propri sotto-utenti il medesimo ambiente di lavoro avendo in comune il database dei componenti (Fornitori, Aggregati, Cementi, Additivi, Aggiunte), l'elenco di tutti i clienti e dei relativi mix sia nella forma di ricette a prestazione, che ricette singole, che caricate manualmente. In questo modo un qualsiasi utente potrà aggiungere materiali al database o progettare mix e condividerli con il proprio gruppo di lavoro.

Ogni membro del gruppo avrà tutti i permessi per eliminare, modificare e integrare l'archivio materiali e tutti i mix.

L'utente principale potrà in qualsiasi momento abilitare o disabilitare i propri sotto-utenti dal proprio pannello di controllo.

Ogni volta che l'utente principale crea un sotto-utente inserisce una password di primo accesso. Quando il sotto-utente effettuerà il primo collegamento a **VirtualMix** comparirà il messaggio *password scaduta procedere con il cambio password* e gli verrà chiesto, per questioni di tutela della privacy, di cambiare la password con una nuova.

Tutte le password di accesso a **VirtualMix** dovranno essere di almeno 8 caratteri alfanumerici.

5. ARCHIVIO MATERIALI

Dal menu di navigazione selezionare la sezione ARCHIVIO MATERIALI. All'interno di questa sezione saranno presenti le seguenti sottosezioni:

- FORNITORI
- AGGREGATI
- CEMENTI
- ADDITIVI
- AGGIUNTE

In questa sezione sarà possibile creare, gestire, modificare tutti i componenti che si intenderanno utilizzare per i mix. **VirtualMix** consente di disporre già di un fornitissimo archivio materiali importabili e utilizzabili fin da subito. Tutte le categorie sopra elencate sono divise in 2 sezioni:

- ARCHIVIO PUBBLICO
- ARCHIVIO PRIVATO

5.1 GESTIONE ARCHIVIO PUBBLICO - ARCHIVIO PRIVATO

L'archivio pubblico è un archivio gestito dall'amministratore. I materiali in esso contenuti sono costantemente aggiornati e controllati al fine di rendere disponibile fin da subito agli utenti un fornitissimo archivio. Gli utenti possono contribuire al potenziamento dell'archivio proponendo la pubblicazione su archivio pubblico di un qualsiasi materiale. Di seguito saranno esposte tutte le funzioni di gestione.

5.1.1 VISUALIZZARE UN COMPONENTE DA ARCHIVIO PUBBLICO

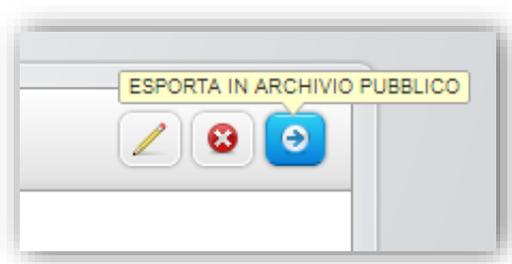
Scegliere una qualsiasi categoria della sezione archivio materiali. A titolo di esempio sarà presa in esame la sezione ADDITIVI, ma le considerazioni fatte saranno analoghe anche per le altre sezioni. Nel menu di gestione LISTA ADDITIVI sarà presente la voce ARCHIVIO. Di default è settata su PRIVATO. Per visualizzare l'archivio pubblico mettere il segno di spunta sulla voce PUBBLICO. Automaticamente la pagina verrà aggiornata, in basso apparirà la scritta ARCHIVIO PUBBLICO e subito sotto la lista degli ultimi additivi caricati. Potrà essere effettuata una ricerca per PRODUTTORE, NOME COMMERCIALE o CODICE. Selezionato il criterio di ricerca desiderato, premere sul pulsante FILTRA per visualizzare i materiali relativi alla ricerca effettuata. Qualora non fossero presenti materiali inerenti la ricerca effettuata comparirà il messaggio *ricerca senza risultati*.

5.1.2 IMPORTARE UN COMPONENTE DA ARCHIVIO PUBBLICO IN ARCHIVIO PRIVATO

Scegliere una qualsiasi categoria della sezione archivio materiali. A titolo di esempio sarà presa in esame la sezione ADDITIVI, ma le considerazioni fatte saranno analoghe anche per le altre sezioni. Selezionare un materiale da ARCHIVIO PUBBLICO, e comparirà la SCHEDA ADDITIVO. Cliccando sulla voce IMPORTA IN ARCHIVIO PRIVATO comparirà il messaggio *sei sicuro di voler caricare il contenuto nel tuo archivio privato?* Premendo su ANNULLA, verrà annullata l'operazione di importazione del materiale, premendo su OK verrà confermata l'operazione ed il materiale sarà subito disponibile in ARCHIVIO PRIVATO. L'operazione di importazione consente di importare, qualora fosse presente, anche la marcatura CE. Importare più volte dall'ARCHIVIO PUBBLICO uno stesso materiale produrrà come effetto la creazione in archivio privato di materiali identici con codice diverso.

5.1.3 ESPORTARE UN COMPONENTE DA ARCHIVIO PRIVATO IN ARCHIVIO PUBBLICO

Scegliere una qualsiasi categoria della sezione archivio materiali. A titolo di esempio sarà presa in esame la sezione ADDITIVI, ma le considerazioni fatte saranno analoghe anche per le altre sezioni. Selezionare un materiale da ARCHIVIO PRIVATO. Verrà visualizzata la scheda DETTAGLIO ADDITIVO. Sulla parte destra dello schermo è presente una icona con una freccia. Premere sul pulsante ESPORTA IN ARCHIVIO PUBBLICO comparirà il messaggio *sei sicuro di voler caricare il contenuto nell'archivio pubblico? Sarà disponibile dopo l'approvazione dell'Amministratore.*



Premendo su ANNULLA verrà annullata l'operazione di esportazione del materiale, premendo su OK verrà confermata l'operazione e il componente verrà inviato all'amministratore, il quale verificherà l'eventuale presenza di materiali uguali già caricati precedentemente in archivio pubblico o la presenza di errori o parti mancanti nella compilazione della scheda. Al termine della verifica renderà il componente disponibile a tutti gli utenti in archivio pubblico.

5.1.4 PERMESSI SU ARCHIVIO PUBBLICO

Gli utenti potranno:

- Importare un componente da archivio pubblico ad archivio privato
- Proporre l'inserimento di un componente da archivio privato ad archivio pubblico. Il completamento dell'operazione è soggetto a moderazione da parte dell'amministratore.

- Visualizzare il report PDF associato ad un componente su archivio pubblico
- Stampare il report PDF associato ad un componente su archivio pubblico
- Salvare sul proprio computer il report PDF associato ad un componente su archivio pubblico
- Visualizzare la marcatura CE (se presente) associata ad un componente su archivio pubblico
- Stampare la marcatura CE (se presente) associata ad un componente su archivio pubblico
- Salvare sul proprio computer la marcatura CE (se presente) associata ad un componente su archivio pubblico

Gli utenti non potranno:

- Eliminare un componente da archivio pubblico
- Eliminare una marcatura CE associata ad un componente da archivio pubblico
- Effettuare l'upload di una marcatura CE associata ad un componente da archivio pubblico
- Modificare le informazioni presenti su un componente da archivio pubblico.

5.1.5 PERMESSI SU ARCHIVIO PRIVATO

Gli utenti potranno:

- Importare un componente da archivio pubblico ad archivio privato
- Proporre l'inserimento di un componente da archivio privato ad archivio pubblico. Il completamento dell'operazione è soggetto a moderazione da parte dell'Amministratore.
- Eliminare un componente da archivio privato
- Eliminare una marcatura CE associata ad un componente da archivio privato
- Effettuare l'upload di una marcatura CE associata ad un componente da archivio privato
- Modificare le informazioni presenti su un componente da archivio privato
- Visualizzare il report PDF associato ad un componente su archivio privato
- Stampare il report PDF associato ad un componente su archivio privato
- Salvare sul proprio computer il report PDF associato ad un componente su archivio privato
- Visualizzare la marcatura CE (se presente) associata ad un componente su archivio privato
- Stampare la marcatura CE (se presente) associata ad un componente su archivio privato
- Salvare sul proprio computer la marcatura CE (se presente) associata ad un componente su archivio privato

5.2 ARCHIVIO FORNITORI

I FORNITORI consentono di raggruppare in un'unica scheda i dati relativi ad una ditta produttrice di vari materiali. Questo consente, in fase di creazione di un nuovo componente, di evitare di riscrivere l'intera

anagrafica della ditta produttrice, andando semplicemente a collegare il nuovo componente al fornitore precedentemente caricato, sia esso presente su ARCHIVIO PUBBLICO o su ARCHIVIO PRIVATO.

5.2.1 VISUALIZZAZIONE DELLA LISTA FORNITORI

Sezione di riferimento: ARCHIVIO MATERIALI → FORNITORI

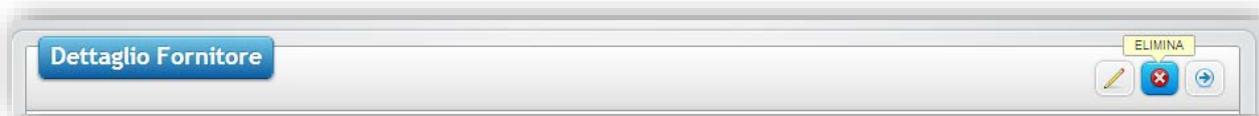
Sarà possibile filtrare i fornitori per tipo di componente (Aggregati, Cementi, Additivi, Aggiunte), o per Ragione Sociale. Per visualizzare i dati relativi ad un fornitore premere sulla Ragione Sociale. Si aprirà la pagina DETTAGLIO FORNITORE, con i dati anagrafici dell'azienda. Il menu contestuale avrà le seguenti opzioni:

Modifica: consente di editare tutti i campi relativi al fornitore.



Per effettuare una modifica dei dati anagrafici del fornitore, premere sul pulsante MODIFICA, modificare i campi desiderati e premere su AGGIORNA.

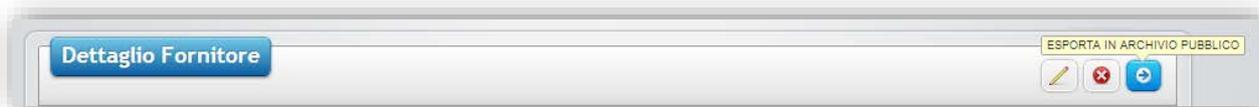
Elimina: consente di eliminare definitivamente un fornitore.



Per eliminare un fornitore premere sul pulsante ELIMINA e comparirà il messaggio *confermi l'eliminazione del fornitore?* Premendo su ANNULLA verrà annullata l'operazione di eliminazione del fornitore, premendo su OK verrà confermata l'operazione.

N.B.: se si procede con l'eliminazione di un fornitore collegato ad una scheda di un qualsiasi componente, il fornitore verrà eliminato dalla lista, ma non dal server. Il materiale quindi rimarrà comunque correttamente collegato alla sua scheda fornitore.

Esporta in archivio pubblico: consente di proporre l'upload del fornitore in ARCHIVIO PUBBLICO. ([Vedi paragrafo 5.1.3](#)).



5.2.2 AGGIUNTA DI UN NUOVO FORNITORE



Per aggiungere un nuovo fornitore premere sul pulsante con il segno + *inserisci un fornitore*, si aprirà la pagina NUOVO FORNITORE. Compilare la scheda e salvare premendo sul pulsante INSERISCI.

5.3 AGGREGATI

Affinché si possa caricare un aggregato è necessario effettuare preliminarmente una analisi granulometrica, oppure reperire i dati dalla marcatura CE dell'aggregato.

5.3.1 AGGIUNTA DI UN NUOVO AGGREGATO

Per aggiungere un nuovo aggregato premere sul pulsante con il segno + *inserisci un aggregato*, si aprirà la pagina NUOVO AGGREGATO.



Tutte le informazioni sono reperibili all'interno della marcatura CE dell'aggregato.

Campi:

* *serie setacci*: sarà possibile selezionare dal menu a tendina setacci serie ASTM o UNI EN

* *ragione sociale cava*: sarà possibile collegare l'aggregato con la scheda fornitore.

N.B.: La scheda relativa al fornitore dovrà essere caricata prima di compilare la scheda nuovo aggregato.

* *nome commerciale*: inserire il nome commerciale del prodotto

* *codice aggregato*: è un codice alfanumerico, creato dall'utente, utile all'identificazione sintetica dell'aggregato.

Ad esempio una *sabbia rossa* può sinteticamente essere identificata come S1, una *sabbia azolo* come S2, un pietrisco come P1, una graniglia come G1 ecc.

* *peso campione*: rappresenta il peso del campione di aggregato utilizzato per l'analisi granulometrica ai sensi della norma UNI 933:1999. Il sistema imporrà che la sommatoria dei pesi dei setacci sarà uguale al valore inserito in *peso campione*.

* *massa volumica apparente dei granuli* (abbrev. M.V.app.): rappresenta il rapporto tra la massa del campione di aggregato essiccato e il suo volume occupato in acqua, compreso ogni vuoto interno non accessibile, ma esclusi i pori accessibili dall'acqua (punto 3.3 1097-6:2002).

* *massa volumica dei granuli preessiccati in stufa* (abbrev. M.V.prees.): rappresenta la massa dei granuli essiccati per unità di volume. Il volume è determinato come volume dei granuli, compresi sia vuoti non accessibili, sia i vuoti accessibili all'acqua (punto 3.5 1097-6:2002).

* *massa volumica dei granuli saturi con superficie asciutta* (abbrev. M.V.ssa): rappresenta il rapporto tra la massa complessiva del campione di aggregato e dell'acqua contenuta nei pori accessibili e volume occupato in acqua, compresi sia i vuoti interni non accessibili, sia i vuoti accessibili all'acqua, se presenti (punto 3.4 1097-6:2002).

* *assorbimento d'acqua dopo immersione per 24 ore* (abbrev. Ass.24h): rappresenta l'aumento della massa del campione, espresso in percentuale, essiccato in stufa a causa della penetrazione dell'acqua nei vuoti accessibili all'acqua (punto 3.6 1097-6:2002).

* *provenienza*: sarà possibile selezionare dal menu a tendina FRANTUMAZIONE o NATURALE.

* *data esecuzione prova*: inserire la data in cui si è effettuata l'analisi granulometrica.

N.B.: Se i valori sono stati presi dalla marcatura CE o da altre fonti è possibile indicare come data della prova la data di caricamento della scheda. La data è ininfluente ai fini dei calcoli, serve solo a distinguere eventualmente materiali formalmente identici, ma che nel corso del tempo hanno subito variazioni nella loro distribuzione granulometrica. Per cui ad esempio è possibile avere in archivio una sabbia rossa S1 con prova granulometrica del 10/12/2013 ed una sabbia rossa S1 con prova granulometrica del 14/07/2014. Sarà comunque possibile eliminare tutti i cloni dello stesso aggregato con prove granulometriche vetuste, oppure lasciare traccia storica di tutte le analisi granulometriche effettuate nel tempo.

classificazione: classificazione dell'aggregato ai fini della norma UNI EN 12620.

costo: inserire il costo di acquisto a tonnellata. E' un parametro utile per le valutazioni economiche dei mix prodotti.

N.B.: per motivi di privacy, quando si inserisce un materiale da archivio privato in archivio pubblico, i costi di acquisto di tutti i materiali, essendo dati sensibili, non vengono esportati e quindi non sono visualizzabili dagli altri utenti, garantendo la massima riservatezza.

5.3.1.1 INSERIMENTO DI UNA ANALISI GRANULOMETRICA

L'analisi granulometrica è una semplice prova descritta dalla UNI EN 933:1999, tuttavia la sua determinazione periodica riveste un ruolo di fondamentale importanza per la progettazione dei mix. Infatti la scelta di un aggregato da inserire all'interno di un mix dipende moltissimo dalla sua distribuzione granulometrica che influenza la presenza di vuoti all'interno dell'impasto. Di seguito verrà descritta la procedura integrale per

l'effettuazione di una prova granulometrica, collegando i risultati ottenuti dalla prova con la compilazione della scheda NUOVO AGGREGATO.

5.3.1.1.1 PROCEDURA ANALISI GRANULOMETRICA

5.3.1.1.1.1 PREPARAZIONE DEL CAMPIONE DI PROVA

Per l'effettuazione dell'analisi granulometrica è necessario preparare un campione essiccato in questo modo:

1) Porre il campione di prova in un recipiente e aggiungere acqua fino a coprirlo tenendolo immerso per 24 ore. In questo modo viene favorito lo scioglimento dei grumi di argilla.

2) Dopo 24 ore agitare il campione. Prendere i seguenti setacci:

2 (nel caso di sabbia anche 1 va bene)

0.063

Fondo

3) Versare lentamente il contenuto del recipiente nella pila di setacci, utilizzando un getto di acqua costante sopra il materiale riversato sul setaccio 2, avendo cura di sfregare con le mani i grani di aggregato in modo da favorire lo scioglimento degli eventuali grumi.

4) Quando tutto il contenuto del recipiente è stato versato sul setaccio 2, prendere un recipiente vuoto (quello appena utilizzato va bene) e riversare tutto il contenuto del setaccio 2 nel recipiente.

5) Rimuovere il setaccio 2 e ripetere l'operazione di lavaggio e sfregatura sul setaccio 0.063 avendo cura di farlo con maggior delicatezza per evitare di rompere il setaccio.

6) Se il materiale è in quantità elevata tale da non consentire di versare tutto il contenuto nel setaccio 2, allora si può ripetere l'operazione sopra descritta in più porzioni.

7) Completata l'operazione riporre tutto il trattenuto 0.063 + 2 nello stesso recipiente e metterlo in forno per almeno 12 ore.

8) Dopo aver fatto essiccare l'aggregato pesare su una bilancia le seguenti quantità (indicative):

Nel caso di sabbia: 1kg

Nel caso di graniglia: 3kg

Nel caso di pietrisco 10kg

5.3.1.1.1.2 SETACCIATURA

La prova può essere effettuata sia con setacci serie UNI EN che con setacci serie ASTM. L'elenco dei setacci caricati su **VirtualMix** è il seguente:

Serie UNI EN: fondo, 0.063, 0.125, 0.250, 0.500, 1, 2, 4, 8, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 163

Serie ASTM: fondo, 0.075, 0.149, 0.297, 0.595, 1.190, 2.390, 4.760, 6.7, 8.0, 9.520, 13.2, 16.0, 19.1, 25, 31.5, 38.1, 50, 63, 76, 125.

- 1) Prendere il campione precedentemente trattato e pesarlo.
- 2) Mettere in sequenza i seguenti setacci:

Serie UNI EN	Serie ASTM
163	125
125	76
100	63
80	50
63	38.1
50	31.5
40	25
32	19.1
25	16.0
20	13.2
16	9.520
12	8.0
8	6.7
4	4.760
2	2.390
1	1.190
0.500	0.595
0.250	0.297
0.125	0.149
0.063	0.075
fondo	fondo



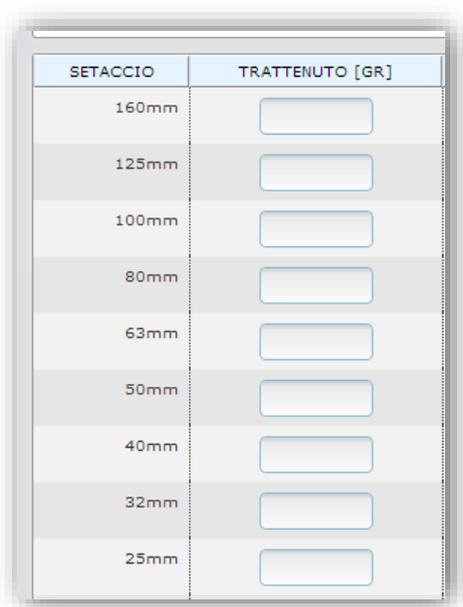
NB: non è indispensabile possedere tutti i setacci in elenco. Se non si dispone di un determinato setaccio, il trattenuto sarà di 0.00grammi. Il valore 0 dovrà essere caricato anche su **VirtualMix**. L'effetto sarà che il sistema ignorerà la presenza di quel setaccio nel diagramma della curva granulometrica. Più setacci si utilizzeranno per la prova granulometrica, maggiore sarà la precisione nel tracciamento della curva.

3) Inserire gradualmente il materiale all'interno dei setacci ed agitare manualmente o meccanicamente fino a quando non si notano più cadute di materiale da un setaccio all'altro.

4) A setacciatura ultimata registrare i trattenuti relativi a tutti i setacci, compreso il fondo. Verificare che la somma dei trattenuti sia uguale al quantitativo di partenza. Se non lo è (a meno di piccole variazioni nell'ordine dei grammi) la prova è da considerarsi non valida, poiché sono stati commessi degli errori quali errata trascrizione dei trattenuti, errata pesatura o perdita di rilevanti quantità di materiale. In questo caso ripetere la prova da capo rimettendo tutti i trattenuti in un contenitore, effettuare la pesatura e ripetere la setacciatura.

5.3.1.1.2 CARICAMENTO DEI DATI NEL SISTEMA

L'analisi granulometrica permetterà di determinare tutti i trattenuti (espressi in grammi) relativi a tutti i setacci. Il trattenuto rappresenta la quantità di materiale contenuto in ogni setaccio.



SETACCIO	TRATTENUTO [GR]
160mm	<input type="text"/>
125mm	<input type="text"/>
100mm	<input type="text"/>
80mm	<input type="text"/>
63mm	<input type="text"/>
50mm	<input type="text"/>
40mm	<input type="text"/>
32mm	<input type="text"/>
25mm	<input type="text"/>

Si dovrà procedere adesso al caricamento dei risultati. Qualora non si disponesse di un determinato setaccio o non fosse presente nessun trattenuto, il valore da caricare nel sistema sarà 0. Il valore del fondo verrà ricavato per differenza effettuando la sommatoria dei trattenuti a tutti i setacci e sottraendola al peso campione.

Premendo su INSERISCI l'operazione di caricamento della scheda aggregato sarà completata ed il sistema effettuerà una serie di operazioni in funzione dei dati caricati.

5.3.2 VISUALIZZAZIONE DI UN AGGREGATO

Sezione di riferimento: ARCHIVIO MATERIALI → AGGREGATI

In questa pagina verrà mostrato un elenco degli ultimi aggregati caricati nel sistema evidenziando il numero ID (un numero progressivo unico associato dal sistema ad ogni componente), il codice, la ragione sociale della cava e il nome commerciale dell'aggregato. Per ognuno di questi parametri è possibile filtrare i dati visualizzati in modo da ottenere ad esempio tutti gli aggregati disponibili in una determinata cava. Premendo sull'ID verrà caricata la scheda DETTAGLIO AGGREGATO. In questa scheda compariranno tutti i dati caricati dall'utente ([vedi paragrafo 5.3.1](#)) ed in più i seguenti dati calcolati:

dmax: rappresenta il diametro del setaccio più grande (espresso in mm) con trattenuto diverso da zero.

Mf: è il modulo di finezza dell'aggregato così come definito dall'appendice B della UNI 12620:2003

La scheda aggregato dispone di un menu contestuale con le seguenti voci:

- Analisi Granulometrica
- Grafico

- Marcatura CE
- Report PDF

5.3.2.1 TABELLA RIEPILOGATIVA DELL'ANALISI GRANULOMETRICA

Viene visualizzata una tabella contenente i calcoli relativi all'analisi granulometrica. Per ogni setaccio viene riportato il valore relativo a:

Analisi Granulometrica				
	Grafico	Marcatura CE	Report PDF	
SETACCIO	TRATTENUTO [GR]	% TRATTENUTO	% TRATTENUTO CUMULATIVO	% PASSANTE CUMULATIVO
160mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40mm	0,00	0,00	0,00	100,00
32mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20mm	0,00	0,00	0,00	100,00
16mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8mm	10,00	0,84	0,84	99,16
4mm	16,00	1,34	2,18	97,82
2mm	15,00	1,26	3,44	96,56
1mm	15,00	1,26	4,70	95,30
0.500mm	78,00	6,54	11,24	88,76
0.250mm	685,00	57,42	68,66	31,34
0.125mm	337,00	28,25	96,91	3,09
0.063mm	12,00	1,01	97,92	2,08
FONDO	25,00	2,08	100,00	0,00

Trattenuto [Gr]: è il valore del trattenuto al diametro d riportato dall'utente in fase di caricamento di un nuovo aggregato

Trattenuto [%]: rappresenta la percentuale di trattenuto al setaccio di diametro d rispetto al totale

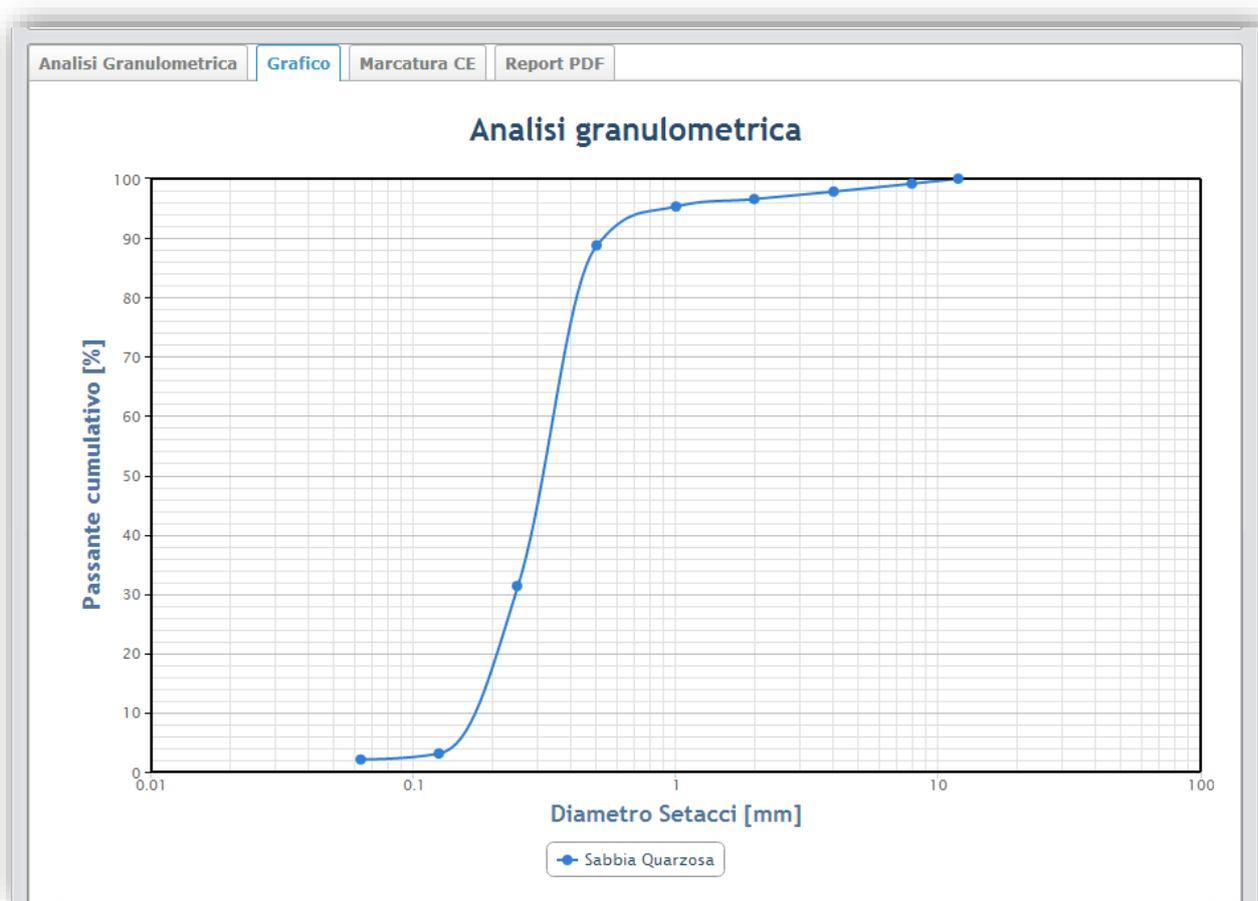
Trattenuto Cumulativo [%]: rappresenta la sommatoria di tutti i trattenuti ai setacci di diametri $\geq d$

Passante Cumulativo [%]: rappresenta il complemento a 100 del trattenuto cumulativo al diametro d

5.3.2.2 GRAFICO

VirtualMix consente di elaborare la curva granulometrica in scala semilogaritmica dell'analisi granulometrica.

In ascissa viene riportato il log del diametro dei setacci e in ordinata il passante cumulativo.



Nella parte inferiore del grafico viene riportato il nome commerciale dell'aggregato.

5.3.2.3 MARCATURA CE

Per ogni aggregato è possibile effettuare l'upload del pdf relativo alla marcatura CE.

5.3.2.3.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE

Analisi Granulometrica | Grafico | **Marcatura CE** | Report PDF

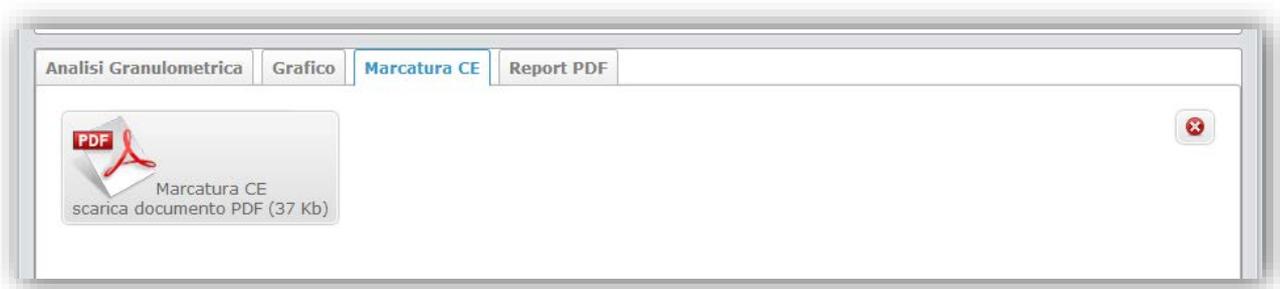
* file

Seleziona file Nessun file selezionato

invia Marcatura CE

FORMATI FILE : SONO ACCETTATI I FILE PDF DI DIMENSIONE INFERIORE A 10MB

Per caricare un file pdf di una marcatura CE accertarsi che il file sia di dimensioni inferiori a 10 megabyte. Premere su SELEZIONA FILE e selezionare il file dal proprio computer e premere su APRI. Premere su INVIA MARCATURA CE e attendere il caricamento del file.

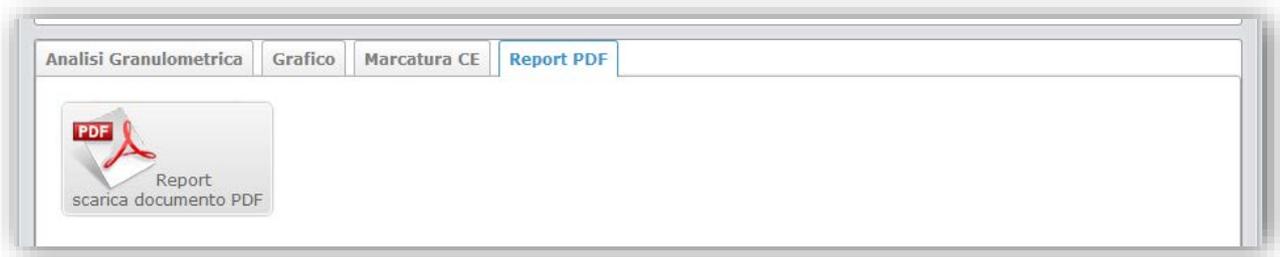


Al termine del caricamento si attiverà l'opzione di download del documento con indicata la dimensione del file caricato. Sarà possibile in ogni momento eliminare il file premendo sull'icona X a destra e procedere con un ulteriore caricamento.

NB: l'opzione di eliminazione di una marcatura CE è limitata unicamente ai files contenuti in ARCHIVIO PRIVATO. Qualora si riscontrasse un errore in una marcatura CE presente su ARCHIVIO PUBBLICO, sarà sufficiente contattare l'amministratore e proporre la correzione.

5.3.2.4 REPORT PDF

VirtualMix consente di generare in tempo reale un report in formato PDF comprendente tutte le informazioni contenute nelle schede di dettaglio aggregato.



Premendo sul pulsante scarica documento PDF verrà generato il file del report.

Telefono: 024094124
 Sede Legale: Corso Europa 11 - 20134 San Cesareo (MI)
 Pagine web: www.virtualmix.it
 Email: info@virtualmix.it

SCHEDA AGGREGATO

Casa di provenienza: Alghero (Cassa Penale), Via Vittorio Veneto n. 226, 02020 Canchese
 ID: A00001 MI U. via 2.000,00 kg/m³
 Nome commerciale: Salsito Quindici MI U. via 2.000,00 kg/m³
 Classificazione: F242 MI U. via 2.000,00 kg/m³
 Codice aggregato: S2 Area 24h 4,50 %
 Tipo: naturale Modulo di prova: 1,070 Diametro massimo: 8.000 mm

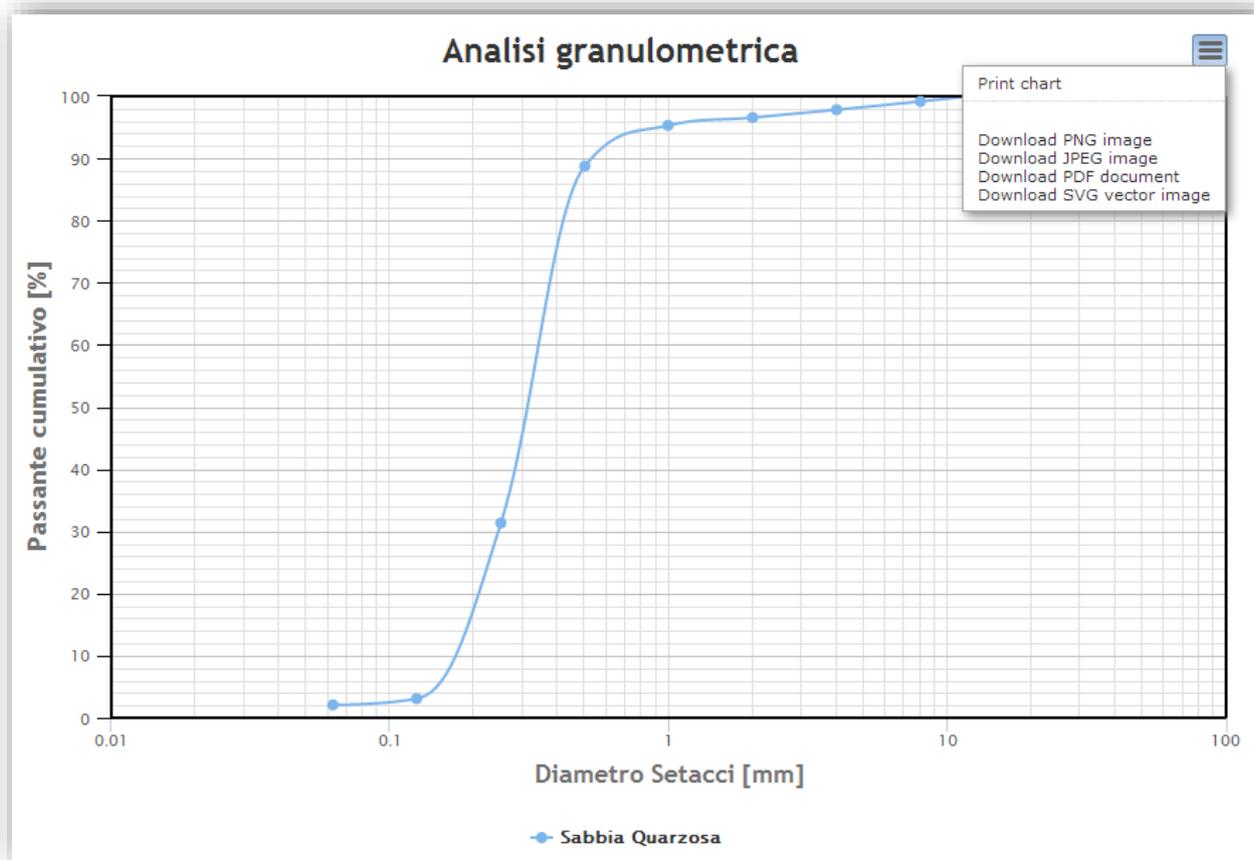
ANALISI GRANULOMETRICA

Normativa: UNI EN 12697-1000 Data esecuzione prova: 14/04/2012
 Serie testati: UNI EN 12697-1000 Peso campione: 1.100,00 g

SETTORE	TRATTAMENTO (g)	% TRATTAMENTO	% TRATTAMENTO COMPLETIVO	% MASSAZZO COMPLETIVO
100mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150mm	0,00	0,00	0,00	100,00
180mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250mm	0,00	0,00	0,00	100,00
300mm	0,00	0,00	0,00	100,00
350mm	0,00	0,00	0,00	100,00
400mm	0,00	0,00	0,00	100,00
450mm	0,00	0,00	0,00	100,00
500mm	0,00	0,00	0,00	100,00
600mm	0,00	0,00	0,00	100,00
800mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1250mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1500mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2500mm	0,00	0,00	0,00	100,00
3000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
4000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
5000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
6300mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
10000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12500mm	0,00	0,00	0,00	100,00
15000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
30000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
300000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
400000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
500000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
630000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
800000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1250000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1500000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2500000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
3000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
4000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
5000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
6300000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
10000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12500000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
15000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
30000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
300000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
400000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
500000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
630000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
800000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1250000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1500000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2500000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
3000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
4000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
5000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
6300000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
10000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12500000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
15000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
30000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
300000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
400000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
500000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
630000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
800000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1250000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1500000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2500000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
3000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
4000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
5000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
6300000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
10000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12500000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
15000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
30000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
300000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
400000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
500000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
630000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
800000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1250000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1500000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2500000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
3000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
4000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
5000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
6300000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
10000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12500000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
15000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
30000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
300000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
400000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
500000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
630000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
800000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1250000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
1500000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
2500000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
3000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
4000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
5000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
6300000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
8000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
10000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
12500000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
15000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
20000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
25000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
30000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
40000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
50000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
63000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
80000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
100000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
125000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
150000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
200000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00
250000000000000000000mm	0,00	0,00	0,00	100,00

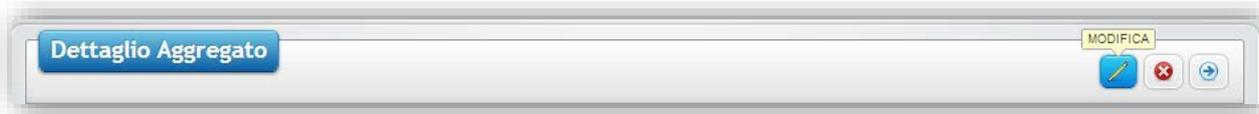
Il report PDF contiene le informazioni relative al tecnologo che ha caricato l'aggregato, i dati anagrafici del cliente e la data di generazione del report.

Per salvare un qualunque grafico all'interno di **VirtualMix** sarà sufficiente cliccare sul simbolo ☰ che si trova in alto a destra, e comparirà un menu dal quale sarà possibile esportare nei formati PNG, JPEG, PDF e SVG.



5.3.3 MODIFICA DI UN AGGREGATO

Su **VirtualMix** è possibile modificare in qualsiasi momento i parametri relativi ad un aggregato. Premere sul pulsante **MODIFICA**, modificare i campi desiderati e confermare la scelta premendo sul pulsante **AGGIORNA**.

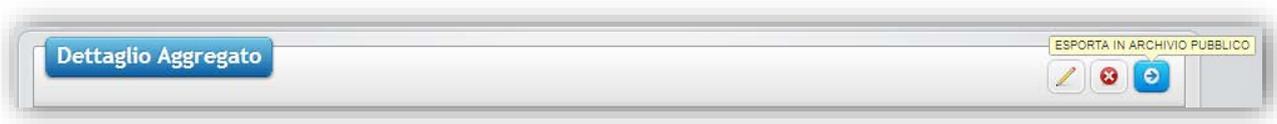


5.3.4 ELIMINAZIONE DI UN AGGREGATO

Per eliminare un aggregato in maniera definitiva dall'ARCHIVIO PRIVATO, aprire l'aggregato, premere sul pulsante **ELIMINA**, comparirà il messaggio *confermi l'eliminazione dell'aggregato?* Premendo su **ANNULLA** verrà annullata l'operazione di eliminazione del materiale, premendo su **OK** verrà confermata l'operazione.



5.3.5 ESPORTAZIONE DI UN AGGREGATO IN ARCHIVIO PUBBLICO



[Vedi paragrafo 5.1.3](#)

5.4 CEMENTI

5.4.1 AGGIUNTA DI UN NUOVO CEMENTO

Per aggiungere un nuovo cemento premere sul pulsante con il segno + *inserisci un cemento*, si aprirà la pagina NUOVO CEMENTO.



VirtualMix supporta i seguenti tipi e sottotipi di cementi:

CEM I	CEM II	CEM III	CEM IV	CEM V
CEM I 32.5N	CEM II/A 32.5N	CEM III 32.5N	CEM IV 32.5N	CEM V 32.5N
CEM I 32.5R	CEM II/A 32.5R	CEM III 32.5R	CEM IV 32.5R	CEM V 32.5R
CEM I 42.5N	CEM II/A 42.5N	CEM III 42.5N	CEM IV 42.5N	CEM V 42.5N
CEM I 42.5R	CEM II/A 42.5R	CEM III 42.5R	CEM IV 42.5R	CEM V 42.5R
CEM I 52.5N	CEM II/A 52.5N	CEM III 52.5N	CEM IV 52.5N	CEM V 52.5N
CEM I 52.5R	CEM II/A 52.5R	CEM III 52.5R	CEM IV 52.5R	CEM V 52.5R
	CEM II/B 32.5N			
	CEM II/B 32.5R			
	CEM II/B 42.5N			
	CEM II/B 42.5R			
	CEM II/B 52.5N			
	CEM II/B 52.5R			

Tutte le informazioni sono reperibili all'interno della marcatura CE del cemento.

Campi:

* *tipo cemento*: selezionare la tipologia desiderata

* *ragione sociale cementeria*: sarà possibile collegare il cemento con la scheda fornitore

* *nome commerciale*: inserire il nome commerciale del prodotto

* *codice cemento*: è un codice alfanumerico, creato dall'utente, utile all'identificazione sintetica del cemento. Ad esempio un cemento *Italcementi Tecnocem A-LL 42.5 R* può sinteticamente essere identificato come C1.

costo: inserire il costo di acquisto a tonnellata. E' un parametro utile per le valutazioni economiche dei mix prodotti.

N.B.: per motivi di privacy, quando si inserisce un materiale da archivio privato in archivio pubblico, i costi di acquisto di tutti i materiali, essendo dati sensibili, non vengono esportati e quindi non sono visualizzabili dagli altri utenti, garantendo la massima riservatezza.

5.4.2 VISUALIZZAZIONE DI UN NUOVO CEMENTO

Sezione di riferimento: ARCHIVIO MATERIALI → CEMENTI

In questa pagina verrà mostrato un elenco degli ultimi cementi caricati nel sistema evidenziando il numero ID (un numero progressivo unico associato dal sistema ad ogni componente), il codice, la ragione sociale della cementeria e il nome commerciale del cemento. Per ognuno di questi parametri è possibile filtrare i dati visualizzati in modo da ottenere ad esempio tutti i cementi disponibili in una determinata cementeria. Premendo sull'ID verrà caricata la scheda DETTAGLIO CEMENTO. In questa scheda compariranno tutti i dati caricati dall'utente ([vedi paragrafo 4.4.1](#)).

La scheda cemento dispone di un menu contestuale con le seguenti voci:

- Marcatura CE
- Report PDF

5.4.2.1 MARCATURA CE

Per ogni cemento è possibile effettuare l'upload del pdf relativo alla marcatura CE.

5.4.2.1.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE



Per caricare un file pdf di una marcatura CE accertarsi che il file sia di dimensioni minori di 10mb. Premere su SELEZIONA FILE e selezionare il file dal proprio computer e premere su APRI. Premere su INVIA MARCATURA CE e attendere il caricamento del file.

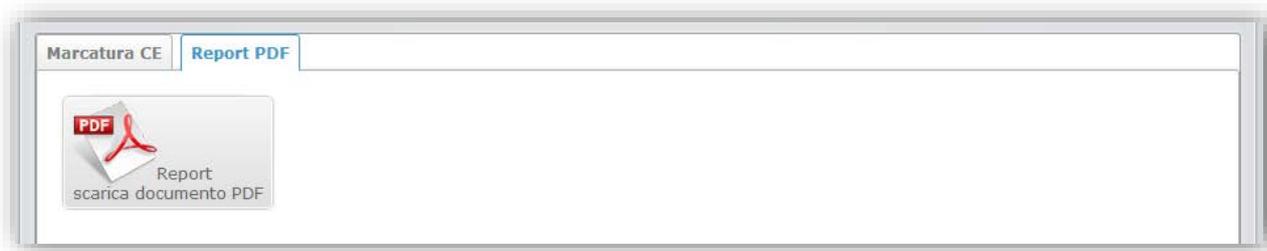


Al termine del caricamento si attiverà l'opzione di download del documento con indicata la dimensione del file caricato. Sarà possibile in ogni momento eliminare il file premendo sull'icona X a destra e procedere con un ulteriore caricamento.

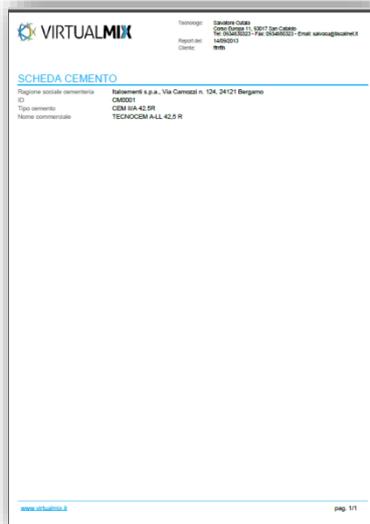
NB: l'opzione di eliminazione di una marcatura CE è limitata unicamente ai files contenuti in ARCHIVIO PRIVATO. Qualora si riscontrasse un errore in una marcatura CE presente su ARCHIVIO PUBBLICO, sarà sufficiente contattare l'Amministratore.

5.4.2.2 REPORT PDF

VirtualMix consente di generare in tempo reale un report in formato PDF comprendente tutte le informazioni contenute nelle schede di dettaglio cemento.



Premendo sul pulsante scarica documento PDF verrà generato il file del report.



Il report PDF contiene le informazioni relative al tecnologo che ha caricato il cemento, i dati anagrafici del cliente e la data di generazione del report.

5.5 ADDITIVI

5.5.1 AGGIUNTA DI UN NUOVO ADDITIVO

Per aggiungere un nuovo additivo premere sul pulsante con il segno + *inserisci un additivo*, si aprirà la pagina NUOVO ADDITIVO.



VirtualMix supporta i seguenti tipi di additivi:

- 1) F - Fluidificante (prospetto 2 UNI EN 934-2)
- 2) FR - Fluidificante ritardante (prospetto 10 UNI EN 934-2)
- 3) FA - Fluidificante accelerante (prospetto 12 UNI EN 934-2)
- 4) SR - Superfluidificante ritardante naftalensolfonato (prospetto 11 UNI EN 934-2)
- 5) SA - Superfluidificante ritardante acrilico (prospetto 11 UNI EN 934-2)
- 6) SM/SN - Fluidificante naftalensolfonato o melamminasolfonata (prospetto 3.1 e 3.2 UNI EN 934-2)
- 7) SAC - Superfluidificante accelerante acrilico (prospetto 3.1 e 3.2 UNI EN 934-2)
- 8) Additivi Aeranti

Tutte le informazioni sono reperibili all'interno della marcatura CE dell'additivo.

Campi:

* *categoria*: selezionare la tipologia desiderata dal menu a tendina

* *produttore*: sarà possibile collegare l'additivo con la scheda fornitore

* *nome commerciale*: inserire il nome commerciale del prodotto

* *codice additivo*: è un codice alfanumerico, creato dall'utente, utile all'identificazione sintetica dell'additivo. Ad esempio un additivo BASF Glenium Sky 698 può sinteticamente essere identificato come A1.

costo: inserire il costo di acquisto a kilogrammo. E' un parametro utile per le valutazioni economiche dei mix prodotti.

N.B.: per motivi di privacy, quando si inserisce un materiale da archivio privato in archivio pubblico, i costi di acquisto di tutti i materiali, essendo dati sensibili, non vengono esportati e quindi non sono visualizzabili dagli altri utenti, garantendo la massima riservatezza.

5.5.2 VISUALIZZAZIONE DI UN NUOVO ADDITIVO

Sezione di riferimento: ARCHIVIO MATERIALI → ADDITIVI

In questa pagina verrà mostrato un elenco degli ultimi additivi caricati nel sistema evidenziando il numero ID (un numero progressivo unico associato dal sistema ad ogni componente), il codice, la ragione sociale del produttore e il nome commerciale dell'additivo. Per ognuno di questi parametri è possibile filtrare i dati visualizzati in modo da ottenere ad esempio tutti gli additivi disponibili in un determinato produttore. Premendo sull'ID verrà caricata la scheda DETTAGLIO ADDITIVO. In questa scheda compariranno tutti i dati caricati dall'utente ([vedi paragrafo 5.5.1](#)).

La scheda additivo dispone di un menu contestuale con le seguenti voci:

- Marcatura CE
- Report PDF

5.5.2.1 MARCATURA CE

Per ogni additivo è possibile effettuare l'upload del pdf relativo alla marcatura CE.

5.5.2.1.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE



The screenshot shows a web interface for 'Marcatura CE'. At the top, there are two tabs: 'Marcatura CE' (active) and 'Report PDF'. Below the tabs is a large rectangular area for file upload. On the left, it says '* file' in red. In the center, there is a button labeled 'Seleziona file' followed by the text 'Nessun file selezionato'. On the right, there is a blue button labeled 'invia Marcatura CE'. At the bottom of the interface, there is a grey bar with an information icon and the text 'FORMATI FILE : SONO ACCETTATI I FILE PDF DI DIMENSIONE INFERIORE A 10MB'.

Per caricare un file pdf di una marcatura CE accertarsi che il file sia di dimensioni minori di 10mb. Premere su SELEZIONA FILE e selezionare il file dal proprio computer e premere su APRI. Premere su INVIA MARCATURA CE e attendere il caricamento del file.

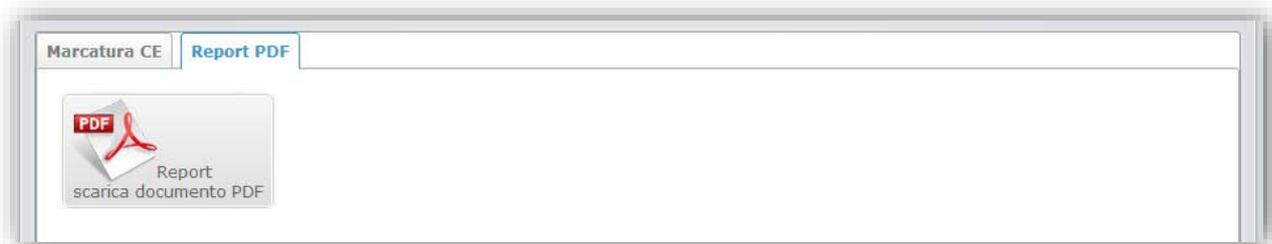


Al termine del caricamento si attiverà l'opzione di download del documento con indicata la dimensione del file caricato. Sarà possibile in ogni momento eliminare il file premendo sull'icona X a destra e procedere con un ulteriore caricamento.

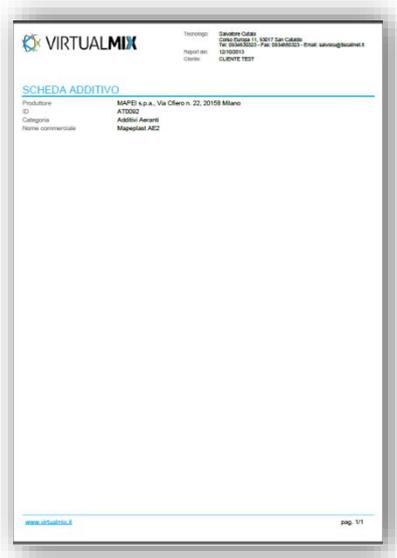
NB: l'opzione di eliminazione di una marcatura CE è limitata unicamente ai files contenuti in ARCHIVIO PRIVATO. Qualora si riscontrasse un errore in una marcatura CE presente su ARCHIVIO PUBBLICO, sarà sufficiente contattare l'amministratore.

5.5.2.2 REPORT PDF

VirtualMix consente di generare in tempo reale un report in formato PDF comprendente tutte le informazioni contenute nelle schede di dettaglio additivo.



Premendo sul pulsante scarica documento PDF verrà generato il file del report.



Il report PDF contiene le informazioni relative al tecnologo che ha caricato l'additivo, i dati anagrafici del cliente e la data di generazione del report.

5.6 AGGIUNTE

5.6.1 INSERIMENTO DI UNA AGGIUNTA

Per inserire una nuova aggiunta premere sul pulsante con il segno + *inserisci una aggiunta*, si aprirà la pagina NUOVA AGGIUNTA



VirtualMix supporta i seguenti tipi di aggiunta:

Tipo I - Calcareo

Tipo II - Cenere Volante (sia in aggiunta che in sostituzione)

Tipo II - Fumo di Silice (sia in aggiunta che in sostituzione)

Tutte le informazioni sono reperibili all'interno della marcatura CE dell'aggiunta.

Campi:

- * *tipo di aggiunta*: selezionare la tipologia desiderata dal menu a tendina
- * *produttore*: sarà possibile collegare l'aggiunta con la scheda fornitore
- * *nome commerciale*: inserire il nome commerciale del prodotto

**codice aggiunta:* è un codice alfanumerico, creato dall'utente, utile all'identificazione sintetica dell'aggiunta.
costo: inserire il costo di acquisto a kilogrammo. E' un parametro utile per le valutazioni economiche dei mix prodotti.

N.B.: per motivi di privacy, quando si inserisce un materiale da archivio privato in archivio pubblico, i costi di acquisto di tutti i materiali, essendo dati sensibili, non vengono esportati e quindi non sono visualizzabili dagli altri utenti, garantendo la massima riservatezza.

5.6.2 VISUALIZZAZIONE DI UNA NUOVA AGGIUNTA

Sezione di riferimento: ARCHIVIO MATERIALI → AGGIUNTE

In questa pagina verrà mostrato un elenco delle ultime aggiunte caricate nel sistema evidenziando il numero ID (un numero progressivo unico associato dal sistema ad ogni componente), il codice, la ragione sociale del produttore e il nome commerciale dell'aggiunta. Per ognuno di questi parametri è possibile filtrare i dati visualizzati in modo da ottenere ad esempio tutte le aggiunte disponibili in un determinato produttore. Premendo sull'ID verrà caricata la scheda DETTAGLIO AGGIUNTA. In questa scheda compariranno tutti i dati caricati dall'utente ([vedi paragrafo 5.6.1](#)).

La scheda aggiunta dispone di un menu contestuale con le seguenti voci:

- Marcatura CE
- Report PDF

5.6.2.1 MARCATURA CE

Per ogni aggiunta è possibile effettuare l'upload del pdf relativo alla marcatura CE.

5.6.2.1.1 GESTIONE DI UN FILE PDF RELATIVO AD UNA MARCATURA CE



Per caricare un file pdf di una marcatura CE accertarsi che il file sia di dimensioni minori di 10mb. Premere su SELEZIONA FILE e selezionare il file dal proprio computer e premere su APRI. Premere su INVIA MARCATURA CE e attendere il caricamento del file.



Al termine del caricamento si attiverà l'opzione di download del documento con indicata la dimensione del file caricato. Sarà possibile in ogni momento eliminare il file premendo sull'icona X a destra e procedere con un ulteriore caricamento.

NB: l'opzione di eliminazione di una marcatura CE è limitata unicamente ai files contenuti in ARCHIVIO PRIVATO. Qualora si riscontrasse un errore in una marcatura CE presente su ARCHIVIO PUBBLICO, sarà sufficiente contattare l'amministratore.

5.6.2.2 REPORT PDF

VirtualMix consente di generare in tempo reale un report in formato PDF comprendente tutte le informazioni contenute nelle schede di dettaglio aggiunta.



Premendo sul pulsante scarica documento PDF verrà generato il file del report.

Il report PDF contiene le informazioni relative al tecnologo che ha caricato l'aggiunta, i dati anagrafici del cliente e la data di generazione del report.

6. PROGETTAZIONE MIX

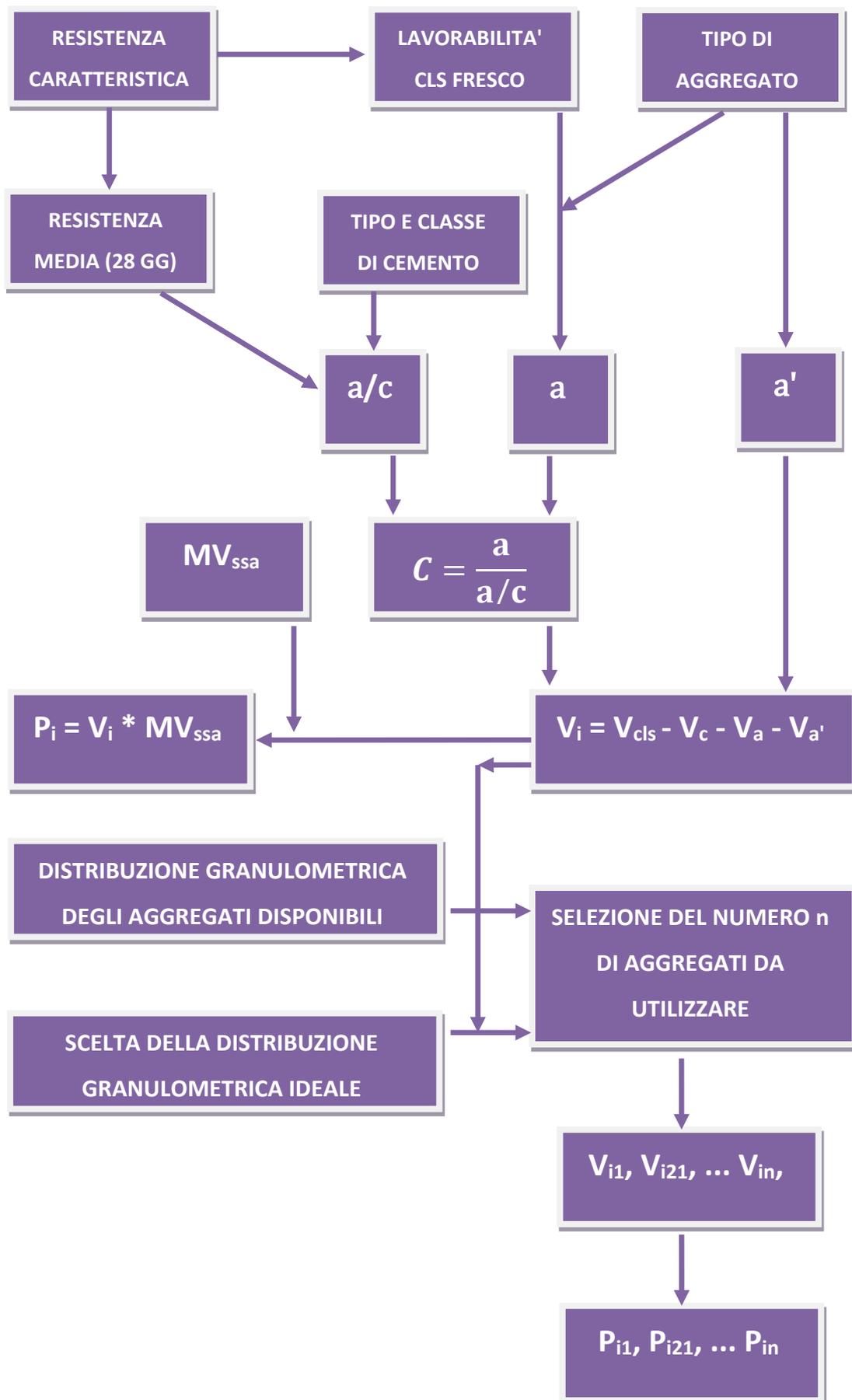
La progettazione di miscele di calcestruzzo, il cosiddetto "MIX DESIGN" rappresenta il cuore dell'applicazione **VirtualMix**. Il mix design è un procedimento complesso attraverso il quale, definite alcune condizioni, i parametri di progetto, si può pervenire alla determinazione di una miscela di calcestruzzo in grado di soddisfare i requisiti richiesti con un margine di approssimazione e di sicurezza che dipenderà da vari fattori che verranno discussi nei paragrafi successivi.

6.1 INTRODUZIONE AL MIX DESIGN

Il progetto di una miscela può essere condizionato da una lunghissima serie di parametri che dipendono dalle condizioni di progetto, dal tipo di componenti che si intende utilizzare e dalle condizioni di impiego. Lo studio di una miscela diventa molto più articolato all'aumentare dei parametri presi in esame, al punto da prevedere moltissimi collegamenti incrociati e rendere la progettazione manuale di un mix complesso una operazione limitata agli esperti. L'operazione di progettazione assistita da strumenti informatici consente libertà di azione al progettista nella scelta dei parametri di progetto lasciando l'incombenza del rispetto delle relazioni e delle condizioni al software.

Un procedimento non esaustivo che illustra il processo del mix design semplice è indicato nel diagramma seguente.

I parametri indicati nel diagramma saranno oggetto di specifica trattazione nel momento in cui verranno richiesti o elaborati da **VirtualMix**.



6.2 LA SEZIONE PROGETTAZIONE MIX

Su **VirtualMix** esistono 3 differenti maniere di approcciare il problema di uno studio di una miscela rappresentati dalle seguenti sezioni:

- RICETTA SINGOLA
- RICETTA A PRESTAZIONE
- RICETTA MANUALE

Nella sezione RICETTA SINGOLA l'utente sceglie i parametri di progetto ed il sistema, in funzione degli archivi già caricati, propone la ricetta senza la necessità di una fase preventiva di sperimentazione. Il vantaggio nell'utilizzo di questa procedura consiste nell'immediatezza del metodo e nella possibilità di effettuare studi di mix complessi in maniera estremamente veloce sfruttando database già disponibili su **VirtualMix**. Nella sezione RICETTA A PRESTAZIONE è invece necessario preventivamente effettuare una sperimentazione mediante la determinazione di una serie di impasti di prova al fine di pervenire successivamente alla definizione di una ricetta finale con alti margini di precisione e con la possibilità di realizzare un ricettario completo.

Nella sezione RICETTA MANUALE l'utente può caricare la sua ricetta senza che vengano effettuati controlli o calcoli. Questo sistema può essere adoperato da utenti che utilizzano già una o più ricette e vogliono archivarle o ottimizzarle utilizzando la sezione GESTIONE RISULTATI.

6.2.1 RICETTA SINGOLA

Sezione di riferimento: PROGETTAZIONE MIX → RICETTA SINGOLA

6.2.1.1 NUOVA RICETTA A SINGOLA

Per aggiungere una nuova ricetta singola premere sul pulsante con il segno + *inserisci una ricetta singola*, si aprirà la pagina NUOVA RICETTA SINGOLA.



* *nome del mix*: definire un qualsiasi codice alfanumerico che identifichi il mix

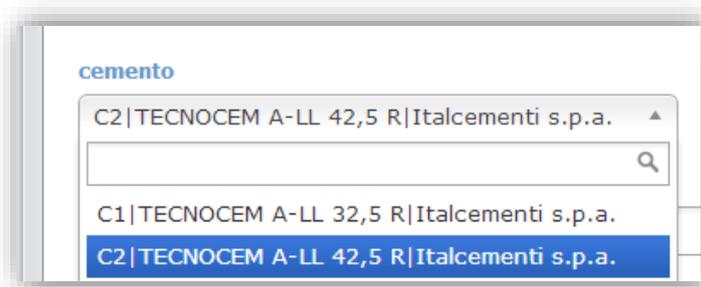
* *curva ideale da adottare*: **VirtualMix** supporta 5 tipi di curva ideale. Vedi paragrafo [6.2.2.1 nuova ricetta a prestazione](#).

* *provenienza aggregati*: indicare se gli aggregati sono di provenienza naturale o di frantumazione

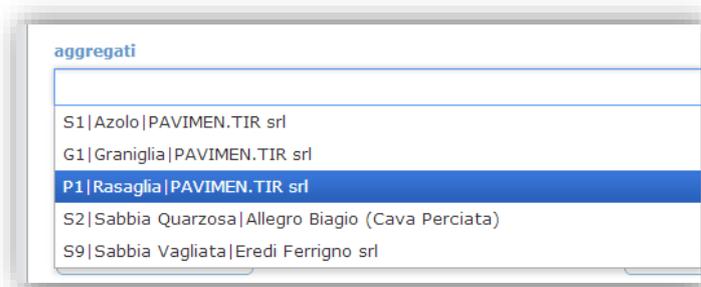
* *serie setacci*: indicare se si dispone di setacci serie UNI EN o ASTM

* *scegliere il D_{max}* : rappresenta il diametro massimo dell'aggregato. Verrà applicato un filtro e verranno scartati dalla selezione tutti gli aggregati con diametro massimo maggiore di D_{max} .

* *cemento*: selezionare dal menu a tendina il cemento desiderato



* *aggregati*: selezionare dal menu a tendina gli aggregati desiderati. **VirtualMix** supporta da 2 a 6 aggregati per ogni mix. Dal menu a tendina verranno scartati tutti gli aggregati il cui diametro massimo superi il D_{max} e gli aggregati diversi dalla provenienza selezionata.



* *massa volumica media degli aggregati*: rappresenta un valore medio della massa volumica degli aggregati in condizione SSA (Saturo a Superficie Asciutta) espresso in kg/m^3 . Il suo valore dipende dal tipo di aggregati che si intende utilizzare, ma mediamente oscilla tra 2500 e 2800 kg/m^3 . Normalmente un valore di circa 2650 può risultare soddisfacente.

Terminata la compilazione di tutti i campi premere sul pulsante CONFERMA E CONTINUA.

In questa fase "CURVA IDEALE E MIX" l'utente potrà ottimizzare la curva granulometrica relativa alla ricetta. Per una trattazione esaustiva dell'argomento si rimanda al paragrafo [6.2.2.1 nuova ricetta a prestazione](#).

Quando ci si ritiene soddisfatti della curva mix premere sul pulsante CONFERMA E CONTINUA per proseguire.

A questo punto verranno poste le seguenti domande:

vuoi aggiungere un additivo riduttore di acqua? Selezionando l'opzione comparirà un menu a discesa con il campo di selezione dell'additivo riduttore d'acqua dall'archivio privato ed il campo di inserimento del dosaggio espresso in percentuale sulla quantità di cemento.

vuoi aggiungere un additivo aerante? Selezionando l'opzione comparirà un menu a discesa con il campo di selezione dell'additivo aerante dall'archivio privato ed il campo di inserimento del dosaggio espresso in percentuale sulla quantità di cemento.

vuoi aggiungere una aggiunta? Selezionando l'opzione comparirà un menu a discesa con il campo di tipo di aggiunta da utilizzare, il campo selezione dell'aggiunta dall'archivio privato ed il campo di inserimento della quantità espressa in kg.

6.2.1.1.1 Aggiunta di un additivo riduttore di acqua

Cliccando su questa opzione si aprirà un menu dal quale sarà possibile inserire un qualsiasi additivo riduttore d'acqua preso dall'archivio personale, e la percentuale di utilizzo espressa come percentuale in peso sul cemento.

6.2.1.1.2 Aggiunta di un additivo aerante

Cliccando su questa opzione si aprirà un menu dal quale sarà possibile inserire un qualsiasi additivo aerante preso dall'archivio personale, e la percentuale di utilizzo espressa come percentuale in peso sul cemento.

6.2.1.1.3 Aggiunta di una aggiunta

Cliccando su questa opzione si aprirà un menu dal quale sarà possibile inserire una aggiunta presa dall'archivio personale.

* *tipo di aggiunta*: comparirà un menu a tendina con le seguenti opzioni:

- 1) Tipo I - Filler Calcareo
- 2) Tipo II - Cenere Volante (in sostituzione)
- 3) Tipo II - Cenere Volante (in aggiunta)
- 4) Tipo II - Fumo di silice (in sostituzione)
- 5) Tipo II - Fumo di silice (in aggiunta)

* *quantità*: inserire la quantità totale espressa in kg

Terminata la compilazione di tutti i campi premere sul pulsante CONFERMA E CONTINUA per passare alla fase successiva.

In questa sezione dovranno essere compilati i seguenti campi:

* *Rck*: Resistenza Caratteristica cubica a compressione ([Vedi paragrafo 7.2.3](#))

* *Normativa*: scegliere tra UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

* *Classe di esposizione*: Scegliere tra le seguenti classi:

	Classe di esposizione
X0	Assenza di rischio di corrosione o attacco
XC1	Corrosione indotta da carbonatazione - Asciutto o permanentemente bagnato
XC2	Corrosione indotta da carbonatazione - Bagnato, raramente asciutto
XC3	Corrosione indotta da carbonatazione - Umidità moderata
XC4	Corrosione indotta da carbonatazione - Ciclicamente asciutto e bagnato
XD1	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Umidità moderata
XD2	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Bagnato, raramente asciutto
XD3	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Ciclicamente asciutto e bagnato
XS1	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare
XS2	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Permanentemente sommerso
XS3	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea
XF1	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
XF2	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante
XF3	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante
XF4	Attacco chimico - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare
XA1	Attacco chimico - Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA2	Attacco chimico - Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA3	Attacco chimico - Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1

* *Tipo di controllo*: Selezionare se si desidera un mix in grado di superare un controllo di Tipo A o un controllo di Tipo B così come definiti dal cap. 11.2.5 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

In caso di selezione del controllo di accettazione Tipo B verrà richiesto l'inserimento dello scarto quadratico medio σ e della costante k.

6.2.1.1.4 Controlli di accettazione: Controllo Tipo A

Il controllo di Tipo A si applica in caso di forniture di calcestruzzo omogeneo inferiori a 1500m³ e prevede che siano soddisfatte le seguenti 2 condizioni:

$$R_m \geq R_{ck} + 3.5$$

$$R_{min} \geq R_{ck} - 3.5$$

dove:

R_m = resistenza media dei prelievi espressa in MPa o N/mm²

R_{ck} = resistenza caratteristica cubica a compressione espressa in MPa o N/mm²

R_{min} = resistenza minima dei prelievi

Numero minimo di prelievi 3

6.2.1.1.5 Controlli di accettazione: Controllo Tipo B

Il controllo di Tipo B si applica in caso di forniture di calcestruzzo omogeneo superiori a 1500m³ e prevede che siano soddisfatte le seguenti 2 condizioni:

$$R_m \geq R_{ck} + k * \sigma$$

$$R_{min} \geq R_{ck} - k * \sigma$$

dove:

R_m = resistenza media dei prelievi espressa in MPa o N/mm²

R_{ck} = resistenza caratteristica cubica a compressione espressa in MPa o N/mm²

R_{min} = resistenza minima dei prelievi

K = costante e vale 1.4

σ = scarto quadratico medio relativo agli n prelievi effettuati

Numero minimo di prelievi 15

* *Slump(o classe di consistenza)*: selezionare una delle seguenti opzioni:

- S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm
- S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm
- S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm
- S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm
- S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) \geq 220 mm.

* *Temperatura di getto*: selezionare una delle seguenti opzioni:

0-4°C

5-9°C

10-16°C

17-23°C

24-30°C

31-37°C

* *Tempo di getto*: selezionare una delle seguenti opzioni:

<15min

16-30min

31-45min

46-75min

Quando tutti i parametri saranno selezionati sarà possibile premere sul pulsante *inserisci ricetta*.

6.2.2 RICETTA A PRESTRAZIONE

Sezione di riferimento: PROGETTAZIONE MIX → RICETTA A PRESTAZIONE

Nella pagina riepilogativa sono elencate tutte le sperimentazioni in atto. Ogni sperimentazione è caratterizzata da uno STATO che identifica lo stato di avanzamento della sperimentazione. Le fasi possibili sono 4:

[Fase 1/4] In attesa di inserimento dati impasti di prova

[Fase 2/4] In attesa di inserimento dei risultati degli impasti di prova

[Fase 3/4] Inserimento dei risultati di prova completato

[Fase 4/4] Progettazione ricette finali completata

Le 4 fasi verranno analizzate nel paragrafo [6.2.2.1 nuova ricetta a prestazione](#).

6.2.2.1 NUOVA RICETTA A PRESTAZIONE

Per aggiungere una nuova ricetta a prestazione premere sul pulsante con il segno + *inserisci una ricetta a prestazione*, si aprirà la pagina NUOVA RICETTA A PRESTAZIONE.



Dovranno essere compilati i seguenti campi:

- * *nome del mix*: definire un qualsiasi codice alfanumerico che identifichi il mix
- * *curva ideale da adottare*: **VirtualMix** supporta 5 tipi di curva ideale:

6.2.2.1.1 CURVA IDEALE DI FULLER - THOMPSON

L'equazione della curva di Fuller - Thompson è la seguente:

$$P = 100 \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{D}\right)}$$

dove:

P è il passante percentuale al setaccio di apertura di diametro d

d è il diametro del setaccio

D è il diametro massimo dell'aggregato di maggiore dimensione

L'equazione di Fuller - Thompson è particolarmente indicata per calcestruzzi con dosaggio di cemento compresi tra 280-320kg/m³ e classe di consistenza S2 - S3.

6.2.2.1.2 CURVA IDEALE DI FULLER - THOMPSON MODIFICATA

L'equazione della curva di Fuller - Thompson modificata è la seguente:

$$P = \frac{\left[100 \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{D}\right)} - C \right]}{(100 - C) \cdot 100}$$

dove:

P è il passante percentuale al setaccio di apertura di diametro d

d è il diametro del setaccio

D è il diametro massimo dell'aggregato di maggiore dimensione

$$C = \frac{c}{c + Agg}$$

c = quantità di cemento a metro cubo di impasto

Agg = quantità di aggregato a metro cubo di impasto

L'equazione di Fuller - Thompson modificata è particolarmente indicata per calcestruzzi con dosaggio di cemento compresi tra 320-360kg/m³ e classe di consistenza S2 - S3.

6.2.2.1.3 CURVA IDEALE DI BOLOMEY

L'equazione della curva di Bolomey è la seguente:

$$P = A + (100 - A) \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{D}\right)}$$

dove:

P è il passante percentuale al setaccio di apertura di diametro d

d è il diametro del setaccio

D è il diametro massimo dell'aggregato di maggiore dimensione

A è il coefficiente di Bolomey che, in funzione del tipo di aggregato e della classe di consistenza assume i seguenti valori:

	S1	S2	S3	S4	S5
NATURALE	4	6	8	10	12
FRANTUMAZIONE	6	8	10	12	14

L'equazione di Bolomey è particolarmente indicata per calcestruzzi con dosaggio di cemento compresi tra 280-320kg/m³ e classe di consistenza S4 - S5.

6.2.2.1.4 CURVA IDEALE DI BOLOMEY MODIFICATA

L'equazione della curva di Bolomey modificata è la seguente:

$$P = \left[A - C + (100 - A) \cdot \sqrt{\left(\frac{d}{D}\right)} \cdot \left(\frac{100}{100 - C}\right) \right]$$

dove:

P è il passante percentuale al setaccio di apertura di diametro d

d è il diametro del setaccio

D è il diametro massimo dell'aggregato di maggiore dimensione

$$C = \frac{c}{c + Agg}$$

c = quantità di cemento a metro cubo di impasto

Agg = quantità di aggregato a metro cubo di impasto

A è il coefficiente di Bolomey che, in funzione del tipo di aggregato e della classe di consistenza assume i seguenti valori:

	S1	S2	S3	S4	S5
NATURALE	4	6	8	10	12
FRANTUMAZIONE	6	8	10	12	14

L'equazione di Bolomey modificata è particolarmente indicata per calcestruzzi con dosaggio di cemento >320kg/m³ e classe di consistenza S4 - S5.

6.2.2.1.5 CURVA IDEALE CUBICA

L'equazione cubica è la seguente:

$$P = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{d}{D}}$$

dove:

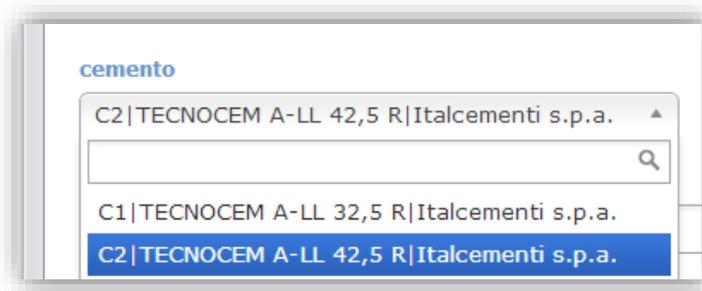
P è il passante percentuale al setaccio di apertura di diametro d

d è il diametro del setaccio

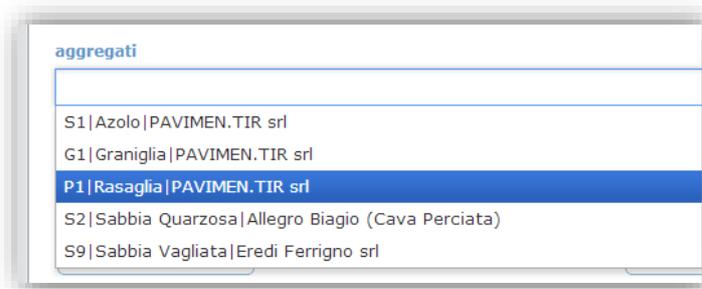
D è il diametro massimo dell'aggregato di maggiore dimensione

L'equazione cubica è particolarmente indicata per i getti massivi e quindi con diametro D molto elevato e classi di consistenza molto basse.

- * *provenienza aggregati*: indicare se gli aggregati sono di provenienza naturale o di frantumazione
- * *serie setacci*: indicare se si dispone di setacci serie UNI EN o ASTM
- * *scegliere il D_{max}* : rappresenta il diametro massimo dell'aggregato. Verrà applicato un filtro e verranno scartati dalla selezione tutti gli aggregati con diametro massimo maggiore di D_{max} .
- * *cemento*: selezionare dal menu a tendina il cemento desiderato



- * *aggregati*: selezionare dal menu a tendina gli aggregati desiderati. **VirtualMix** supporta da 2 a 6 aggregati per ogni mix. Dal menu a tendina verranno scartati tutti gli aggregati il cui diametro massimo superi il D_{max} e gli aggregati diversi dalla provenienza selezionata.



- * *quantità di acqua a degli impasti di prova*: inserire la quantità di acqua efficace, espressa in kg, da inserire per gli impasti di prova. La quantità *a* può variare in funzione del tipo di mix che si intende studiare, ma a titolo puramente indicativo una quantità di acqua intorno ai 150kg può risultare soddisfacente.
- * *quantità di cemento c_1 dell'impasto di prova n.1*: inserire la quantità di cemento, espressa in kg, da inserire nell'impasto di prova n.1. La quantità c_1 può variare in funzione del tipo di mix che si intende studiare, ma a titolo puramente indicativo una quantità di cemento intorno ai 300kg può risultare soddisfacente.

* *quantità di cemento c_2 dell'impasto di prova n.2*: inserire la quantità di cemento, espressa in kg, da inserire nell'impasto di prova n.2. La quantità c_2 può variare in funzione del tipo di mix che si intende studiare, ma a titolo puramente indicativo una quantità di cemento intorno ai 400kg può risultare soddisfacente.

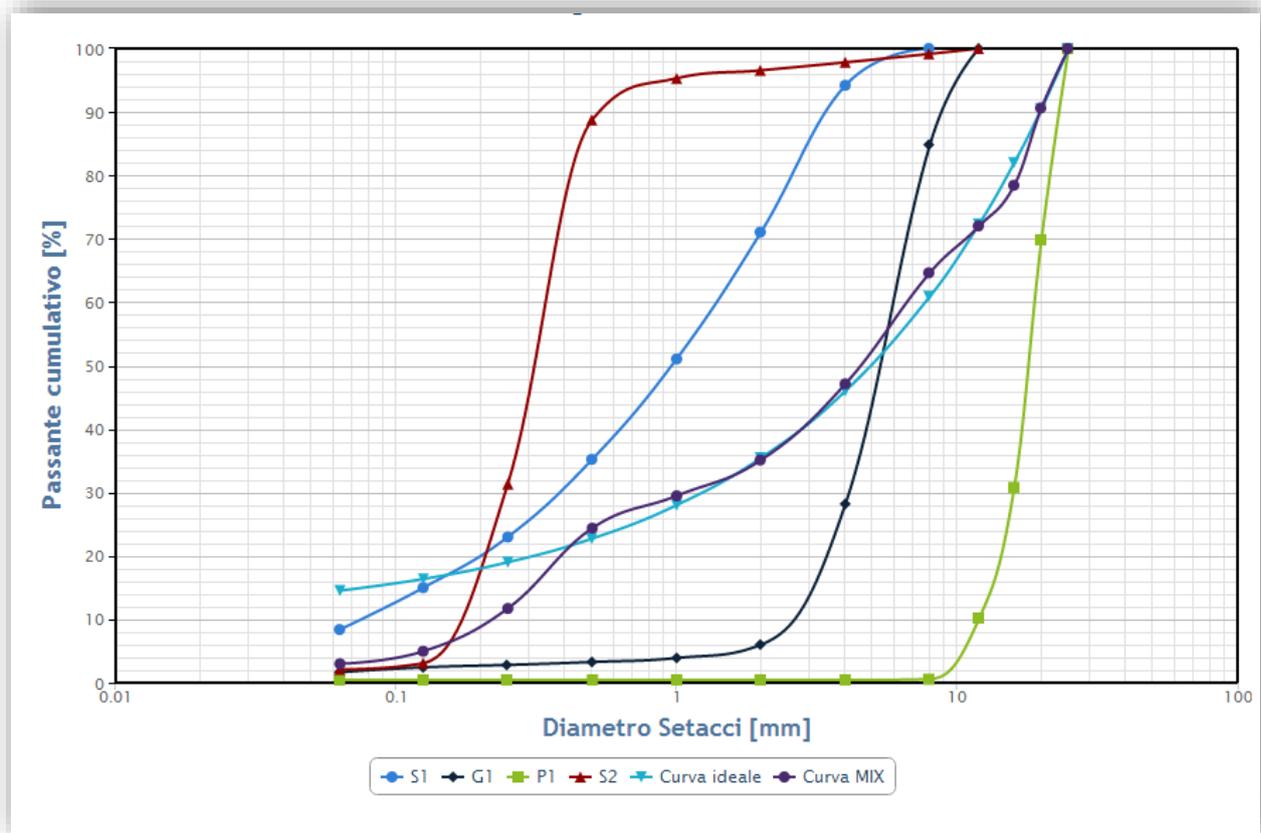
* *massa volumica media degli aggregati*: rappresenta un valore medio della massa volumica degli aggregati in condizione SSA espresso in kg/m^3 . Il suo valore dipende dal tipo di aggregati che si intende utilizzare, ma mediamente oscilla tra 2500 e 2800 kg/m^3 . Normalmente un valore di circa 2650 può risultare soddisfacente.

Terminata la compilazione di tutti i campi premere sul pulsante CONFERMA E CONTINUA per completare la [Fase 1/4] In attesa di inserimento dati impasti di prova.

Questa fase risulta essere particolarmente importante, perché la determinazione delle proporzioni con cui si inseriscono gli aggregati selezionati andranno a determinare le caratteristiche reologiche dell'impasto, rendendo la miscela più o meno pompabile o più o meno resistente, a parità di tutte le altre condizioni.

VirtualMix consente di "ottimizzare", cioè avvicinare il più possibile, automaticamente la curva mix rispetto la curva ideale adottata. Il parametro che misura la vicinanza tra le due curve è lo *scarto medio*. Esso rappresenta la media aritmetica tra tutti gli scarti presi per ogni diametro, tra la curva mix e la curva ideale; minore sarà lo scarto medio più saranno vicine le prestazioni del mix a quelle indicate per la curva ideale adottata.

L'ottimizzazione automatica può comunque essere sostituita da quella manuale. E' possibile sostituire i valori di percentuale di utilizzo degli n aggregati selezionati con la sola condizione imposta che la loro sommatoria dovrà essere 100%. Premendo sul pulsante AGGIORNA CURVA sarà possibile visionare in tempo reale la curva mix modificata. E' possibile cambiare i valori di percentuale infinite volte fino a quando non si ritiene di aver trovato il giusto compromesso. Il grafico riporterà le n curve granulometriche degli aggregati selezionati, la curva ideale e la curva mix.



Premendo sulla legenda in basso è possibile disattivare la visualizzazione di una qualsiasi delle curve sul grafico. Questa fase di studio è estremamente importante al punto che possono essere evidenziati problemi di distribuzione granulometrica di qualche aggregato che quindi ne può suggerire la sostituzione. Se non si è soddisfatti della curva granulometrica del mix si consiglia di abbandonare lo studio della miscela e rifare lo studio di un mix variando gli aggregati.

Quando ci si ritiene soddisfatti della curva del mix premere sul pulsante **CONFERMA E CONTINUA** per proseguire nella sperimentazione.

Verranno visualizzate le tabelle riepilogative con gli impasti di prova n.1 e n. 2.

A questo punto verrà posta la seguente domanda: *in quali giorni (oltre a 28gg) vuoi effettuare la rottura dei cubetti?* **VirtualMix** consente la personalizzazione completa del numero di giorni in cui si può effettuare la prova a compressione sui cubetti. Premendo sul menu a tendina sarà possibile scegliere uno qualsiasi dei giorni da 1 a 27 (anche con selezioni multiple). Lasciando il campo vuoto si limiterà la rottura dei cubetti al 28° giorno di maturazione. L'utilizzo di questo campo risulta essere importante in quanto selezionando almeno un altro giorno oltre il 28° sarà possibile determinare la curva sperimentale Resistenza / Tempo e il relativo grafico utile per effettuare previsioni di resistenza ad un tempo qualsiasi t. Tra tutti i possibili giorni selezionabili ce ne è uno che riveste particolare importanza ed è $t = 7$ giorni. Abituarsi ad effettuare sperimentazioni determinando valori di schiacciamento a 7 e 28 giorni consentirà, nella sezione **GESTIONE DEI RISULTATI**, di effettuare

curve di correlazione 7-28 fondamentali per la gestione del sistema CUSUM C che verrà trattato nei paragrafi successivi.

Una sperimentazione esaustiva solitamente prevede la selezione dei giorni 3, 7, 14 e 28.

A questo punto verrà posta la seguente domanda: *vuoi creare una curva di correlazione dosaggio / slump per un additivo riduttore di acqua (saranno necessari altri 2 impasti di prova)*. Nei parametri sopra esposti non è stato preso in considerazione l'utilizzo di alcun additivo. Tuttavia nella quasi totalità dei casi i mix prevedono l'impiego di additivi riduttori di acqua. In questa sezione sarà possibile selezionare un qualsiasi additivo dal relativo archivio (ad esclusione degli additivi aeranti che saranno filtrati dalla selezione) e questo genererà altri 2 impasti di prova che chiameremo n.3 e n.4. Se non si desidera effettuare la sperimentazione lasciare il campo vuoto, altrimenti premere sul menu a tendina e selezionare l'additivo desiderato. Compariranno inoltre 2 campi di inserimento della percentuale di additivo da utilizzare. La percentuale viene calcolata in funzione della quantità di cemento presa dall'impasto n.1 per cui se ad esempio $c_1 = 300\text{kg}$, e il dosaggio $d_1 = 0.5\%$ significa che in peso avremo $300 * 0.5 / 100 = 1.5\text{kg}$ di additivo. I dosaggi di additivi dovranno tenere conto delle indicazioni inserite nella marcatura CE. Valori indicativi per $d_1 = 0.5\%$ e $d_2 = 1.2\%$ possono risultare accettabili in svariate situazioni. Tuttavia se nell'impasto di prova con dosaggio $d_2 > d_1$ si fosse evidenziato un fenomeno di Segregazione e Bleeding sarà necessario rifare il mix abbassando il dosaggio. Questa situazione si può verificare ad esempio utilizzando additivi acrilici particolarmente performanti e/o in mix con quantitativi di acqua troppo elevati.

Anche per gli impasti n.3 e n.4 sarà possibile definire il numero di giorni oltre i 28, in cui si desidera effettuare le prove di compressione dei cubetti.

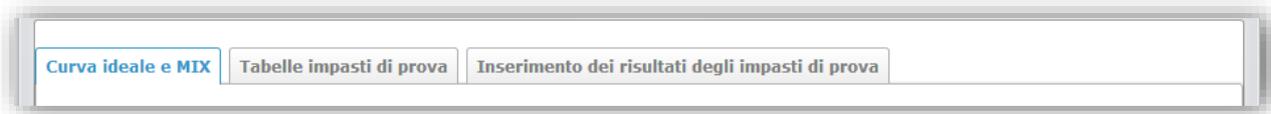
A questo punto verrà posta la seguente domanda: *vuoi creare una curva di correlazione dosaggio / resistenza per un additivo aerante (sarà necessario 1 impasto di prova)*. In questa sezione sarà possibile selezionare un qualsiasi additivo aerante dal relativo archivio (tutti gli additivi riduttori di acqua saranno filtrati dalla selezione) e questo genererà un altro impasto di prova che chiameremo n.5. Se non si desidera effettuare la sperimentazione lasciare il campo vuoto, altrimenti premere sul menu a tendina e selezionare l'additivo desiderato. Comparirà inoltre un campo di inserimento della percentuale di additivo da utilizzare. Per l'inserimento della percentuale occorre fare riferimento alla marcatura CE dell'additivo poiché il loro effetto sul mix risulta essere troppo vario ed inoltre sono presenti sia in forma liquida che in polvere. Anche per l'impasto n.5 sarà possibile definire il numero di giorni oltre al 28, in cui si desidera effettuare le prove di compressione dei cubetti. L'effetto di un utilizzo di un additivo aerante si manifesterà con una variazione più o meno accentuata sulla lavorabilità poiché le microbolle favoriscono lo scorrimento dell'impasto, ma di contro si avrà un abbattimento della resistenza meccanica della miscela. La prova relativa all'impasto n.5 consente una misura dell'abbattimento di tale resistenza.

Una volta definiti gli impasti di prova e i giorni in cui si desidera effettuare le prove sui cubetti premere sul pulsante CONFERMA E CONTINUA per passare alla fase successiva della sperimentazione.

Nel menu contestuale DETTAGLIO RICETTA MIX A PRESTAZIONE saranno attive le seguenti voci:

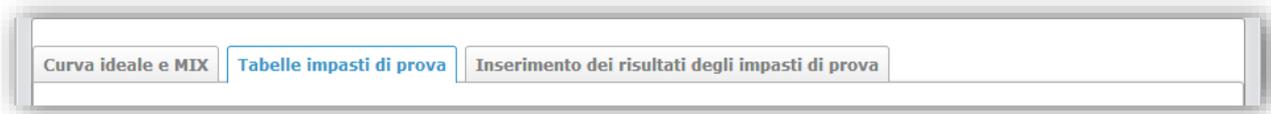
- CURVA IDEALE E MIX
- TABELLE IMPASTI DI PROVA
- INSERIMENTO DEI RISULTATI DEGLI IMPASTI DI PROVA

6.2.2.1.6 CURVA IDEALE E MIX



In questa sezione verrà fatto un riepilogo dei componenti selezionati per la sperimentazione, le percentuali di utilizzo e una tabella in cui vengono riportate le granulometrie e il grafico con tutte le curve.

6.2.2.1.7 TABELLE IMPASTI DI PROVA



In questa sezione vengono riepilogati tutti gli impasti di prova selezionati per la sperimentazione. Essi possono essere:

n.2 per la determinazione della curva di correlazione Resistenza - a/c

n.2 per la determinazione della curva di correlazione Dosaggio additivo - slump

n.1 per la determinazione della curva di correlazione Resistenza - a/c in presenza di additivo aerante

Per ogni impasto di prova verrà riportato il codice del componente, il nome commerciale, il produttore, la quantità in Kg/m³, il costo unitario e il costo parziale. In fondo ad ogni tabella verrà riportato il costo totale della miscela.

Accanto ad ogni tabella è presente un link *condizioni variabili di umidità*.

6.2.2.1.7.1 CONDIZIONI VARIABILI DI UMIDITA'

VirtualMix offre un utilissimo strumento di correzione delle pesate in funzione del contenuto di acqua effettivamente presente negli aggregati. Il metodo è analogo a quello utilizzato dai migliori impianti di automazione delle centrali di betonaggio con sistema computerizzato. Gli aggregati in tutte le tabelle e in tutti i

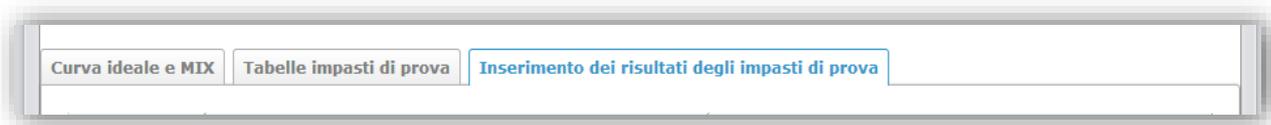
calcoli vengono riportati nella condizione ideale SSA, cioè Saturi a Superficie Asciutta. Negli impasti con aggregati in SSA, l'acqua di impasto prende il nome di Acqua Efficace, per via del fatto che gli aggregati, trovandosi in condizione di equilibrio, non assorbono e non cedono acqua, per cui il rapporto acqua / cemento non viene alterato. Poiché vi è correlazione tra Resistenza e Rapporto a/c (Legge di Abrams), ne consegue che la valutazione della resistenza di un impasto si può riferire solo al rapporto a/c dove *a* è l'acqua efficace. Nella realtà gli aggregati non saranno mai in condizione SSA, ma il contenuto di acqua varierà in funzione delle condizioni climatiche e dell'ambiente in cui si opera (tramoggia di una centrale di betonaggio, laboratorio ecc). In genere gli aggregati grossi posti in luoghi aperti tendono ad avvicinarsi sufficientemente alla condizione SSA, in quanto l'ampia superficie dei granuli facilita l'evaporazione dell'acqua in superficie impedendo però all'acqua all'interno dei pori di rimanere intrappolata. Chiaramente in climi molto caldi questa condizione diventa di difficile attuazione, ma come regola generale può essere soddisfacente. Nelle centrali di betonaggio le sonde di rivelazione dell'umidità per aggregati grossi infatti non sono presenti, e vengono installate solo nelle tramogge che contengono aggregati fini.

Premendo sul link *condizioni variabili di umidità* di un qualsiasi impasto di prova saranno presenti 3 gruppi di tabelle. Nel primo verrà fatta la correzione delle pesate in condizioni di aggregati asciutti utile se si sta operando in laboratorio. Nel secondo verrà riportata la tabella nella condizione ideale SSA. Nel terzo gruppo sarà possibile inserire qualsiasi umidità presente negli aggregati e verrà fatto il calcolo in tempo reale delle pesate premendo sul pulsante *ricalcola tabelle*. Quindi una volta acquisiti i valori di umidità tramite sonde o tramite una semplice prova per la determinazione del contenuto d'acqua (UNI EN 1097-5:2000), basterà riportare i dati ed effettuare la correzione della pesata rapportata alle condizioni reali in cui si trovano gli aggregati.

Nella stessa pagina è presente un secondo gruppo di tabelle e una opzione *numero cubetti impasto di prova*. Quando in laboratorio si prepara un impasto di prova, solitamente su una betoniera a bicchiere, può essere utile, sia per questioni economiche, di tempo e impegno, impastare soltanto una quantità di calcestruzzo strettamente necessaria per i nostri scopi evitando sprechi. Per questo motivo qualora fosse necessario impastare ad esempio n. 8 cubetti, inserendo il numero 8 nel campo e premendo sul pulsante *ricalcola tabelle*, per ognuna delle condizioni (aggregati asciutti, SSA, o umidità qualsiasi) verrà calcolata la quantità di materiale da preparare per effettuare l'impasto. Si consiglia comunque di non scendere mai sotto una quantità di impasto pari a 8 cubetti per ottenere una quantità sufficiente per fare valutazioni di tipo qualitativo o per effettuare una prova slump. Il sistema inoltre prevede automaticamente una quantità di impasto leggermente superiore alla scelta effettuata poiché può accadere che nelle operazioni di miscelazione, travaso in carriola ed eventuale vibrazione dei cubetti, si possa perdere del materiale, rendendo impossibile la preparazione di tutti i cubetti selezionati. In questo modo si avrà un margine sufficiente per effettuare le operazioni in tranquillità e nella peggiore delle ipotesi si avrà un po' di materiale in eccesso.

Effettuati gli impasti di prova e stampata la minuta con lo scadenziario delle prove, si è adesso pronti per l'inserimento dei risultati man mano che si renderanno disponibili.

6.2.2.1.8 INSERIMENTO DEI RISULTATI DEGLI IMPASTI DI PROVA



In questa sezione sarà possibile caricare i valori delle prove di schiacciamento dei cubetti espressi in Megapascal (MPa) o Newton/mm² (N/mm²).

$$1 \text{ MPa} \equiv 1 \text{ N/mm}^2 \equiv 10 \text{ Kg/cm}^2$$

Non è necessario caricare tutti i valori nello stesso momento, ma è possibile caricarli man mano che si rendono disponibili. Ogni prelievo è formato da una coppia di cubetti gemelli, A e B. Il valore di resistenza del prelievo è determinato come media aritmetica tra i due. Oltre ai valori di resistenza è presente anche il campo di inserimento del valore della prova slump espressa in cm (Cono di Abrams UNI EN 12350:2001) ed i valori di massa volumica espressi in kg/m³. Ogni volta che viene caricato un dato o una serie di dati, per salvarli è sufficiente premere sul pulsante *aggiorna dati*. Quando tutti i valori saranno caricati sarà possibile premere sul pulsante *conferma dati completa*. Si attiverà una nuova sezione risultati sperimentali.

6.2.2.1.9 RISULTATI SPERIMENTALI



In questa sezione saranno rappresentati graficamente tutti i risultati ottenuti con la sperimentazione. I possibili diagrammi visionabili in questa pagina, legati alle opzioni selezionate nelle fasi precedenti, saranno:

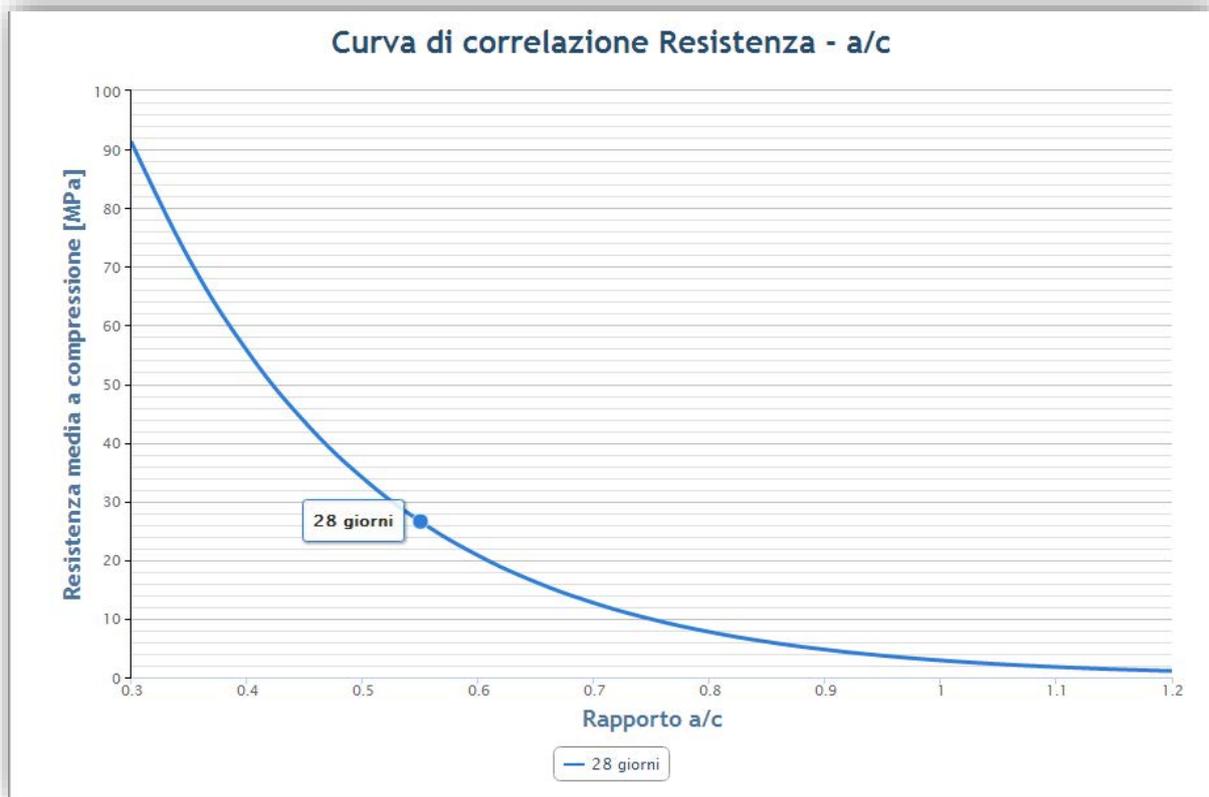
6.2.2.1.9.1 DIAGRAMMA RESISTENZA - RAPPORTO A/C (LEGGE DI ABRAMS)

La legge di Abrams lega la resistenza di un calcestruzzo al rapporto acqua /cemento.

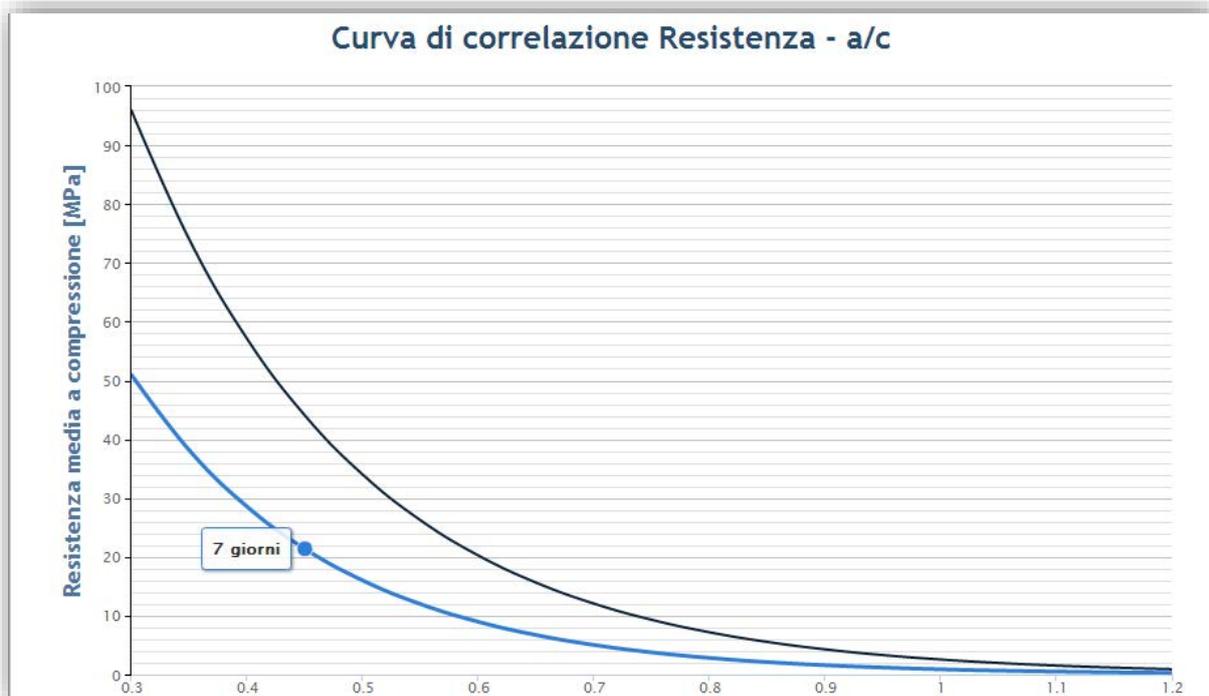
$$R = \frac{K1}{K2 \left(\frac{a}{c}\right)}$$

con K1 e K2 costanti.

K1 e K2 sono costanti solo all'interno dello stesso mix, ma dipendono da una serie innumerevole di parametri quali il tipo di cemento, il tipo e il proporzionamento degli aggregati, ecc. Per la determinazione univoca della legge di Abrams è necessario quindi effettuare la sperimentazione su almeno 2 impasti di prova ed ottenere dei risultati che possano ricondurre alla rappresentazione della curva.



Lo studio di questo grafico riveste una importanza fondamentale nella tecnologia del calcestruzzo, perché è da questo che vengono generate tutte le considerazioni inerenti la scelta della ricetta finale che è lo scopo che ci siano prefissi all'inizio del capitolo 6. Se è stato selezionato lo studio della miscela in un qualsiasi giorno diverso da quello a 28 verrà rappresentato il relativo diagramma:

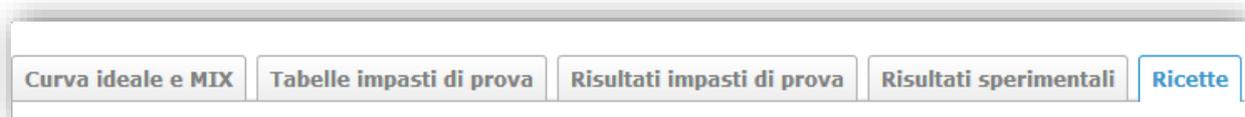


L'affidabilità del diagramma aumenta con l'aumentare dei giorni di maturazione dei cubetti. Per ottenere diagrammi più affidabili alle brevi stagionature occorrerà riporre particolare attenzione al confezionamento dei cubetti e alle modalità di stagionatura.

6.2.2.1.9.2 DIAGRAMMA RESISTENZA - TEMPO

I diagrammi Resistenza - Tempo si attivano nel caso l'utente abbia selezionato lo schiacciamento dei cubetti ad un giorno qualsiasi oltre a quello a 28. Verrà effettuata una interpolazione dei dati al fine di prevedere la resistenza di un calcestruzzo al variare dei giorni di maturazione. Un diagramma Resistenza - Tempo calcolato sulla base dei valori di resistenza ottenuti a 7 e 28 giorni consentirà di attivare il monitoraggio CUSUM C ([vedi paragrafo 7.3.3](#)).

6.2.2.2 GENERAZIONE RICETTE FINALI



Completata la fase di sperimentazione, sarà possibile procedere con la generazione di una ricetta finale o di un ricettario completo.



Per generare una nuova ricetta premere sul pulsante con il segno + *genera una ricetta*, si aprirà la pagina GENERA RICETTA.

Dovranno essere compilati i seguenti campi:

- * *nome della ricetta*: definire un qualsiasi codice alfanumerico che identifichi il mix
- * *Rck*: Resistenza Caratteristica cubica a compressione ([Vedi paragrafo 7.2.3](#))
- * *Normativa*: scegliere tra UNI 11104:2004 e UNI EN 206-1:2006

* *Classe di esposizione*: Scegliere tra le seguenti classi:

	Classe di esposizione
X0	Assenza di rischio di corrosione o attacco
XC1	Corrosione indotta da carbonatazione - Asciutto o permanentemente bagnato
XC2	Corrosione indotta da carbonatazione - Bagnato, raramente asciutto
XC3	Corrosione indotta da carbonatazione - Umidità moderata
XC4	Corrosione indotta da carbonatazione - Ciclicamente asciutto e bagnato
XD1	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Umidità moderata
XD2	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Bagnato, raramente asciutto
XD3	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Ciclicamente asciutto e bagnato
XS1	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare
XS2	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Permanentemente sommerso
XS3	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea
XF1	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
XF2	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante
XF3	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante
XF4	Attacco chimico - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare
XA1	Attacco chimico - Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA2	Attacco chimico - Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA3	Attacco chimico - Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1

* *Tipo di controllo*: Selezionare se si desidera un mix in grado di superare un controllo di Tipo A ([Vedi paragrafo 6.2.1.1.1](#)) o un controllo di Tipo B ([Vedi paragrafo 6.2.1.1.2](#)) così come definiti dal cap. 11.2.5 delle "Norme Tecniche per le Costruzioni".

In caso di selezione del controllo di accettazione Tipo B verrà richiesto l'inserimento dello scarto quadratico medio (o deviazione standard) σ ([Vedi paragrafo 7.2.4](#)) e della costante k.

* *Slump (o classe di consistenza)*: selezionare una delle seguenti opzioni:

S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm

S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm

S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm

S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm

S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) \geq 220 mm

* *Temperatura di getto*: selezionare una delle seguenti opzioni:

0-4°C

5-9°C

10-16°C

17-23°C

24-30°C

31-37°C

* *Tempo di getto*: selezionare una delle seguenti opzioni:

<15min

16-30min

31-45min

46-75min

Campi dipendenti dalle opzioni scelte in fase di creazione della ricetta a prestazione:

In caso di sperimentazione su additivo riduttore di acqua (qualunque categoria descritta al [paragrafo 5.5.1](#) ad esclusione degli additivi aeranti):

* *% di additivo riduttore di acqua*: inserire la percentuale desiderata

In caso di sperimentazione su additivo aerante:

* *% di additivo aerante*: inserire la percentuale desiderata

Quando tutti i parametri saranno selezionati sarà possibile premere sul pulsante *inserisci ricetta*.

6.2.3 RICETTA MANUALE

Sezione di riferimento: PROGETTAZIONE MIX → RICETTA MANUALE

Le ricette a caricamento manuale sono quelle ricette già pronte per essere messe in produzione, siano esse provenienti da uno studio su **VirtualMix** sia che siano testate altrove. Su queste ricette non verrà fatto nessun controllo normativo, ma su di esse potranno essere effettuati prelievi e monitoraggi così come avviene per tutte le ricette singole o a prestazione.

6.2.3.1 NUOVA RICETTA MANUALE

Per aggiungere una nuova ricetta manuale premere sul pulsante con il segno + *inserisci una ricetta manuale*, si aprirà la pagina NUOVA RICETTA MANUALE.



Dovranno essere compilati i seguenti campi:

- * *nome del mix*: definire un qualsiasi codice alfanumerico che identifichi il mix
- * *provenienza aggregati*: selezionare se si tratta di aggregati naturali o di frantumazione
- * *Rck*: Resistenza Caratteristica cubica a compressione ([Vedi paragrafo 7.2.3](#))
- * *serie setacci*: selezionare se si tratta di setacci serie UNI o ASTM
- * *scegliere il D_{max}* : selezionare il diametro massimo degli aggregati costituenti il mix
- * *Slump (o classe di consistenza)*: selezionare una delle seguenti opzioni:

S1 - consistenza umida: abbassamento (slump) da 10 a 40 mm

S2 - consistenza plastica: abbassamento (slump) da 50 a 90 mm

S3 - consistenza semifluida: abbassamento (slump) da 100 a 150 mm

S4 - consistenza fluida: abbassamento (slump) da 160 a 210 mm

S5 - consistenza superfluida: abbassamento (slump) ≥ 220 mm

- * *Classe di esposizione*: Scegliere tra le seguenti classi:

	Classe di esposizione
X0	Assenza di rischio di corrosione o attacco
XC1	Corrosione indotta da carbonatazione - Asciutto o permanentemente bagnato
XC2	Corrosione indotta da carbonatazione - Bagnato, raramente asciutto
XC3	Corrosione indotta da carbonatazione - Umidità moderata
XC4	Corrosione indotta da carbonatazione - Ciclicamente asciutto e bagnato
XD1	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Umidità moderata
XD2	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Bagnato, raramente asciutto
XD3	Corrosione indotta da cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare - Ciclicamente asciutto e bagnato
XS1	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Esposto alla salsedine marina ma non direttamente in contatto con l'acqua di mare
XS2	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Permanentemente sommerso
XS3	Corrosione indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare - Zone esposte agli spruzzi oppure alla marea
XF1	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Moderata saturazione d'acqua, in assenza di agente disgelante
XF2	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Moderata saturazione d'acqua in presenza di agente disgelante
XF3	Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Elevata saturazione d'acqua in assenza di agente disgelante
XF4	Attacco chimico - Attacco dei cicli gelo/disgelo con o senza disgelanti - Elevata saturazione d'acqua con presenza di agente antigelo oppure acqua di mare
XA1	Attacco chimico - Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA2	Attacco chimico - Ambiente chimicamente moderatamente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1
XA3	Attacco chimico - Ambiente chimicamente fortemente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1

- * *cemento*: selezionare il tipo di cemento che si intende utilizzare

* *aggregati*: selezionare gli n (da 2 a 6) aggregati da utilizzare. Verranno visualizzati solo gli aggregati con $D_{\max} \leq$ Diametri dei singoli aggregati, quelli la cui prova granulometria è stata effettuata con la serie di setacci selezionata, e quelli la cui provenienza è quella selezionata.

A questo punto verranno poste le seguenti domande:

vuoi aggiungere un additivo riduttore di acqua? Selezionando l'opzione comparirà un menu a discesa con il campo di selezione dell'additivo riduttore d'acqua dall'archivio privato.

vuoi aggiungere un additivo aerante? Selezionando l'opzione comparirà un menu a discesa con il campo di selezione dell'additivo aerante dall'archivio privato.

vuoi aggiungere una aggiunta? Selezionando l'opzione comparirà un menu a discesa con il campo di tipo di aggiunta da utilizzare e il campo selezione dell'aggiunta dall'archivio.

Quando tutti i parametri saranno selezionati sarà possibile premere sul pulsante *conferma e continua*.

Comparirà una schermata di riepilogo dei parametri appena inseriti, e nella parte inferiore per ogni componente comparirà un campo di inserimento della quantità a metro cubo.

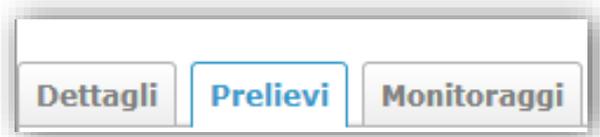
Quando tutte le quantità saranno inserite sarà possibile premere sul pulsante *conferma*.

7. GESTIONE RISULTATI

7.1 GESTIONE PRELIEVI

Una accurata gestione dei prelievi è di fondamentale importanza per un attento controllo del processo di produzione. **VirtualMix** consente di gestire in modo semplice ed intuitivo tutti i prelievi effettuati per tutti i mix prodotti, siano essi generati da Ricette a prestazione, singole o caricate manualmente.

Su ogni mix sarà presente la sezione prelievi:



Cliccando su di essa sarà possibile visualizzare tutti i prelievi precedentemente caricati, oppure caricarne dei nuovi.

Per aggiungere un nuovo prelievo premere sul pulsante con il segno + *nuovo prelievo*, si aprirà la pagina NUOVO PRELIEVO.



- * *sigla prelievo*: definire un qualsiasi codice alfanumerico che identifichi il prelievo
- * *modalità di prelievo*: indicare se il prelievo è stato confezionato in cantiere o in laboratorio
- * *data del prelievo*: indicare la data in cui è stato effettuato il getto
- * *data di schiacciamento cubetti*: indicare la data in cui è stata effettuata la prova di compressione

nb: il sistema calcola automaticamente il numero di giorni di maturazione dei cubetti

- * *resistenza a compressione del cubetto a*: indicare la resistenza ottenuta in MPa o N/mm²

- * *resistenza a compressione del cubetto b*: indicare la resistenza ottenuta in MPa o N/mm²

nb: il sistema calcola automaticamente la resistenza media dei cubetti

Cliccando sul menu *parametri facoltativi*, sarà possibile inserire ulteriori utili informazioni:

luogo in cui è stato effettuato il getto: indicare l'indirizzo in cui è stato effettuato il prelievo

è stata fatta la maturazione umida?: rispondere SI/NO

i campioni sono stati vibrati? rispondere SI/NO

Slump test: indicare la classe di consistenza ottenuta

peso del cubetto a: indicare il peso ottenuto in grammi

peso del cubetto b: indicare il peso ottenuto in grammi

pressione del manometro in partenza dall'impianto: indicare la pressione del manometro espressa in bar

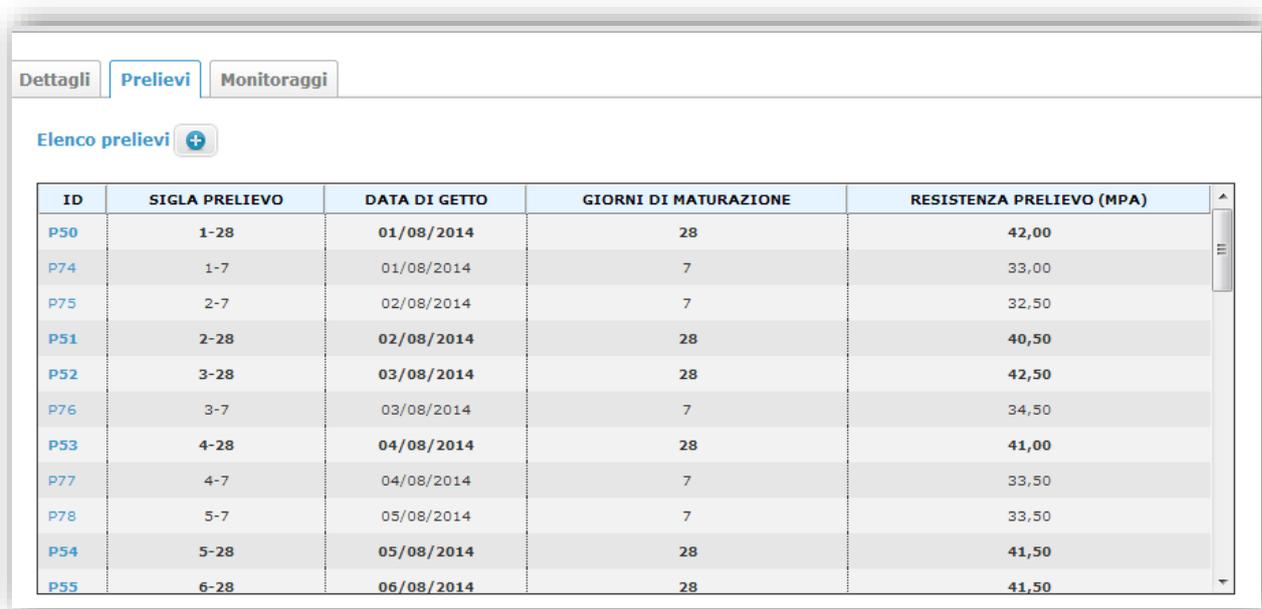
pressione del manometro in arrivo al cantiere: indicare la pressione del manometro espressa in bar

ora di caricamento betoniera: indicare l'orario espresso in hh:mm

ora di getto: indicare l'orario espresso in hh:mm

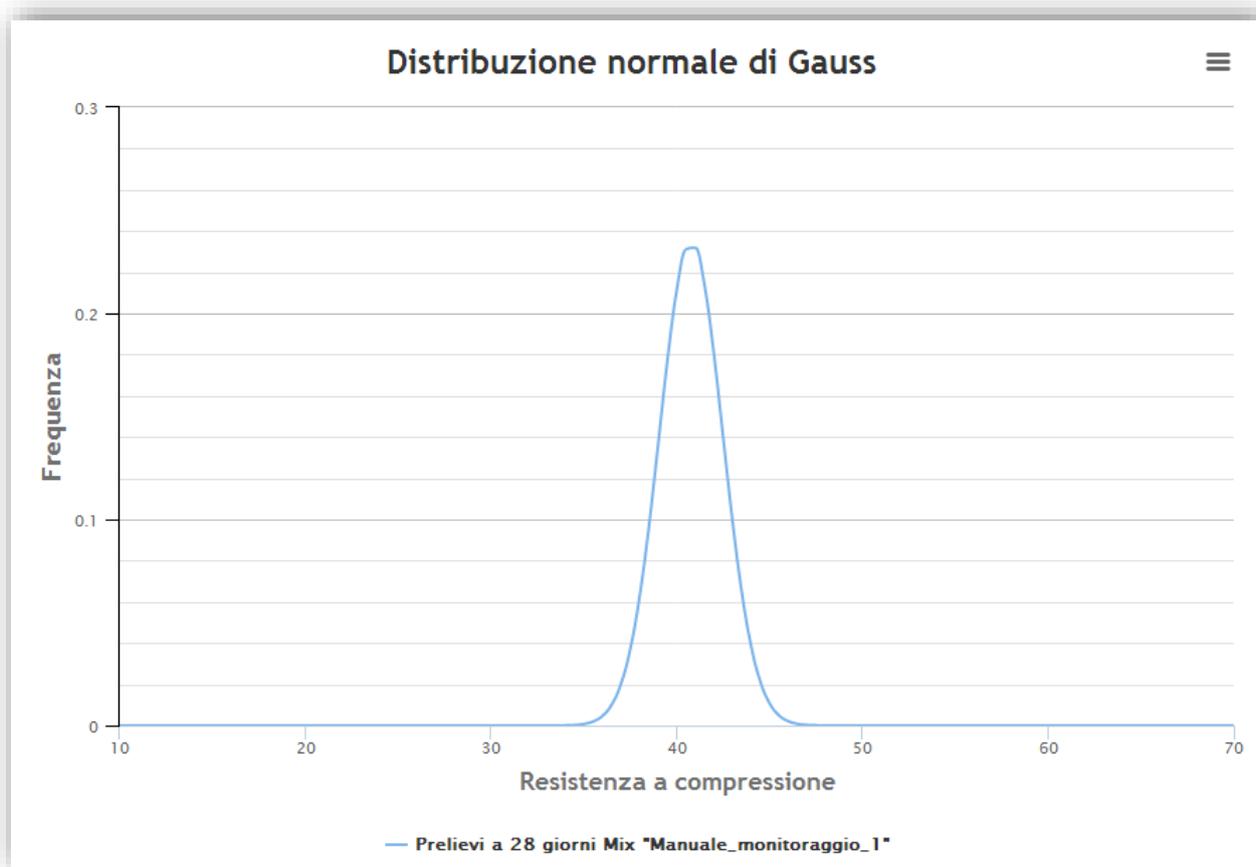
Una volta completata la compilazione dei parametri di interesse cliccando sul pulsante *inserisci*, sarà caricato nel sistema il prelievo.

I prelievi saranno visualizzati in una tabella riassuntiva. In grassetto saranno rappresentati tutti i prelievi che avranno una maturazione pari a 28 giorni.



ID	SIGLA PRELIEVO	DATA DI GETTO	GIORNI DI MATURAZIONE	RESISTENZA PRELIEVO (MPA)
P50	1-28	01/08/2014	28	42,00
P74	1-7	01/08/2014	7	33,00
P75	2-7	02/08/2014	7	32,50
P51	2-28	02/08/2014	28	40,50
P52	3-28	03/08/2014	28	42,50
P76	3-7	03/08/2014	7	34,50
P53	4-28	04/08/2014	28	41,00
P77	4-7	04/08/2014	7	33,50
P78	5-7	05/08/2014	7	33,50
P54	5-28	05/08/2014	28	41,50
P55	6-28	06/08/2014	28	41,50

Dopo aver caricato i primi 10 prelievi sarà calcolato il diagramma di Gauss ([Vedi paragrafo 7.2.2](#)).



Oltre al diagramma di Gauss verranno calcolati anche la resistenza media dei provini a 28 giorni, la Deviazione Standard calcolata con il metodo analitico e il metodo statistico descritti al [paragrafo 7.2.4](#). Tali calcoli saranno propedeutici al controllo statistico del processo di produzione effettuato mediante il metodo CUSUM. ([Vedi paragrafo 7.3](#)).

7.2 PRINCIPI DI CONTROLLO STATISTICO DEL PROCESSO DI PRODUZIONE

7.2.1 ORIGINE DELLE CARTE DI CONTROLLO

Il primo a sviluppare applicazioni statistiche per il controllo del processo di produzione fu Shewhart nel 1924. Shewhart capì che in un processo di produzione non c'erano solamente variazioni naturali che influenzavano la qualità, ma altre variazioni che non potevano essere spiegate. Shewhart comprese che era possibile impostare dei limiti alle variazioni naturali di qualsiasi processo in modo che fluttuazioni all'interno di questi limiti potessero essere spiegate con variazioni naturali, ma fluttuazioni al di fuori di questi limiti, variazioni speciali, rappresentassero invece una variazione del processo. Quanto espresso da Shewhart fu di particolare rilevanza per la produzione di calcestruzzo preconfezionato o prefabbricato per l'ottenimento di una specifica resistenza a compressione. Le variazioni naturali esistono e sono ad esempio dovute a variazioni nelle materie prime (granulometria, composizione chimica ecc.), precisione degli strumenti di dosaggio, caratteristiche degli impianti. Cause di variazione al di fuori di quelle naturali potrebbero essere dovute a variazioni nei componenti

utilizzati, perdita di precisione nelle operazioni di pesatura, problemi con la strumentazione ecc. Le carte di controllo hanno trovato un ampio utilizzo nel settore del calcestruzzo preconfezionato e prefabbricato e consentono di controllare una vasta gamma di parametri, come ad esempio la resistenza cubica/cilindrica del calcestruzzo, il rapporto acqua/cemento ecc.

L'applicazione più comune delle carte di controllo è quella finalizzata al monitoraggio della resistenza a compressione al fine di verificare:

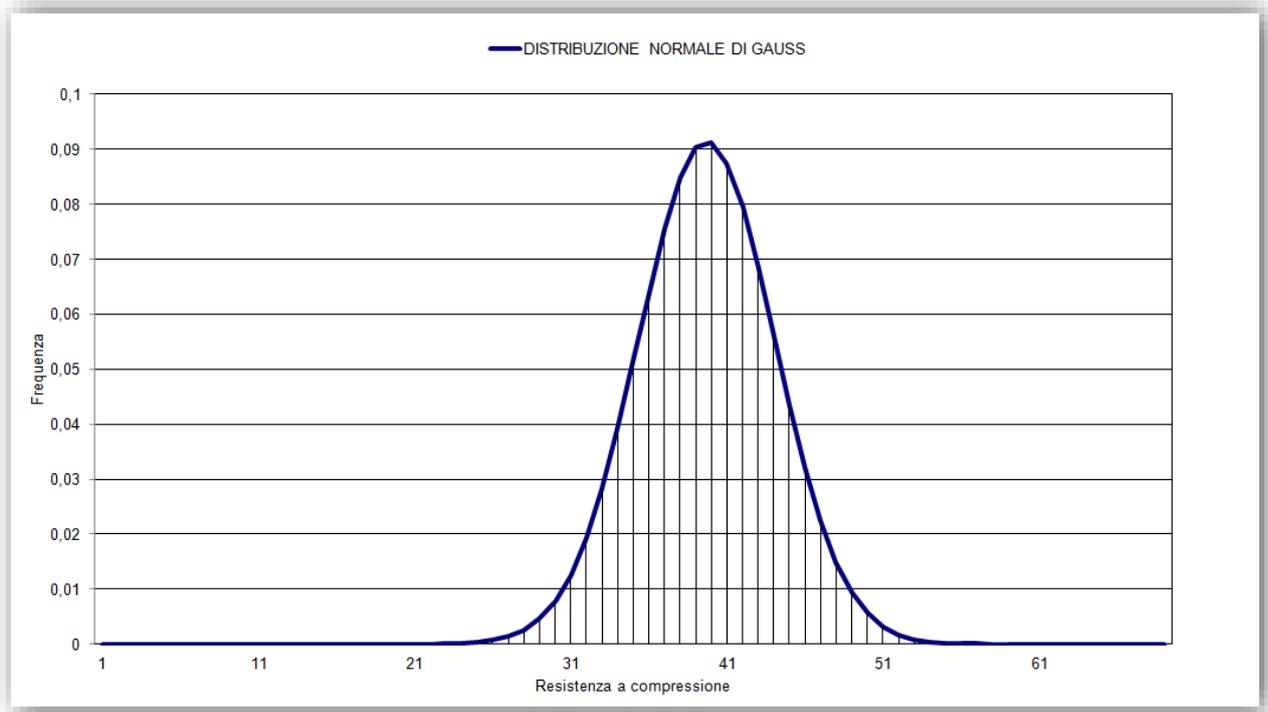
- se la resistenza obiettivo è stata raggiunta
- misurare le variazioni rispetto all'obiettivo
- individuare l'entità di ogni variazione
- definire le azioni necessarie, ad esempio sul rapporto a/c, per riavvicinarsi all'obiettivo
- identificare i periodi in cui la resistenza è stata inferiore a quella obiettivo

L'individuazione di questi fattori consente l'applicazione di una azione correttiva.

L'utilizzo delle carte di controllo non deve essere trattato in maniera isolata dal resto del controllo di produzione. Ad esempio i controlli periodici sugli strumenti di pesatura o la manutenzione degli impianti consentono di minimizzare gli errori dovuti ad errate pesature. Tutte le informazioni disponibili devono essere utilizzate al fine di effettuare scelte corrette. Occorre individuare se c'è una variazione della qualità che si verifica quando viene utilizzato un nuovo componente, se tutta la famiglia mostra la stessa tendenza e se vi sono altri impianti che utilizzano materiali simili che manifestano lo stesso problema. Tali informazioni consentono di determinare la causa del problema ed effettuare scelte corrette. Ad esempio riscontrare una imprecisione nella pesatura porta come naturale conclusione quella di disporre un intervento di riparazione, manutenzione o taratura e non un cambiamento della composizione del mix. Quando è necessario un cambiamento nella composizione del mix possono venire incontro le carte di controllo. L'efficacia del controllo di produzione del calcestruzzo è più semplice quando sono buoni i rapporti con i fornitori dei componenti. Una segnalazione circa la variazione di costituzione di un componente dovrebbe essere inserita nel contratto di fornitura, e sulla base di questo avviso il produttore di calcestruzzo opererà le scelte appropriate. Applicare un controllo di produzione efficace significa utilizzare tutte queste informazioni per produrre un calcestruzzo secondo le proprie esigenze, e l'applicazione corretta delle carte di controllo consente la riduzione significativa di non conformità a vantaggio sia dei clienti che del produttore stesso.

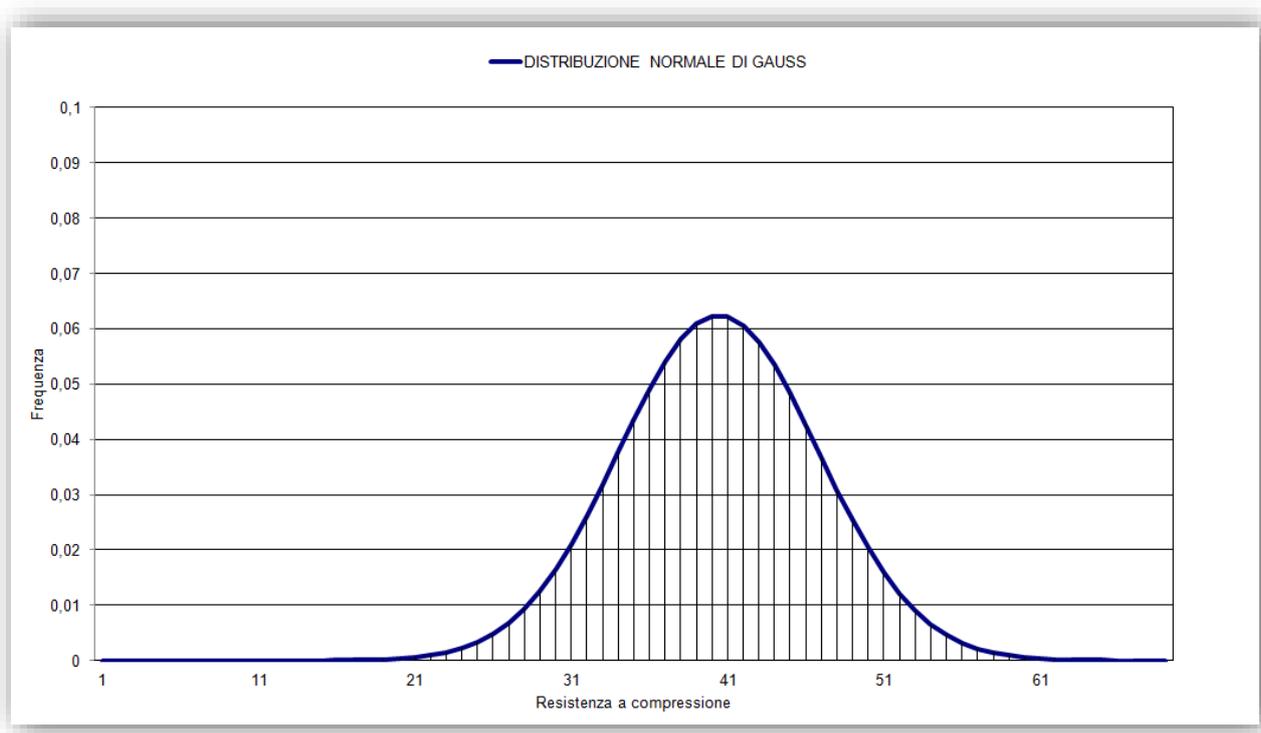
7.2.2 DISTRIBUZIONE NORMALE DELLE RESISTENZE

I risultati di resistenza a compressione, determinati su una serie di n prelievi, tendono a seguire un andamento detto "normale" e descritto dalla legge di Gauss ed illustrato nella figura seguente:



E' un grafico in cui in ascissa vengono riportati valori di resistenza espressi in N/mm^2 e in ordinata le frequenze calcolate mediante la legge di Gauss.

Una distribuzione normale è definita da due parametri: il *valore medio della distribuzione* (x_m) e la *Deviazione Standard* (σ) che è la misura della dispersione dei risultati intorno al valore medio. Un basso valore della Deviazione Standard indica che i risultati della resistenza sono vicini al valore medio e la "campana" si alza. Una alta Deviazione Standard significa che un numero consistente di risultati di resistenza saranno ben al di sotto e al di sopra del valore medio e la campana si abbassa. Si riporta di seguito un esempio di curva di Gauss con alta dispersione.



Le equazioni che descrivono il fenomeno appena descritto sono le seguenti:

$$y = \frac{1}{\sigma \cdot \sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2} \cdot \frac{(R-R_m)^2}{\sigma^2}}$$

Legge di Gauss

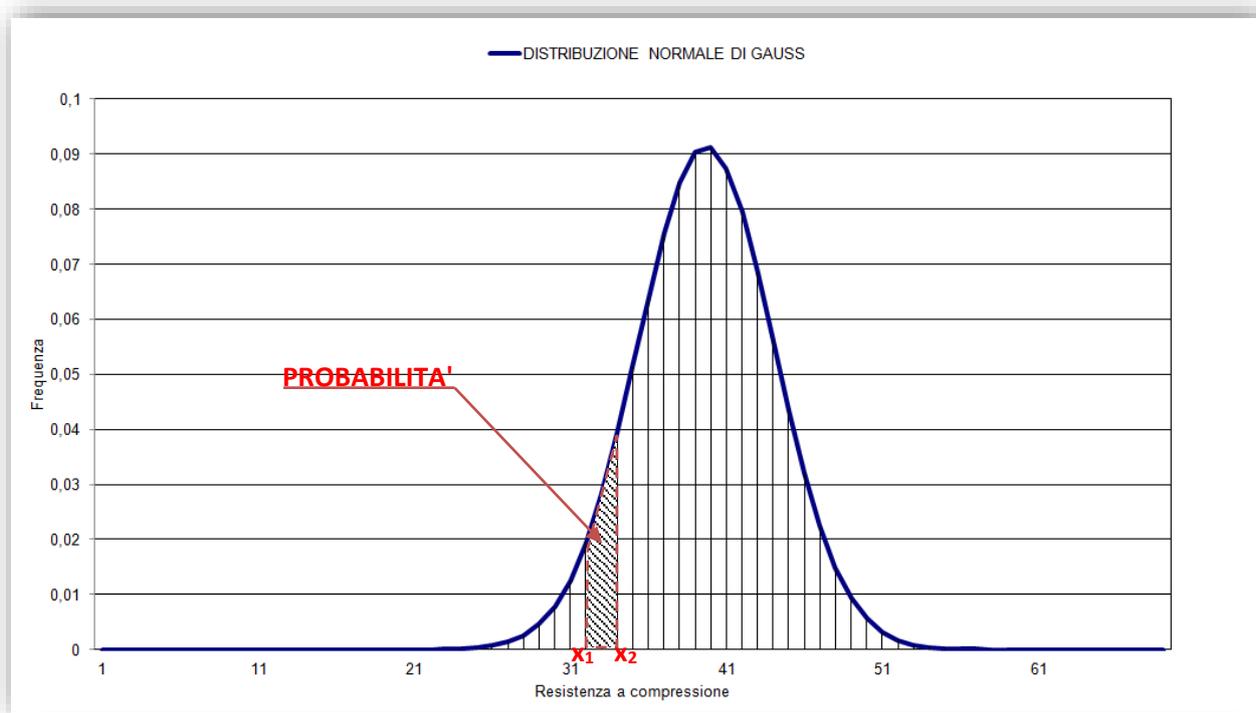
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (R_i - R_m)^2}{n - 1}}$$

Deviazione Standard

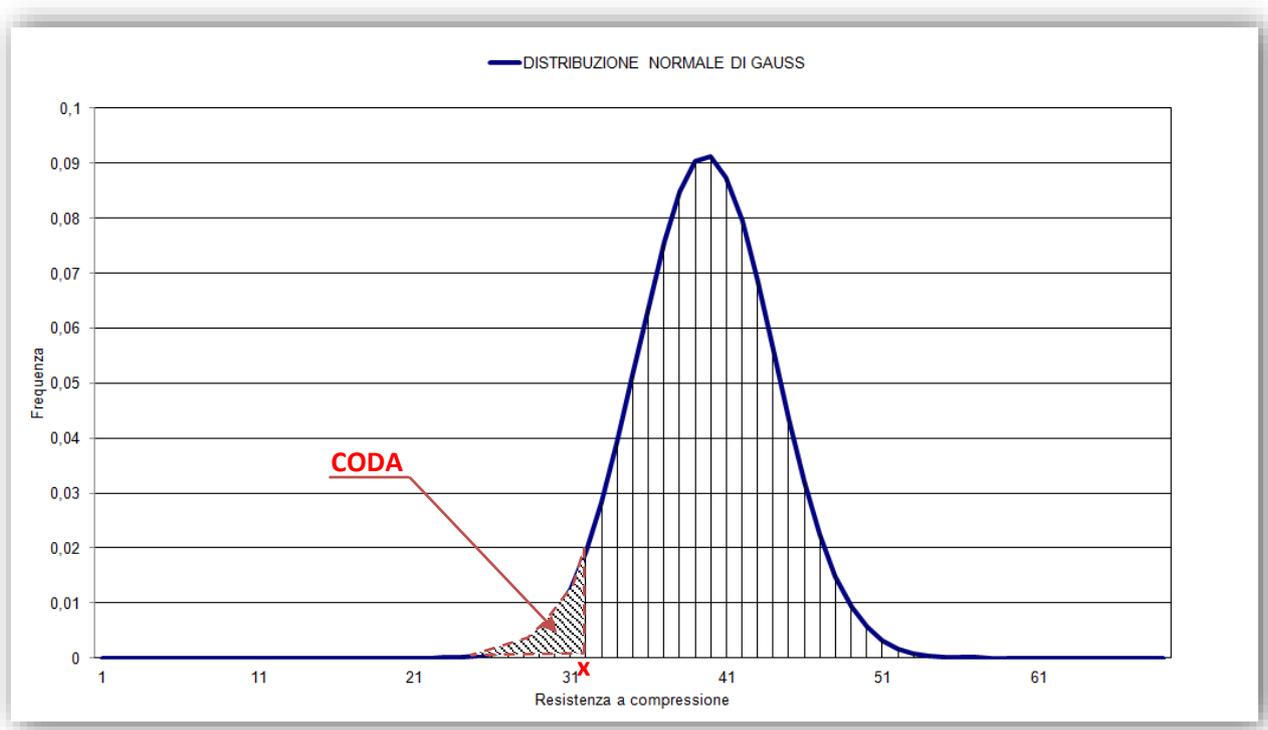
$$R_m = \frac{\sum_1^n R_i}{n}$$

Valore medio della serie di prelievi

L'area compresa tra la curva di distribuzione normale e due valori qualsiasi di x (ad esempio x_1 ed x_2), rappresenta la *probabilità* che un risultato rientri in questo intervallo di valori.

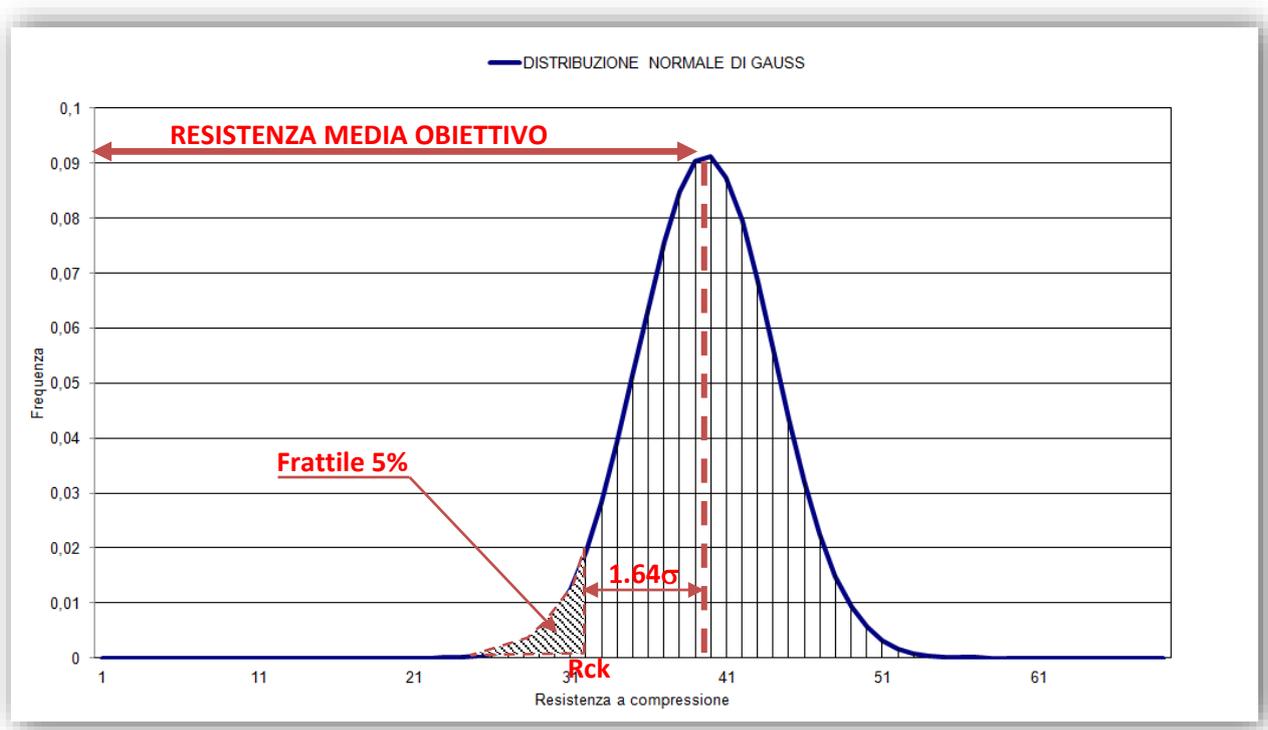


La "coda" della curva a campana di Gauss è l'area sottesa dalla distribuzione normale compresa tra un valore di resistenza a compressione x fino a dove la frequenza è praticamente nulla, cioè dove la curva tocca l'asse delle ascisse. Per proprietà come la resistenza a compressione è importante considerare la coda inferiore, mentre per il monitoraggio della consistenza occorrerà prendere in considerazione sia la coda inferiore che quella superiore. Il motivo è dovuto al fatto che avere valori di resistenza molto al di sopra di un valore prefissato, sebbene determini un processo antieconomico, non rappresenta un problema nella fornitura. Al contrario avere valori di consistenza molto al di sopra o al di sotto di un valore prefissato comporta problemi nella fornitura. Immaginiamo infatti di avere la richiesta di una fornitura in classe di consistenza S3 per il getto di una falda di un tetto o per la realizzazione di una scala, e consegnare invece un calcestruzzo in classe S5 la cui messa in opera risulta parecchio più difficoltosa. Allo stesso modo richiedere un calcestruzzo in classe S5 ad esempio per strutture pesantemente armate e fornire un S3 potrebbe rendere impossibile il riempimento completo dei casseri e consentire la formazione di vespai.



7.2.3 RESISTENZA CARATTERISTICA E RESISTENZA OBIETTIVO

La EN 206-1 definisce la Resistenza Caratteristica a Compressione del calcestruzzo a 28 giorni (R_{ck}), come il valore di resistenza al di sotto del quale ricade solo il 5% dei valori delle resistenze di tutti i prelievi. In altre parole, se nel grafico precedente poniamo $x = R_{ck}$, l'area della coda, cioè la probabilità di accadimento, risulta essere proprio il 5%. Tale percentuale viene definita *frattile*. Al diminuire del frattile diminuisce la coda della curva normale. Un frattile del 5% fa sì che la coda inizi ad una distanza pari a 1.64σ prima del valore di resistenza media che si ha in corrispondenza del picco della curva a campana.



Il problema per i tecnologi nasce dal fatto che la resistenza media effettiva è una incognita e non sarà nota fino a quando il calcestruzzo prodotto non sarà completamente testato. Per questo motivo abbiamo la necessità di progettare un mix che abbia un valore della resistenza media obiettivo tale da garantire che il calcestruzzo raggiunga almeno il valore di resistenza caratteristica richiesta con un sufficiente margine di sicurezza. Il valore 1.64σ viene appunto definito *margine*.

Per quanto sopra esposto il valore della Resistenza Media Obiettivo (in inglese Target Mean Strength o TMS) sarà dato dall'equazione:

$$TMS = R_{ck} + k * \sigma$$

R_{ck} = Resistenza Caratteristica Cubica a Compressione

σ = Stima della Deviazione Standard

k = Costante statistica (Se il frattile è 5% il $k = 1.64$, ma esistono altri frattili che verranno elencati di seguito)

$k * \sigma$ = Margine

Vediamo con un esempio numerico quanto è stato esposto fino ad ora.

7.2.3.1 ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA MEDIA OBIETTIVO

Determiniamo la Resistenza Media Obiettivo (TMS) per un calcestruzzo di classe C25/30 in un impianto con Deviazione Standard pari a 3 N/mm² e uno con Deviazione Standard pari a 6 N/mm². Una Deviazione Standard

di 3 N/mm² è tipica per un calcestruzzo con bassa dispersione, mentre una Deviazione Standard di 6 N/mm² rappresenta una elevata dispersione dei risultati.

Resistenza Media Obiettivo per una classe di resistenza caratteristica cubica a compressione di 30 N/mm².

Margine	Area nella coda inferiore (cioè al di sotto della Resistenza Caratteristica) o frattile	Resistenza Media Obiettivo (cubica)	
		$\sigma = 3 \text{ N/mm}^2$	$\sigma = 6 \text{ N/mm}^2$
1.64 σ	5%	35	40
1.96 σ	2.5%	36	42
2.00 σ	2.28%	36	42
2.33 σ	1.0%	37	44
3.0 σ	0.13%	39	48

I valori di questa tabella sono stati arrotondati

Quindi prendendo in considerazione un margine di 1.64 σ , cioè un "rischio" pari al 5% di ottenere un valore di resistenza inferiore ad R_{ck} in un impianto con Deviazione Standard pari a 3N/mm², ci consente di progettare la nostra miscela su un valore obiettivo pari a 35 N/mm². In un impianto con maggiore dispersione, con Deviazione Standard pari a 6 N/mm² saremo costretti a tarare la nostra miscela su una Resistenza Media Obiettivo pari a 40 N/mm² con la conseguenza di sprecare una enorme quantità di denaro.

C'è da dire che ottenere un valore di resistenza inferiore al valore di R_{ck} non è di per se un fallimento, visto che statisticamente è probabile ed anche accettato che ciò accada. Tuttavia valori di resistenza troppo bassi non sono tollerati perché questo creerebbe problemi di sicurezza strutturale, per cui le *Norme Tecniche per le Costruzioni* del 14/01/2008 introducono un requisito minimo al di sotto del quale il calcestruzzo non può andare, pena una non conformità.

La condizione da rispettare è la seguente:

$$R_{min} \geq R_{ck} - 3.5 \text{ (Valori espressi in N/mm}^2\text{)}$$

Se non viene rispettata questa condizione si incorre in una non conformità

La EN 206-1 varia leggermente il coefficiente e pone come limite $R_{min} > R_{ck} - 4$ (Valori espressi in N/mm²)

Il rischio di avere una non conformità diminuisce con l'aumentare del margine. La statistica è utilizzata proprio per quantificare tale rischio. La Tabella seguente ci mostra la probabilità di ottenere un risultato al di sotto del valore di R_{ck} al variare del margine.

Effetti del margine sulla percentuale di risultati al di sotto della Resistenza Caratteristica e rischio di fallimento del criterio di resistenza per singoli lotti.

Margine	Probabilità che un risultato sia al di sotto della Resistenza Caratteristica	Rischio di fallimento della Resistenza Obiettivo per singoli lotti	
		$\sigma = 3 \text{ N/mm}^2$	$\sigma = 6 \text{ N/mm}^2$
1.64σ	1 su 20 (5%)	0.1%	1%
1.96σ	1 su 40 (2.5%)	0.05%	0.4%
2.33σ	1 su 100 (1.0%)	0.01%	0.1%
3.08σ	1 su 1000 (0.1%)	0.0005%	0.01%

Tuttavia l'adozione di margini troppo elevati renderebbe antieconomica la progettazione di qualsiasi miscela e per i nostri scopi è sufficiente l'adozione di un margine di 1.64 σ .

7.2.4 DEVIAZIONE STANDARD

Ogni produttore di calcestruzzo ha l'obbligo di dotarsi del certificato FPC (Factory Product Control), cioè del documento nel quale viene descritto il sistema del processo di produzione. Tra le informazioni da inserire vi è quella relativa alla Deviazione Standard. Ma essa può essere realmente determinata solo se ogni lotto di calcestruzzo viene testato. Tuttavia se sono disponibili almeno 35 risultati la stima della Deviazione Standard risulta attendibile e sarà molto vicina alla Deviazione Standard vera. Per questo motivo la EN 206-1 richiede appunto 35 risultati per il calcolo iniziale della Deviazione Standard. Quando n è maggiore o uguale di 35 la deviazione standard può essere calcolata da questa formula:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (R_i - R_m)^2}{n-1}} \quad \text{per } n \geq 35$$

Spesso la Deviazione Standard si trova anche nella forma seguente:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_1^n (R_i - R_m)^2}{n}} \quad \text{per } n \geq 35$$

Entrambe le forme sono accettate e per valori di n sufficientemente grandi le differenze tra le due formule sono trascurabili. Poiché statisticamente è dimostrabile che la prima formula fornisce un valore leggermente migliore rispetto alla seconda, verrà adottata come formula di riferimento.

Il problema dell'adozione della Deviazione Standard sta nel fatto che quando si inizia una procedura di monitoraggio di una miscela è un dato ancora incognito. Solo dopo almeno 35 risultati sarà possibile determinare un valore prossimo a quello reale, ma potrebbero passare svariati mesi. Per ovviare a questa mancanza ci viene in supporto l'analisi statistica che fornisce la seguente relazione:

$$DS = 0.886 \cdot Rm$$

dove:

DS = Deviazione Standard

Rm = Rango Medio di coppie successive

Si definisce *Rango* la differenza di resistenza tra un prelievo ed il successivo.

Si definisce *Rango Medio*, la media aritmetica dei Ranghi relativi ad un numero n di prelievi.

Le differenze sono sempre date in valore assoluto.

Vediamo un esempio di determinazione della Deviazione Standard su un campione di provini minore di 35.

7.2.4.1 ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLA DEVIAZIONE STANDARD

Si suppone di avere una famiglia di prelievi n = 15. Applichiamo il metodo statistico pocanzi esposto.

Calcolo della deviazione standard utilizzando il rango medio			
Numero Provino	Resistenza cubica N/mm ²	Rango N/mm ²	Calcolo della deviazione standard
1	54.5	/	Stima della deviazione standard = = 0.886 * 51/14 = 0.886 * 3.64 = = 3.0 N/mm ² (Arrotondato al valore di 0.5 più vicino)
2	52.5	2.0	
3	49.5	3.0	
4	47.5	2.0	
5	49.0	1.5	
6	43.5	5.5	
7	54.5	11.0	
8	46.5	8.0	
9	50.0	3.5	
10	50.5	0.5	
11	47.0	3.5	
12	48.5	1.5	
13	53.0	4.5	
14	51.5	1.5	
15	48.5	3.0	
Somma dei Ranghi		51.0	
Rango medio		3.64	

Su un campione di 15 provini è stata calcolata la Deviazione Standard di 3 N/mm² che può essere adottata come valore iniziale della Deviazione Standard nei monitoraggi al fine del controllo di produzione come ad esempio il metodo delle Somme Cumulate (CUSUM). Non si ha ancora il valore più attendibile estratto da un numero di campioni superiore a 35, ma per iniziare è un valore accettabile. Le carte CUSUM ed in particolare la CUSUM R hanno proprio lo scopo di monitorare la Deviazione Standard iniziale attraverso il monitoraggio del Rango, da qui il nome CUSUM R.

7.3 LE CARTE DI CONTROLLO CUSUM

I sistemi di controllo CUSUM sono stati sviluppati nel 1950, inizialmente per il controllo della qualità di processi di produzione continui, ma essi hanno trovato larga applicazione anche nel settore del calcestruzzo. Nella produzione del calcestruzzo vengono utilizzati e seguenti metodi:

CUSUM M: per il controllo della Resistenza Media

CUSUM R: (rango) per il controllo della Deviazione Standard

CUSUM C: per il controllo della Correlazione 7-28

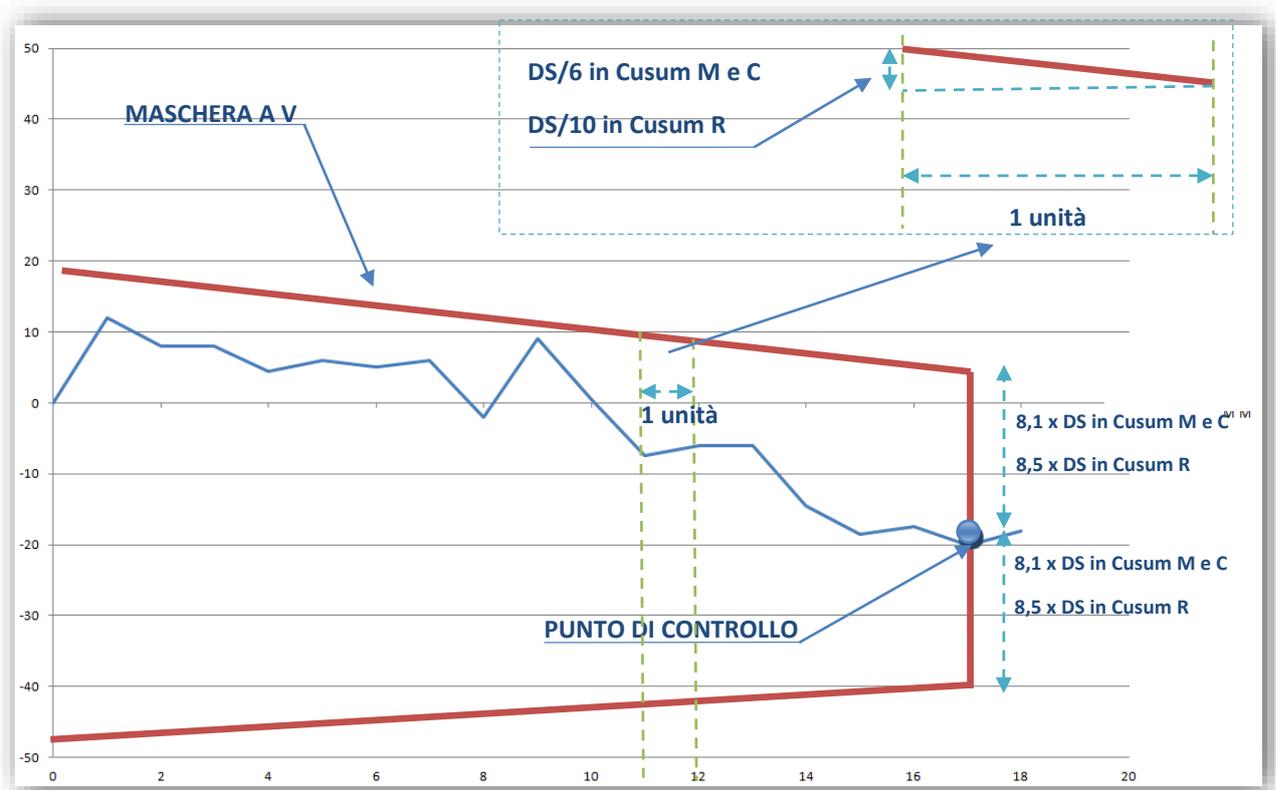
Il metodo CUSUM è descritto in dettaglio nelle BS 5703 e nella ISO /TR 7871. Se il processo è sotto controllo i punti sul grafico CUSUM sono distribuiti in maniera casuale (differenze positive e differenze negative tendono ad annullarsi) e tendono ad avere una somma cumulativa vicina a zero. Ma se il processo va fuori controllo il grafico CUSUM avrà una tendenza ad avere somme cumulate molto alte.

Il metodo CUSUM offre i seguenti vantaggi:

- a) utilizza i dati in modo più efficace pertanto produce risparmi in termini di costi
- b) fornisce una chiara indicazione della posizione ed entità del cambiamento

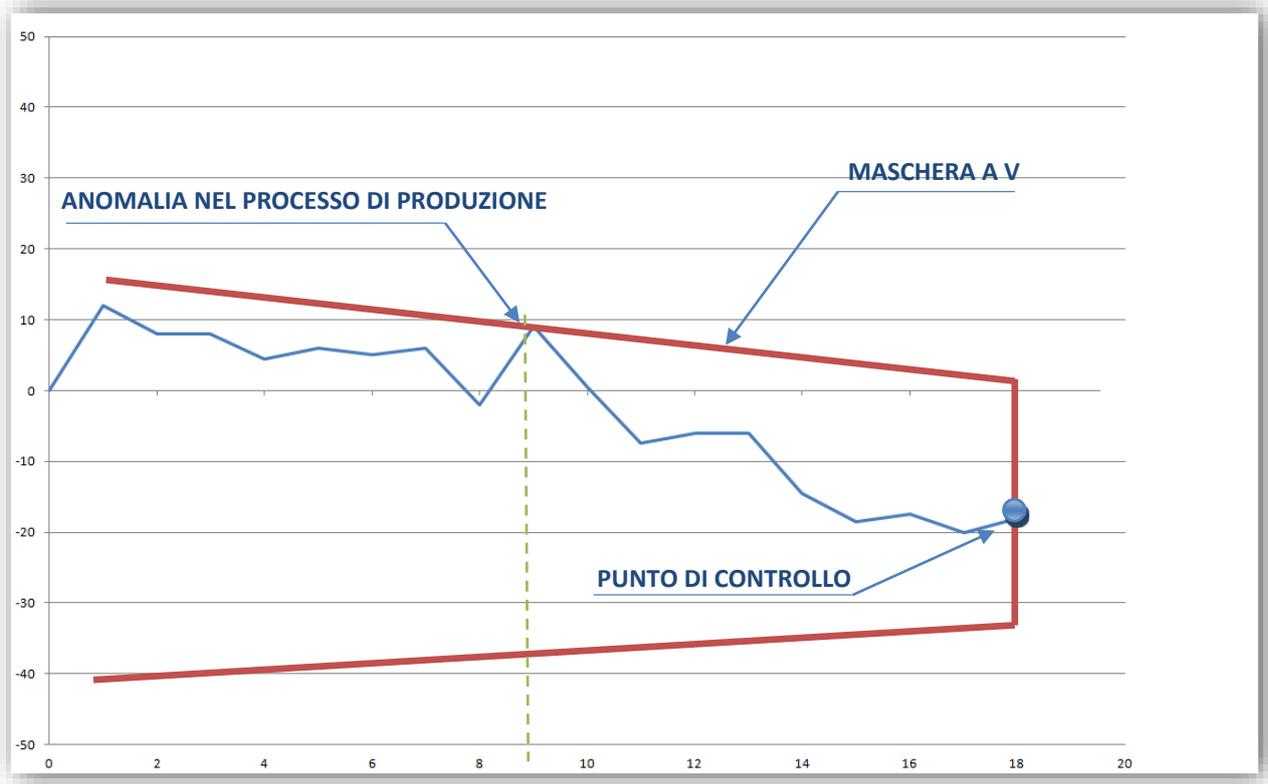
I grafici CUSUM sono stati creati per essere più sensibili nell'individuare lievi cambiamenti nella media di un processo rispetto al metodo Shewhart, mentre i grafici Shewhart sono superiori nel rilevare grandi cambiamenti. Storicamente le carte di controllo CUSUM sono state tracciate manualmente e vi si è poi applicata una maschera trasparente a forma di V troncata posizionata sul punto in cui vi è l'ultimo risultato (punto di controllo) e non sull'asse delle ascisse. Su **VirtualMix** è possibile automatizzare l'intero processo di monitoraggio CUSUM.

Esempio di grafico CUSUM



Le braccia della Maschera a V rappresentano i limiti di controllo superiore ed inferiore. La maschera viene posizionata nella coordinata y relativa all'ultimo provino analizzato, detto punto di controllo. In ascissa viene rappresentato il numero progressivo dei prelievi, in ordinata la resistenza espressa in N/mm². Se il grafico attraversa il braccio superiore o il braccio inferiore della Maschera a V allora è in atto un cambiamento per cui si rende necessario attuare delle modifiche alla produzione. La pendenza delle braccia della maschera dipende dall'ampiezza del segmento che si utilizza tra un prelievo e l'altro. Per questo motivo, fissata l'ampiezza posta uguale ad 1 unità, il dislivello della retta sarà funzione solamente delle quantità $DS/6$ (in caso di Cusum M e C) e $DS/10$ (in caso di Cusum R).

Esempio di grafico CUSUM in cui viene rilevata una anomalia nel processo di produzione.



L'anomalia viene rilevata al provino n. 18, ma il grafico CUSUM ci fornisce anche il momento in cui la produzione è andata fuori controllo. Nell'esempio sopra riportato l'anomalia è avvenuta al provino n. 9. In funzione del tipo di grafico CUSUM adottato (M, R, C) si dovranno effettuare le opportune correzioni.

7.3.1 CUSUM M

La resistenza a compressione del calcestruzzo è il parametro più semplice da monitorare. Il risultato dei test viene confrontato con la Resistenza Media Obiettivo (TMS) in base alla resistenza caratteristica a cui va sommato il margine.

Per monitorare la resistenza media a 28 giorni o si utilizzano i risultati effettivi, oppure ci si basa sui dati relativi a resistenze a brevi stagionature. Per il momento supponiamo di basare il CUSUM M sui dati di resistenza effettiva.

Ipotizziamo un monitoraggio per una miscela avente i seguenti dati di progetto:

$$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$$DS = 3 \text{ N/mm}^2$$

$$TMS = R_{ck} + k * \sigma = 35 + 1.64 * 3 = 40 \text{ N/mm}^2$$

La Resistenza Media Obiettivo TMS viene sottratta ai risultati ottenuti e si ottiene una differenza. Man mano che i risultati diventano disponibili si calcolano le differenze e vengono sommate a formare il CUSUM M.

N° PRELIEVO	RESISTENZA A 28 GIORNI (EFFETTIVA)	DIFFERENZA CON TMS	CUSUM M
0	0,00	0,00	0
1	54,00	14,08	14,1
2	38,00	-1,92	12,2
3	42,00	2,08	14,2
4	38,50	-1,42	12,8
5	43,50	3,58	16,4
6	41,00	1,08	17,5
7	43,00	3,08	20,6
8	34,00	-5,92	14,6
9	53,00	13,08	27,7
10	33,50	-6,42	21,3

In colonna 1 viene riportato il numero progressivo del prelievo

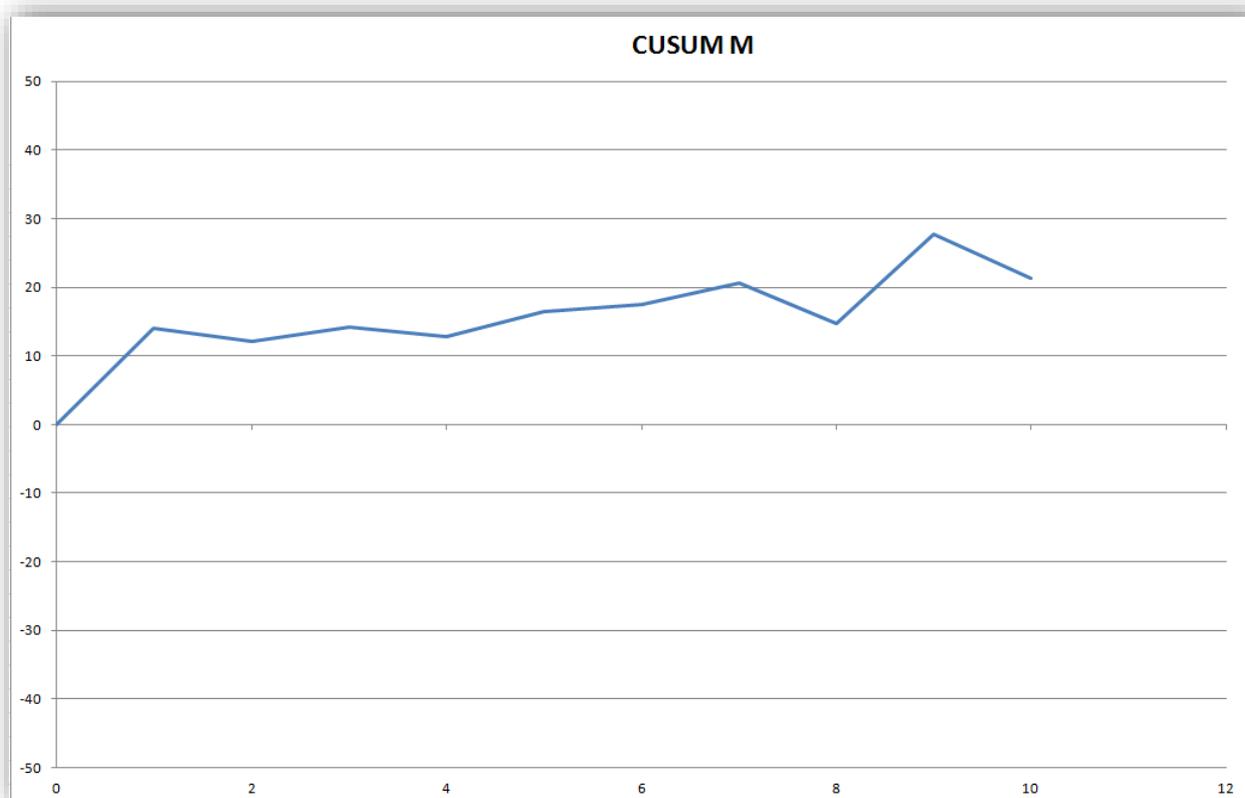
In colonna 2 viene riportato il valore di resistenza a compressione a 28 giorni relativa ai prelievi effettuati

In colonna 3 viene riportata la differenza tra resistenza a 28 giorni e TMS cioè: $R_{28i} - TMS$

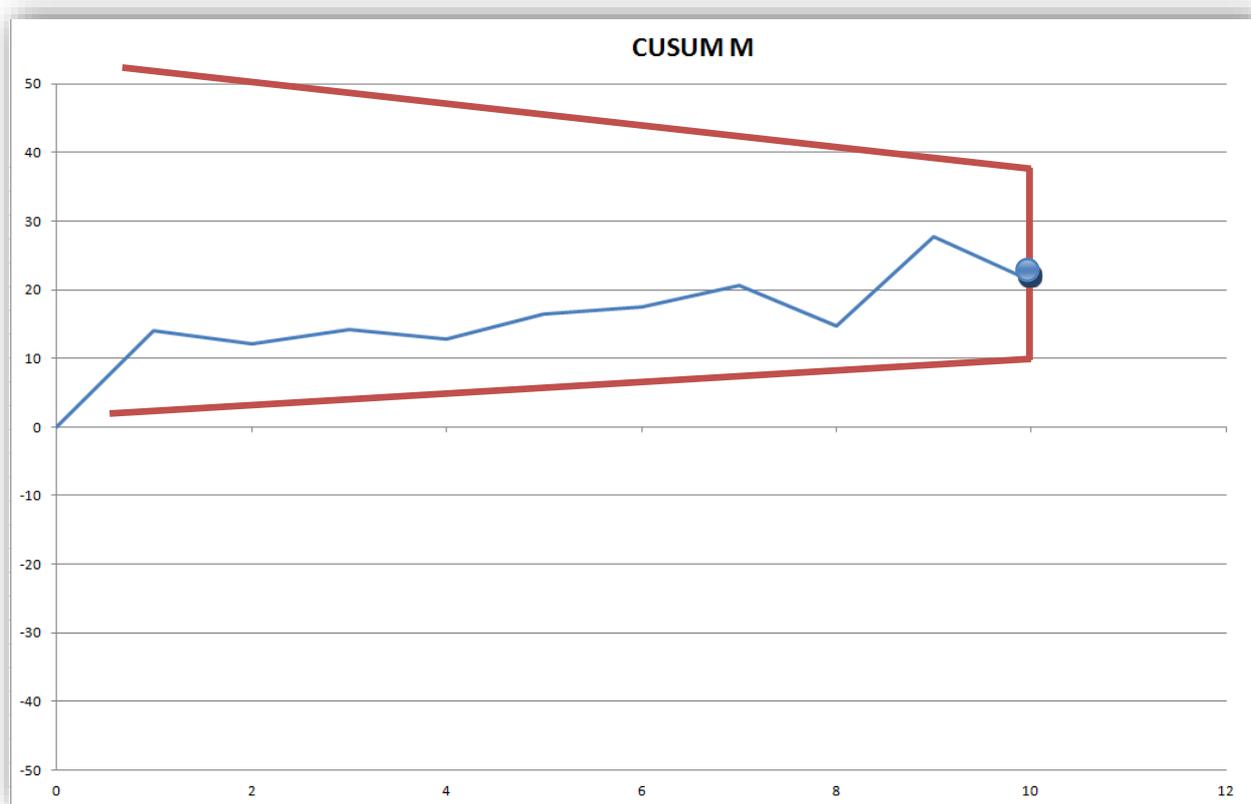
In colonna 4 viene riportata la somma cumulativa delle differenze riportate in colonna 3

Una differenza positiva indica che i risultati ottenuti sono superiori alla Resistenza Media Obiettivo (TMS).

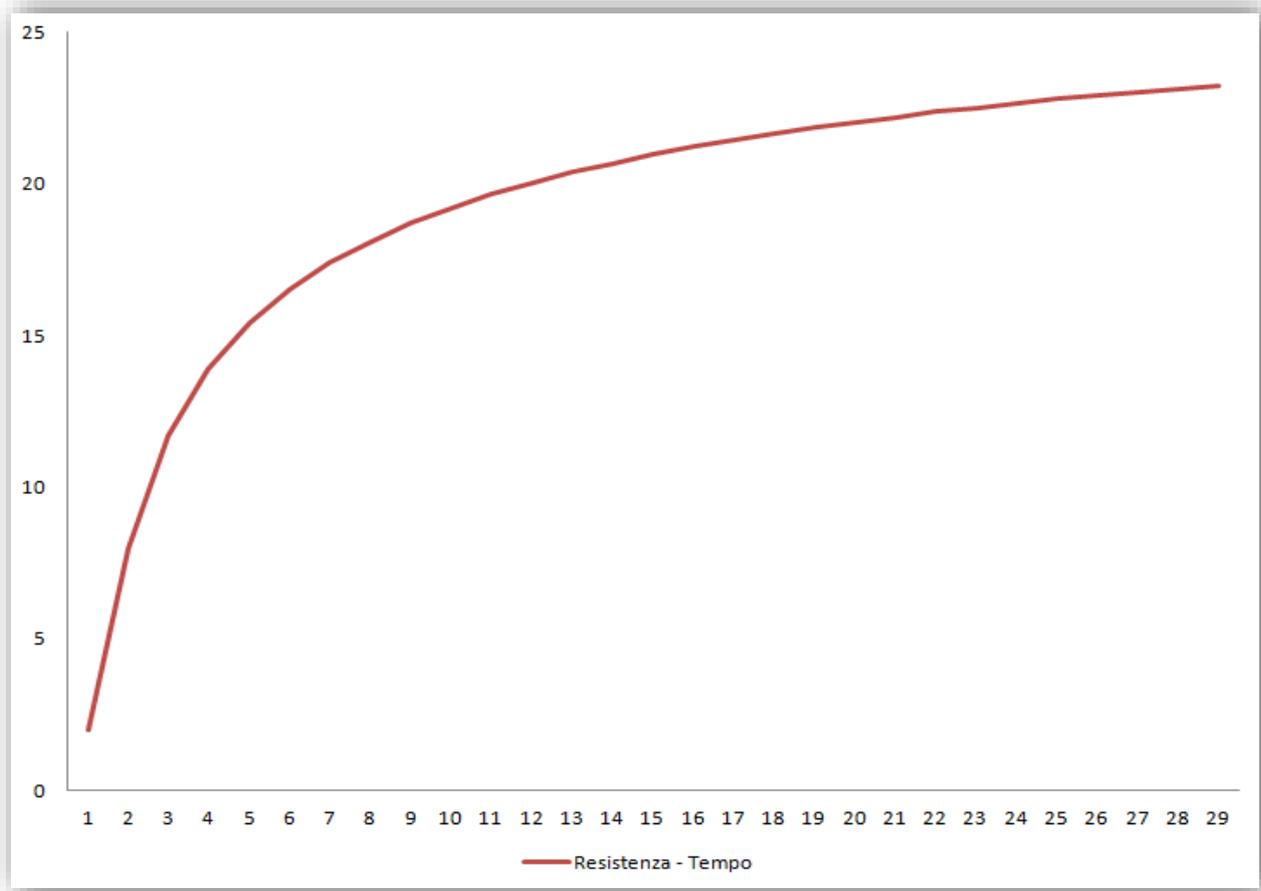
Una differenza negativa indica che i risultati sono inferiori. Nel primo caso la pendenza della curva sarà positiva, cioè verso l'alto.



Applicando la maschera a V sarà possibile verificare anomalie nella produzione.



Il CUSUM può essere impostato anche monitorando valori di resistenza a brevi stagionature anziché le canoniche resistenze a 28 giorni. Il motivo risiede nel fatto che attendere 28 giorni prima di ottenere il primo dato sperimentale ed inoltre attendere di avere un numero cospicuo di dati su cui applicare il CUSUM M rischierebbe di far passare troppo tempo prima di evidenziare una anomalia nella fornitura con la conseguenza di incorrere in probabili non conformità che si pagherebbero a caro prezzo. Per minimizzare il più possibile i rischi connessi alle lunghe attese per la stagionatura a 28 giorni è possibile impostare una campagna di prelievi sia a 28 giorni che a 7 giorni. Per ogni getto sarà quindi necessario confezionare più di una coppia di provini e cadenzare gli schiacciamenti a 7 e 28 giorni. Le resistenze a 7 giorni saranno utilizzate per stimare quelle a 28 giorni mediante curve di correlazione. L'andamento tipico della resistenza in funzione del tempo di maturazione è rappresentato dal grafico seguente:



e assimilato ad un andamento descritto da una equazione del tipo:

$$R_t = \gamma \cdot R_{28} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right)}$$

dove S è un parametro che dipende dal tipo di cemento adottato e vale 0.25 per cementi di tipo N e 0.20 per cementi di tipo R. In alternativa possono essere utilizzati strumenti più complessi mediante l'utilizzo di rette di regressione.

Impostando $t = 7$ e riportando il valore di R_7 si potrà ottenere una stima iniziale della R_{28} cioè della resistenza a 28 giorni. In questo modo sarà possibile impostare il calcolo del CUSUM M sostituendo la colonna della resistenza effettiva con quella relativa alla resistenza prevista. La presenza di un fattore correttivo γ servirà nel CUSUM C e verrà trattata in seguito.

7.3.2 CUSUM R

Il metodo CUSUM può essere utilizzato per monitorare la Deviazione Standard utilizzando la relazione tra rango di coppie successive di risultati riportata nel [paragrafo 7.2.4](#).

$$DS = 0.886 \cdot Rm$$

Applicando la formula inversa:

$$Rm = 1.128 \cdot DS$$

dove:

Rm è il Rango previsto (Rango Medio Obiettivo)

DS è la Deviazione Standard attuale.

Continuando ad utilizzare i dati dell'esempio CUSUM M, cioè:

$$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2; DS = 3 \text{ N/mm}^2; TMS = R_{ck} + k \cdot \sigma = 35 + 1.64 \cdot 3 = 40 \text{ N/mm}^2$$

Calcoliamo il rango obiettivo:

$$Rm = 1.128 \cdot 3 = 3.38$$

N° PRELIEVO	RESISTENZA A 7 GIORNI	RESISTENZA A 28 GIORNI PREVISTA	RANGO	DIFFERENZA CON RANGO MEDIO OBIETTIVO	CUSUM R
0	0,0	0,00			
1	43,0	54,00			
2	28,5	38,00	16,0	12,6	12,6
3	32,0	42,00	4,0	0,6	13,2
4	29,0	38,50	3,5	0,1	13,3
5	33,5	43,50	5,0	1,6	15,0
6	31,0	41,00	2,5	-0,9	14,1
7	33,0	43,00	2,0	-1,4	12,7
8	25,0	34,00	9,0	12,6	12,6
9	42,0	53,00	19,0	12,0	5,0
10	24,5	33,50	19,5	12,5	17,5

In colonna 1 viene riportato il numero progressivo del prelievo

In colonna 2 viene riportato il valore di resistenza a compressione a 7 giorni relativa ai prelievi effettuati

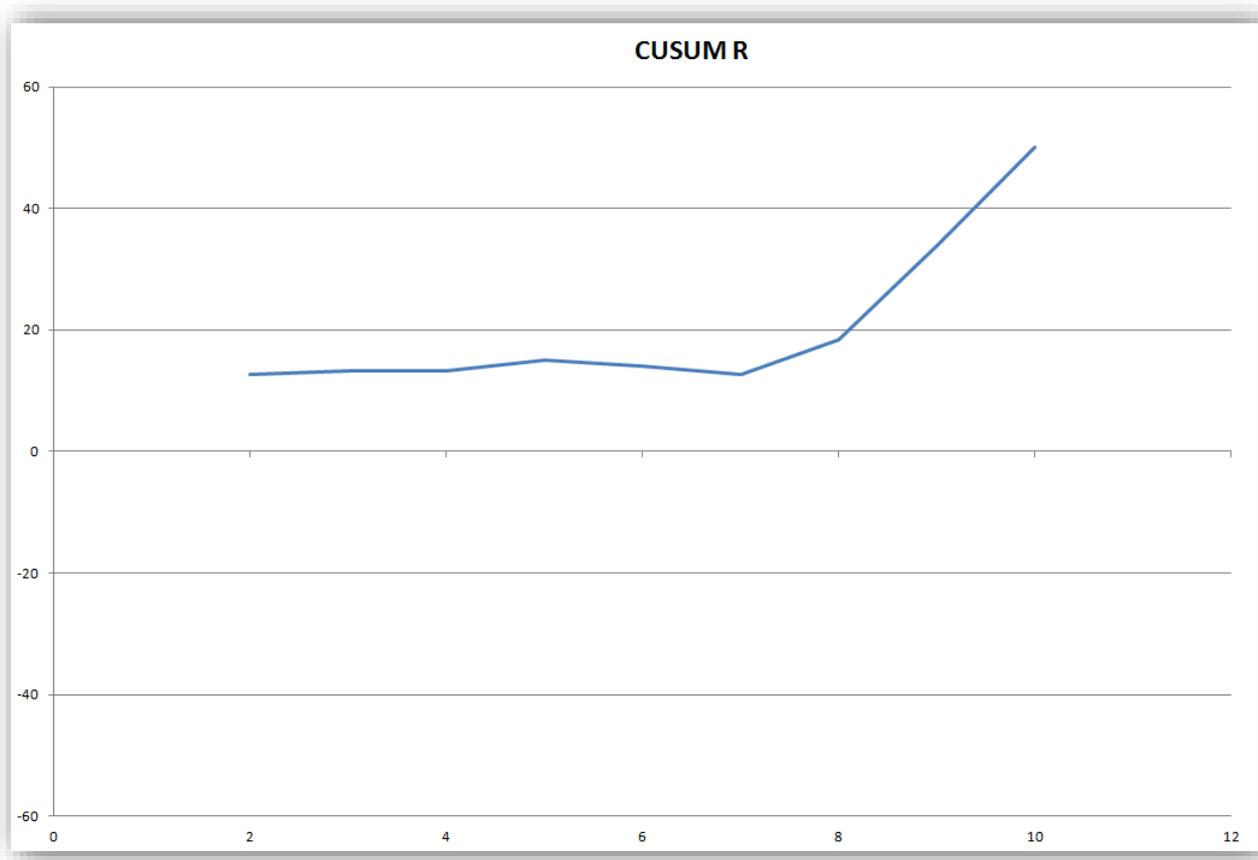
In colonna 3 viene riportato il valore di resistenza a compressione a 28 giorni prevista utilizzando una correlazione 7-28

In colonna 4 viene riportato il rango definito come $R_{28i} - R_{28(i+1)}$ cioè R_{28} prevista al provino i - R_{28} prevista al provino $i+1$ (in valore assoluto)

In colonna 5 viene riportata la differenza tra rango al provino i -esimo e rango obiettivo R_m .

In colonna 6 viene riportata la somma cumulativa delle differenze riportate in colonna 5

I risultati vengono tracciati e monitorati utilizzando una maschera a V.



Applicando la maschera a V sarà possibile verificare anomalie nella produzione.

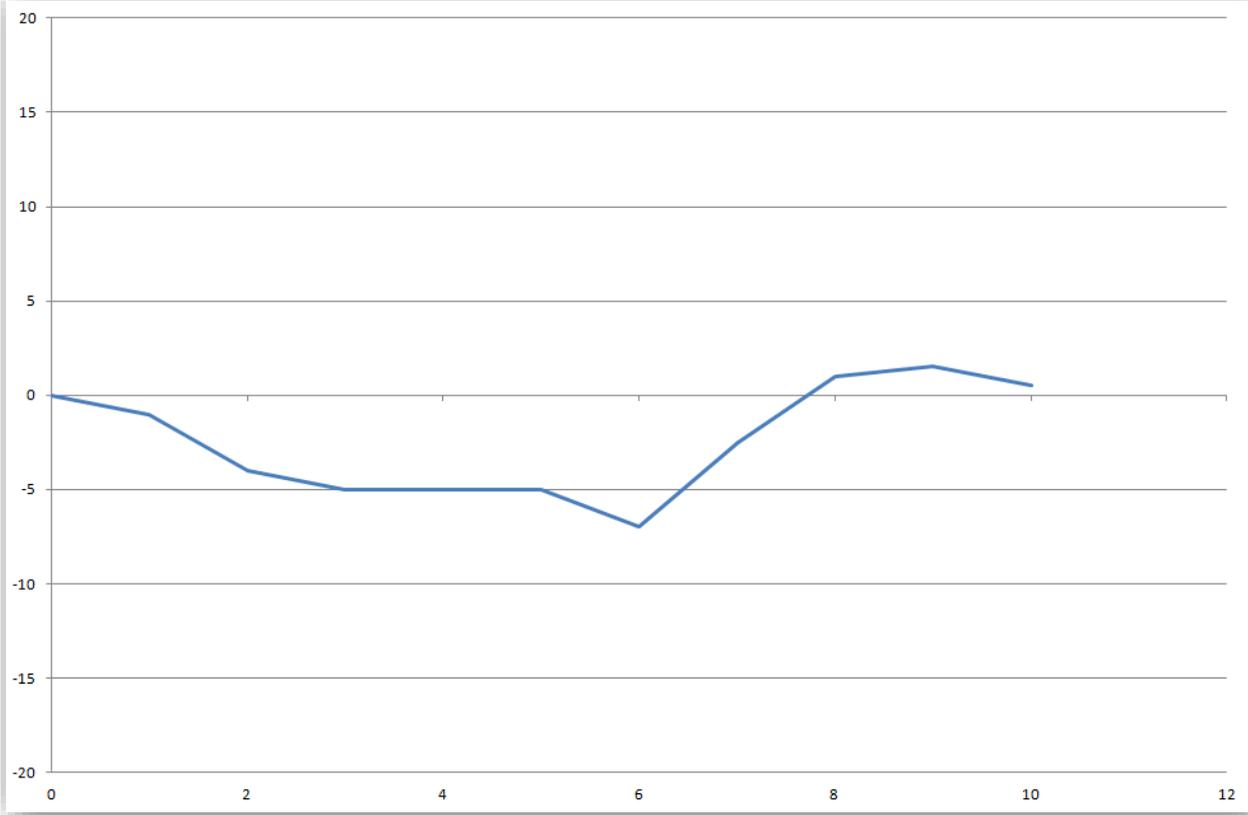
Quando nel CUSUM R viene rilevato un cambiamento significativo la Deviazione Standard viene regolata e i risultati corretti al fine di determinare la nuova Resistenza Media Obiettivo (TMS) che viene determinata dalla relazione $TMS = R_{ck} + k * \sigma$. Viene ritoccata al rialzo se la Deviazione Standard è aumentata, e viceversa. Il risultato immediatamente precedente al cambiamento dovrebbe essere ricalcolato utilizzando la nuova Resistenza Media Obiettivo.

7.3.3 CUSUM C

Come accennato in precedenza, attendere 28 giorni per ottenere la resistenza effettiva porta ad un rischio spesso inaccettabile. I risultati di resistenza a compressione a 7 giorni sono generalmente utilizzati sfruttando una correlazione 7-28 determinata con varie metodologie più o meno complesse. Per confermare che la correlazione è corretta si può sfruttare il CUSUM C.

N° PRELIEVO	RESISTENZA A 7 GIORNI	RESISTENZA A 28 GIORNI PREVISTA	RESISTENZA EFFETTIVA A 28 GIORNI	DIFFERENZA TRA R28 PREVISTA E R28 EFFETTIVA	CUSUM C
0	0,0	0,00			0
1	43,0	54,00	53,00	-1,00	-1,00
2	28,5	38,00	35,00	-3,00	-4,00
3	32,0	42,00	41,00	-1,00	-5,00
4	29,0	38,50	38,50	0,00	-5,00
5	33,5	43,50	43,5	0,00	-5,00
6	31,0	41,00	39,0	-2,00	-7,00
7	33,0	43,00	47,5	4,50	-2,50
8	25,0	34,00	37,5	3,50	1,00
9	42,0	53,00	53,5	0,50	1,50
10	24,5	33,50	32,5	-1,00	0,50

Se il CUSUM C è positivo allora il sistema ha sottovalutato la resistenza a 28 giorni, mentre se è negativo è stata sopravvalutata. Quando viene rilevata una variazione significativa, deve essere determinata una nuova correlazione. **VirtualMix** effettua automaticamente la correzione qualora venga evidenziata una anomalia.



Il CUSUM M che ha utilizzato i risultati di resistenza a compressione a 28 giorni basati su previsione, dovrà essere ricalcolato in quanto si è effettivamente o sovrastimata o sottostimata la produzione; in ogni caso c'è una deriva che va corretta. Non è necessario cambiare il CUSUM R in quanto i cambiamenti al rango interessano tutti i valori allo stesso modo (tranne che per il valore a cavallo del punto in cui vi è una variazione della correlazione). La correlazione 7-28 è influenzata dal tipo di cemento, dagli additivi ecc. Calcestruzzi con tipi di cemento diversi pertanto devono essere controllati separatamente. La correlazione iniziale può essere stabilita in vari modi:

- prove preliminari della miscela al variare dei contenuti di cemento
- dati storici

Una volta che la correlazione iniziale è stabilita deve essere sottoposta a controllo affinché si possa reputare ancora valida.

Nei paragrafi precedenti sono state fornite le informazioni teoriche basilari per comprendere i grafici Cusum. Adesso vedremo una applicazione più dettagliata che ci consentirà di evidenziare quali sono gli effetti pratici di una applicazione dei grafici Cusum M, R e C nel controllo del processo di produzione.

7.3.4 APPLICAZIONE DEL CUSUM M

Dati Mix:

R_{ck} : 35 N/mm²

$DS_{obiettivo} (\sigma)$: 3 N/mm²

Calcoliamo la Resistenza Media Obiettivo (TMS):

$$TMS = R_{ck} + k * \sigma = 35 + 1.64 * 3 = 40 \text{ N/mm}^2$$

N_i : prelievo i-esimo nel quale si verifica l'intersezione tra maschera e grafico (N_5 nell'esempio)

N_c : prelievo nel punto di controllo (N_{10} nell'esempio)

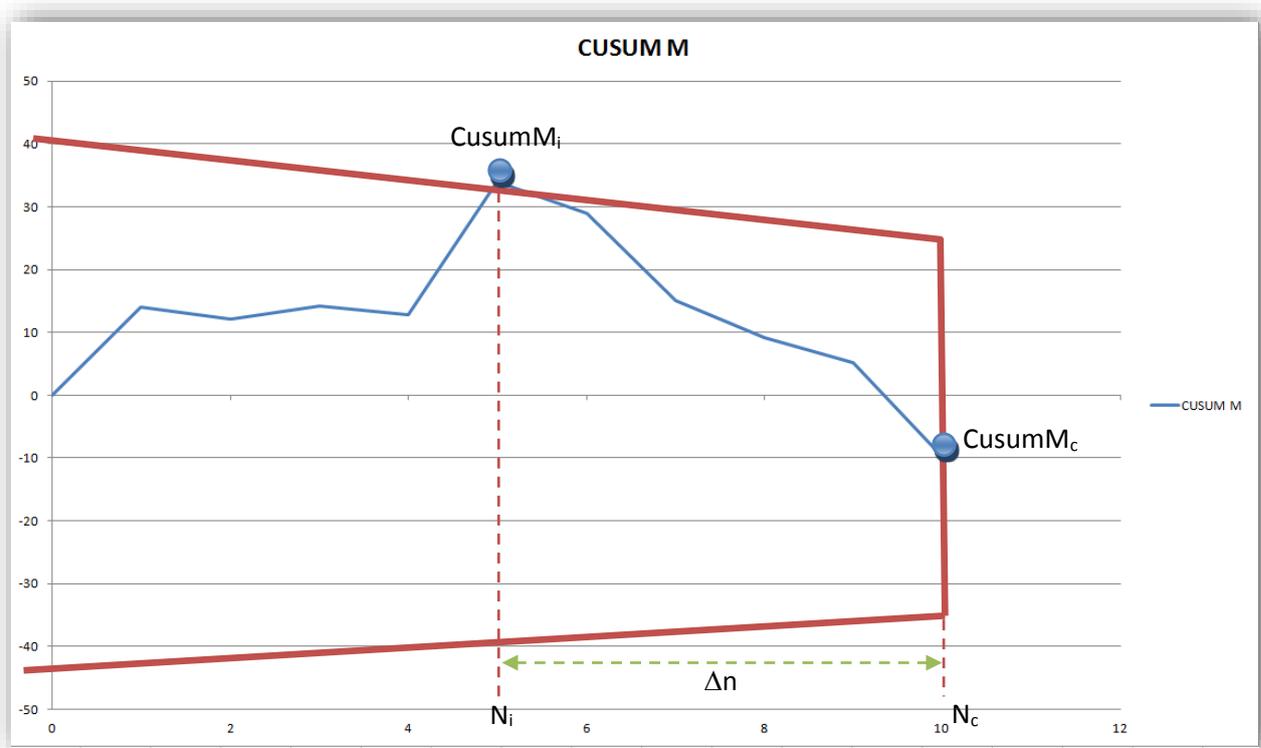
Cusum M_i : Valore del Cusum M al prelievo i-esimo in cui si verifica l'intersezione

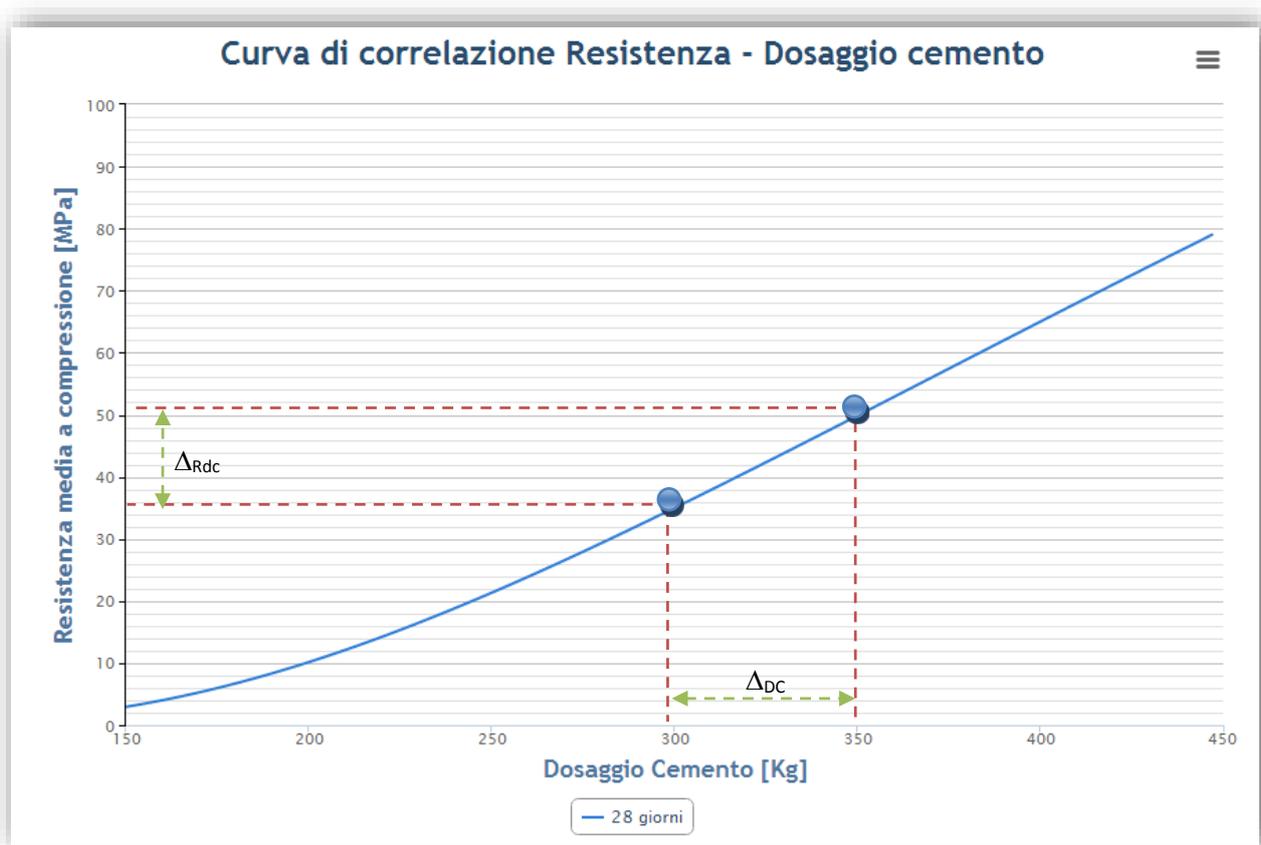
Cusum M_c : Valore del Cusum M al prelievo nel punto di controllo

Δn = differenza tra N_c ed N_i

$$\Delta n = N_c - N_i$$

$R_{28prev.N_c}$ = Valore della resistenza a 28 giorni prevista relativa al prelievo N_c determinata mediante curve di correlazione





Determinazione della quantità di cemento $C_{corr.}$ che produce l'aumento di 1 N/mm²:

VirtualMix, consente di determinare automaticamente le curve di correlazione Resistenza - Dosaggio cemento e di utilizzarle nel sistema Cusum.

Δ_{DC} = quantità di cemento tra 2 dosaggi campione

$\Delta_{R,DC}$ = resistenza stimata tra 2 impasti campione con differenti dosaggi di cemento

$$C_{corr.} = \Delta_{DC} / \Delta_{R,DC}$$

Nell'esempio:

$$C_{corr.} = \Delta_{DC} / \Delta_{R,DC} = (350 - 300) / (51 - 36) = 50 / 16 = 3,12 \text{ kg} * \text{N/mm}^2$$

Quindi per aumentare la resistenza di 1 N/mm² occorrerà aggiungere 3,12kg di cemento

Determinazione della differenza di resistenza rispetto all'obiettivo $\Delta_{R,CUSUM,M}$:

$$\Delta_{R,CUSUM,M} = (CusumM_c - CusumM_i) / (N_c - N_i);$$

Un valore negativo di $\Delta_{R,CUSUM,M}$ indica che siamo al di sotto degli obiettivi e quindi avremo la necessità di aggiungere cemento e viceversa.

Supponiamo un valore di $\Delta_{R,CUSUM,M}$ pari a - 4 N/mm²

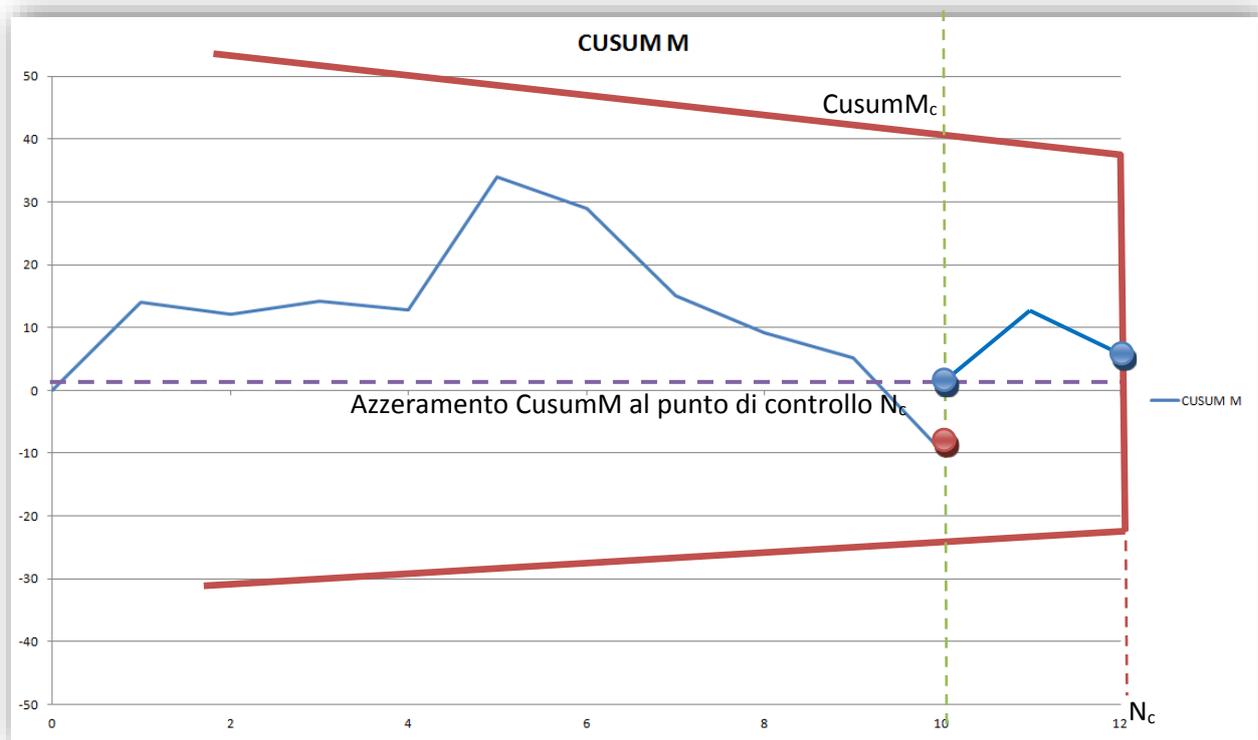
$$\Delta_{cem} = \Delta_{R,CUSUM,M} * C_{corr.} = -4 * 3,12 = -12,48 \text{ kg} \cong 13 \text{ kg}$$

Normalmente si applica un coefficiente correttivo $\alpha = 0.75$ per evitare di esagerare nelle correzioni, per cui la formula definitiva da applicare sarà:

$$\Delta_{cem} = \Delta_{R.CUSUM.M} * C_{corr} * \alpha = -4 * 3,12 * 0.75 = -9,36kg \cong 10kg$$

Quindi per colmare il deficit di resistenza, il sistema Cusum M ci suggerisce di aggiungere 10kg di cemento al mix in produzione.

L'intersezione della maschera col grafico nel punto di controllo N_c produce una correzione nella quantità di cemento del mix, ma produce anche l'azzeramento del Cusum M che dovrà ripartire da zero.



Come accennato in precedenza, il grafico Cusum M può essere calcolato sulla base dei risultati di resistenza determinati mediante curve di correlazione 7-28, cioè previsioni, oppure mediante risultati effettivi ottenuti attendendo i canonici 28 giorni. L'adozione delle previsioni determinate sulla base dei risultati a 7 giorni permette di rilevare anomalie di produzione 3 settimane prima rispetto al Cusum M determinato sulla base dei risultati effettivi, a patto che i risultati ottenuti mediante le curve di correlazione siano affidabili e questo aspetto sarà pienamente trattato quando si parlerà di Cusum C.

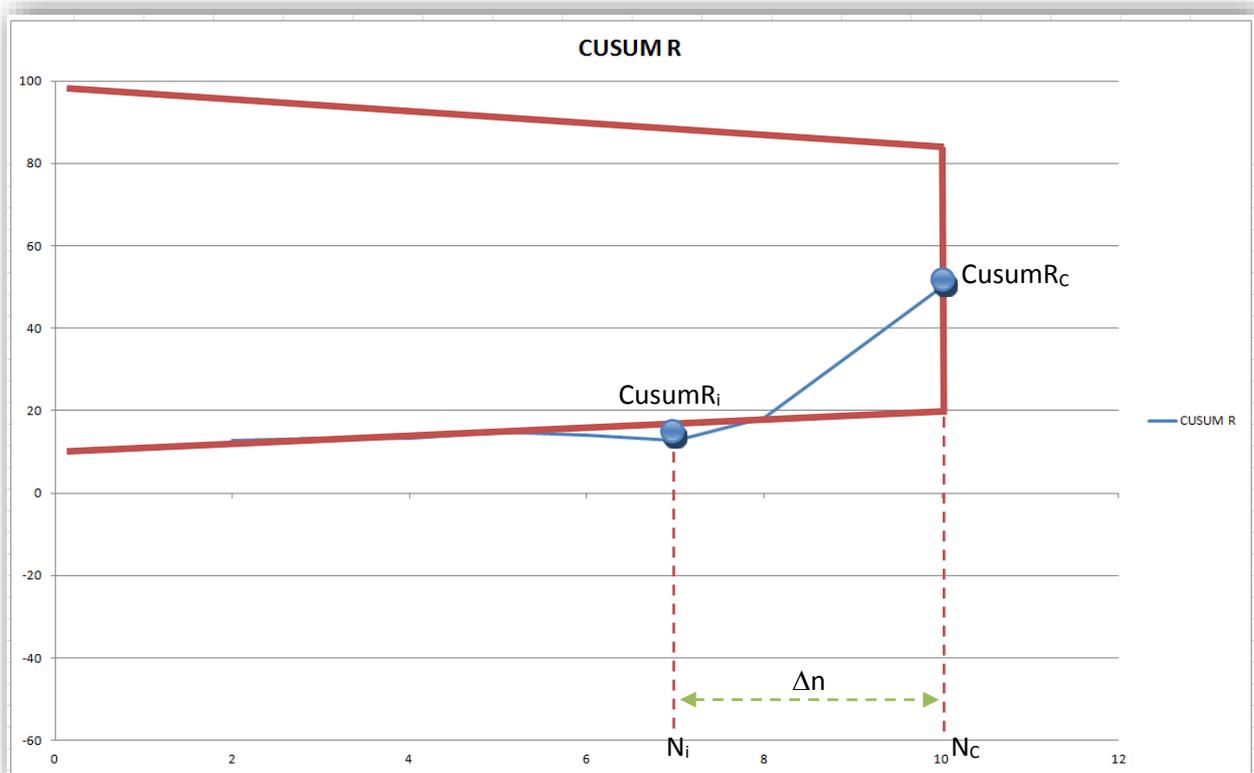
7.3.5 APPLICAZIONE DEL CUSUM R

Il metodo Cusum M si basa sull'ipotesi di raggiungimento di una Deviazione Standard obiettivo, ma imporsi di raggiungere una Deviazione Standard non implica affatto che l'impianto sia organizzato per raggiungerla, quantomeno in tempi brevi. Per questo motivo diventa particolarmente utile monitorare l'andamento della Deviazione Standard mediante l'applicazione del Cusum R ed eventualmente effettuare delle correzioni al rialzo o al ribasso, che per quanto detto prima producono effetti anche sul grafico Cusum M ed in particolare sulle maschere di controllo.

Se nel grafico del Cusum R si ha una intersezione con la maschera allora vuol dire che ci siamo allontanati troppo dalla DS obiettivo, per cui occorre reimpostarla. E' fondamentale sottolineare che le maschere di controllo sono costruite sulla base della DS obiettivo per cui l'effetto di una intersezione del grafico CUSUM R con la maschera è anche quello di modificare l'ampiezza delle maschere sia nel Cusum R, nel Cusum M e nel Cusum C. I valori di Cusum M non vengono toccati mentre i valori del Cusum R si e vengono azzerati.

Riassumendo, una intersezione del CUSUM R con la maschera produce i seguenti effetti:

- azzeramento del valore CUSUM R nel punto di controllo
- modifica della maschera nel CUSUM M
- modifica della maschera nel CUSUM R
- modifica della maschera nel CUSUM C



N_i : prelievo i-esimo nel quale si verifica l'intersezione tra maschera e grafico (N_7 nell'esempio)

N_c : prelievo nel punto di controllo (N_{10} nell'esempio)

CusumR_i: Valore del Cusum R al prelievo i-esimo in cui si verifica l'intersezione

CusumR_c: Valore del Cusum R al prelievo nel punto di controllo

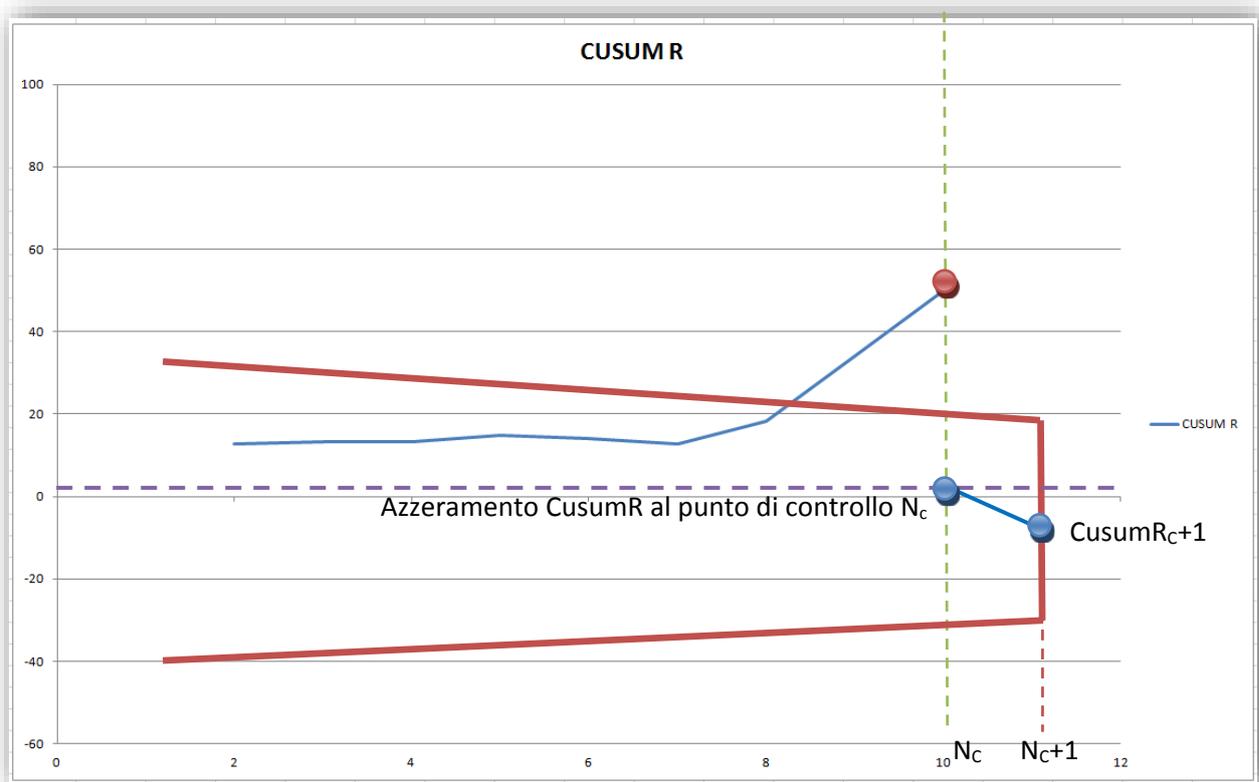
Δn = differenza tra N_c ed N_i

$\Delta n = N_c - N_i$

Al provino i-esimo si verifica l'intersezione tra il grafico CUSUM R e la maschera di controllo, evidenziando la necessità di correggere la Deviazione Standard obiettivo. Il campo di correzione resterà manuale, cioè sarà possibile inserire qualsiasi valore numerico e lasciare ampia possibilità di sperimentazione all'utente, ma sarà comunque possibile determinare il valore consigliato mediante questa formula:

$$DS_{NEW} = |(CusumR_c - CusumR_i)| / (N_c - N_i);$$

Il nuovo valore della DS verrà automaticamente applicato per la costruzione delle nuove maschere di controllo e queste diventeranno pienamente operative a partire dal punto di controllo successivo N_{c+1}



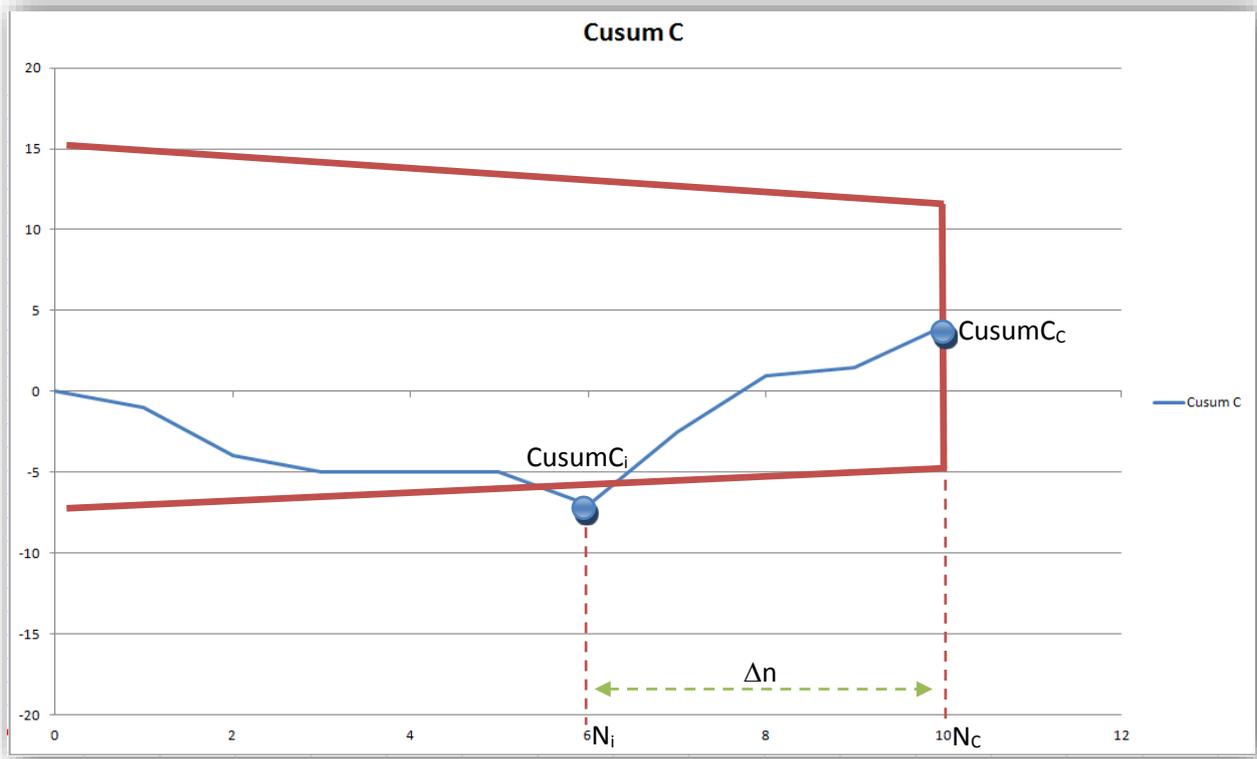
7.3.6 APPLICAZIONE DEL CUSUM C

Nel paragrafo precedente si era accennato al fatto che l'applicazione di un CUSUM M mediante l'utilizzo di resistenze previste ottenute con curve di correlazione 7-28 è funzionale a patto di sfruttare correlazioni affidabili. L'applicazione del CUSUM C consente proprio di monitorare l'efficacia delle curve di correlazione e correggerle nel caso di intersezioni tra grafico e maschera di controllo. Se nel grafico del Cusum C si ha una intersezione con la maschera allora vuol dire che stiamo applicando una curva di correlazione inefficace che sovrastima o sottostima le resistenze, per cui occorre reimpostarla. E' fondamentale sottolineare che il CUSUM M è costruito sfruttando i dati di resistenza a 28 giorni prevista, per cui la variazione nella curva di correlazione produce come effetto la variazione dell'andamento del grafico del CUSUM M.

Riassumendo, una intersezione del CUSUM C con la maschera produce i seguenti effetti:

- azzeramento del valore CUSUM C nel punto di controllo
- modifica dei valori del CUSUM M a partire dal punto di intersezione N_i fino all'ultimo punto di controllo applicato al CUSUM M che chiameremo N_M . Si noti come N_M sia diverso dal punto di controllo N_c perché il CUSUM M è generalmente avanti 3 settimane rispetto al CUSUM C. Ciò è dovuto al fatto che il CUSUM C si basa sulle resistenze effettive, mentre il CUSUM M sulle resistenze previste.
- controllo sul CUSUM M nel punto N_M

Il controllo al CUSUM M si rende necessario poiché la curva può variare notevolmente dopo una correzione al CUSUM C e questo potrebbe comportare una intersezione nel punto di controllo N_M che provocherebbe a cascata anche un azzeramento al CUSUM M.



N_i : prelievo i -esimo nel quale si verifica l'intersezione tra maschera e grafico (N_6 nell'esempio)

N_c : prelievo nel punto di controllo (N_{10} nell'esempio)

N_M : ultimo punto di controllo presente sul CUSUM M

Cusum C_i : Valore del Cusum C al prelievo i -esimo in cui si verifica l'intersezione

Cusum C_c : Valore del Cusum C al prelievo nel punto di controllo

Δn = differenza tra N_c ed N_i ; $\Delta n = N_c - N_i$

Al provino i -esimo si verifica l'intersezione tra il grafico CUSUM C e la maschera di controllo, questo evidenzia la necessità di correggere la curva di correlazione. Verrà determinato un coefficiente correttivo γ , ma il campo di correzione resterà manuale, cioè sarà possibile inserire qualsiasi valore numerico e lasciare ampia possibilità di sperimentazione all'utente. In alternativa sarà comunque possibile utilizzare il valore consigliato mediante questa formula:

$$Rt = \frac{1}{\gamma_j} \cdot R_{28} \cdot e^{s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right)}$$

Con j indicante il numero di intersezioni Cusum C avvenute.

Per $j = 0$, cioè prima che si verifichi l'intersezione, $\gamma_j = 1$;

In seguito all'intersezione del grafico CUSUM C con la maschera di controllo verrà generato un coefficiente

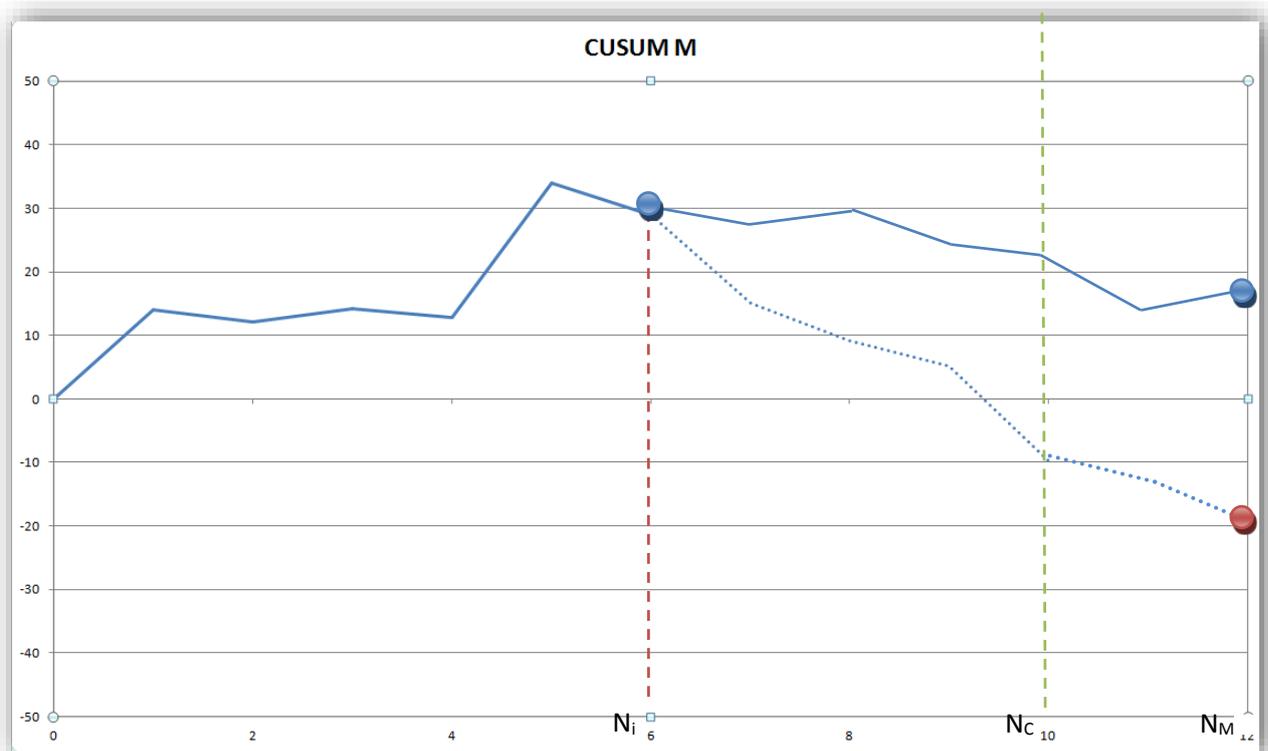
γ_{COL} determinato come segue:

$$\gamma_{COL} = \frac{\sum_{N_c}^i \frac{(R_{28i} - R_{28i \text{ prev.}})}{R_{28i \text{ prev.}}}}{N_c - N_i}$$

Il nuovo γ_j sarà pari a:

$$\gamma_j = (\gamma_{j-1} + \gamma_{COL})$$

Nella figura che segue, il grafico Cusum M puntinato è relativo all'andamento prima della correzione Cusum C. Il tratto continuo riguarda il nuovo Cusum M ricalcolato sulla base della nuova correlazione 7-28. Nel punto N_M occorrerà fare la verifica al Cusum M con la maschera di controllo. Se ci saranno intersezioni con il nuovo andamento del grafico occorrerà azzerarlo così come descritto al [paragrafo 7.3.4](#).



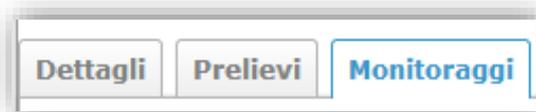
7.3.7 MONITORAGGI CUSUM SU **VirtualMix**

7.3.7.1 MONITORAGGI CUSUM BASE M

Come enunciato nei paragrafi precedenti, è possibile effettuare un monitoraggio semplice limitandosi al controllo CUSUM M senza effettuare verifiche sulla Deviazione Standard Obiettivo (CUSUM R) e sulla correlazione 7-28 (CUSUM C). Per questo tipo di monitoraggio è sufficiente effettuare periodicamente prelievi

con prove di compressione a 28 giorni e controllarne l'andamento. Questo metodo prevede però che la Deviazione Standard utilizzata per il monitoraggio sia attendibile, ad esempio perché calcolata in precedenza su un numero di prelievi sufficientemente alto.

Per creare un nuovo monitoraggio, sarà sufficiente recarsi all'interno di un qualsiasi mix e cliccare sull'apposita tab. *monitoraggi*:



Per aggiungere un nuovo monitoraggio premere sul pulsante con il segno + *nuovo monitoraggio*, e si aprirà la pagina NUOVO MONITORAGGIO.



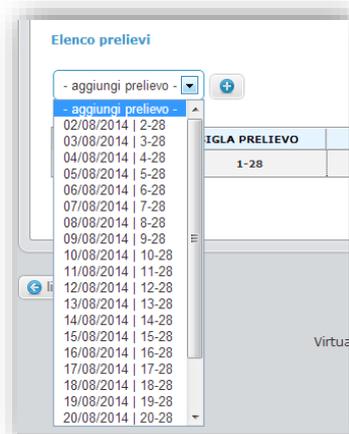
Il monitoraggio ha i seguenti parametri:

- * *nome monitoraggio*: definire un qualsiasi codice alfanumerico che identifichi il monitoraggio
- * *tipo di monitoraggio*: in questo caso selezioniamo il monitoraggio semplice *CUSUM M*
- * *deviazione standard obiettivo*: indicare la DS obiettivo espressa in MPa

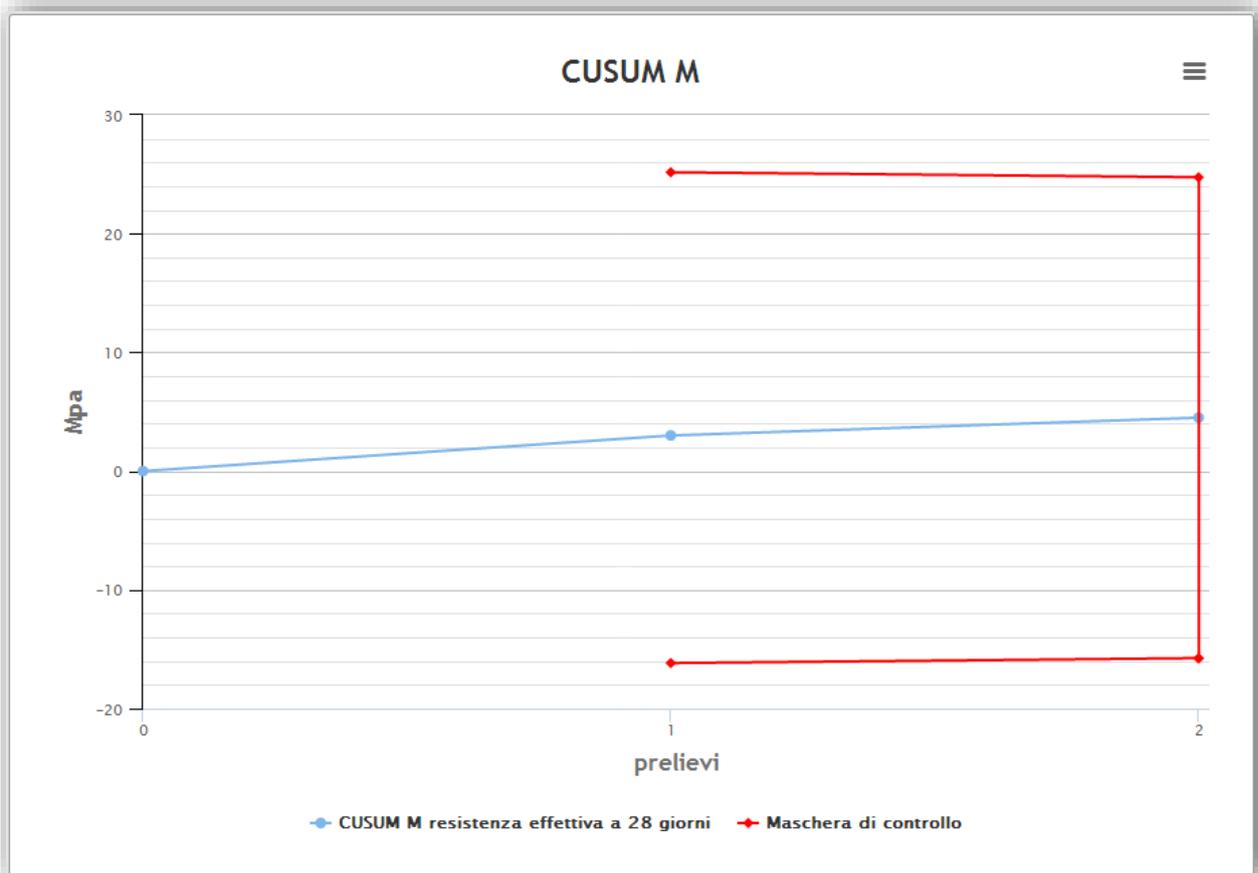
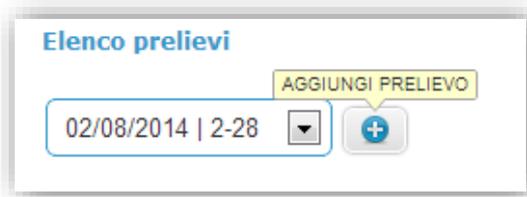
Cliccando su *inserisci monitoraggio* sarà possibile iniziare a caricare i prelievi.

7.3.7.1.1 INSERIMENTO DEI PRELIEVI NEL MONITORAGGIO

Una volta creato il monitoraggio, e dopo aver caricato almeno un prelievo, sarà possibile aggiungerli dall'apposito menu a tendina.



Il menu riporterà il nome tutti i prelievi (con maturazione pari a 28 giorni) precedentemente caricati, ordinati per data di getto. Selezionando il prelievo desiderato sul pulsante con il segno + *aggiungi prelievo*, verrà calcolato il valore CUSUM M, e dopo l'inserimento del secondo prelievo verrà mostrato il relativo diagramma.



Contestualmente sarà riportata la tabella di calcolo CUSUM M

N.PRELIEVO	SIGLA PRELIEVO	RESISTENZA A 28 GIORNI (EFFETTIVA)	DIFFERENZA CON TMS	CUSUM M
1	1-28	42,00	3,00	3,00
2	2-28	40,50	1,50	4,50
3	3-28	42,50	3,50	8,00
4	4-28	41,00	2,00	10,00
5	5-28	41,50	2,50	12,50
6	6-28	41,50	2,50	15,00
7	7-28	40,50	1,50	16,50
8	8-28	42,25	3,25	19,75
9	9-28	41,50	2,50	22,25

7.3.7.1.2 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM M

Se dopo aver aggiunto un prelievo compare un messaggio di errore allora si è in presenza di una intersezione tra la maschera di controllo e il grafico CUSUM M, cioè viene rilevata una anomalia nella produzione che deve essere analizzata e valutata.



Il sistema rileva l'anomalia indicando anche il momento in cui si è presentata. Nella parte bassa dello schermo comparirà la finestra di correzione nella quale sarà automaticamente determinata la contromisura da adottare per risolvere l'anomalia.



L'utente può comunque ignorare la correzione proposta e modificare autonomamente la quantità di cemento. L'aggiornamento produce l'azzeramento del grafico. Se la correzione è efficace, nei successivi prelievi la pendenza del CUSUM M dovrà essere più lieve.

N.B.: sebbene il dosaggio di cemento sia uno dei parametri più comuni su cui effettuare correzioni, non è detto che produca sempre effetti tangibili positivi. Il sistema CUSUM evidenzia anomalie, ma esse possono essere causate da svariati problemi (estrema variabilità nella fornitura delle materie prime, sonde umidità non tarate, malfunzionamenti nelle bilance ecc.). Chiaramente se la campagna di prelievi è effettuata in laboratorio tutti questi problemi vengono meno, ma se è effettuata "a bocca di betoniera" occorre verificare che tutto il processo di produzione funzioni correttamente. Se una importante correzione al rialzo della quantità di cemento non

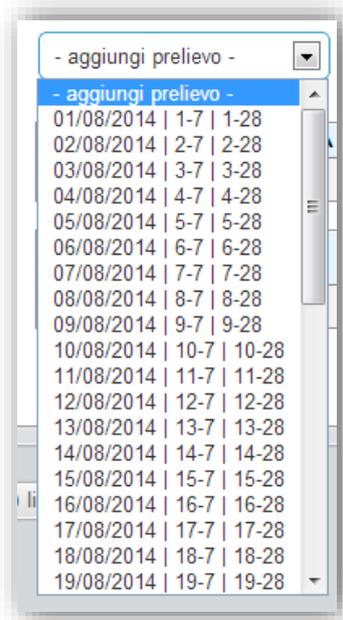
produce nessun risultato positivo allora siamo in presenza di un segnale di allarme evidente che il problema si celi altrove. Ipotizzando una anomalia al punto di controllo $n_c = 15$ e una intersezione con la maschera di controllo nel punto $n_i = 6$, verificando le date di getto tra questi 2 punti potremmo scoprire che ad esempio la fornitura di materie prime ha subito una variazione rispetto alla qualità normale, per esempio causata dall'utilizzo di aggregati con massa volumica più bassa del solito. Lo studio attento delle condizioni di getto potrebbe mettere in evidenza un brusco aumento delle temperature medie stagionali, che spesso rendono necessario un aumento del quantitativo di acqua ai fini del mantenimento della lavorabilità. In questo caso una correzione più appropriata al processo di produzione sarebbe quella di modificare il mix aumentando il dosaggio di superfluidificante, oppure cambiando totalmente tipo di additivo in favore di uno più performante. E' per questo motivo che risulta estremamente utile la compilazione del maggior numero di parametri presenti nella scheda prelievi, dato che nei mesi successivi potrebbero divenire fondamentali per la ricostruzione di eventi che determinano anomalie nella produzione.

7.3.7.2 MONITORAGGI CUSUM AVANZATO MRC

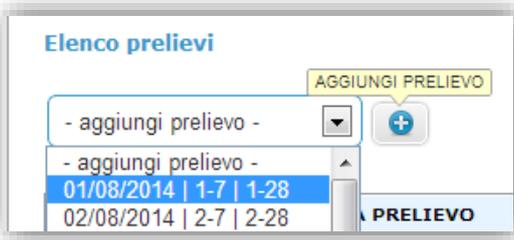
Il monitoraggio avanzato CUSUM MRC consente di tenere sotto controllo, non solo le Resistenze Medie, ma anche la Deviazione Standard e la Correlazione 7-28, il tutto avviene utilizzando resistenze stimate che consentono di evidenziare anomalie con alcune settimane di anticipo rispetto al sistema semplice CUSUM M. Di contro per ogni getto sarà necessario effettuare 2 prelievi, uno con maturazione a 7 giorni e l'altro a 28. L'utilizzo del CUSUM avanzato risulta particolarmente utile nelle situazioni in cui sono in atto grandi forniture di calcestruzzo. Fornire centinaia di metri cubi di calcestruzzo al giorno e dover attendere 28 giorni per capire se si sta rischiando una non conformità potrebbe essere estremamente pericoloso. Il CUSUM avanzato fornisce risposte già dopo 7 giorni per cui è possibile valutare l'andamento della produzione con alcune settimane di anticipo ed effettuare tempestivamente le contromisure necessarie per riportare i valori di resistenza media ad un sufficiente livello di sicurezza.

7.3.7.2.1 INSERIMENTO DEI PRELIEVI NEL MONITORAGGIO

Una volta creato il monitoraggio, e dopo aver caricato almeno un prelievo con le caratteristiche indicate nel [paragrafo 7.3.7.1.2](#), sarà possibile aggiungerli dall'apposito menu a tendina.



In questo caso nel menu a tendina, per ogni data di getto, sarà indicato sia il provino a 7 giorni che quello a 28 giorni. Infatti tutti i prelievi con date di getto differenti non verranno visualizzati in questo menu. Selezionando il prelievo desiderato sul pulsante con il segno + *aggiungi prelievo*, verrà calcolato il valore CUSUM M, R e C, e dopo l'inserimento del secondo prelievo verrà mostrato il relativo diagramma.



Le tabelle riepilogative saranno del tipo:

TABELLA CUSUM M

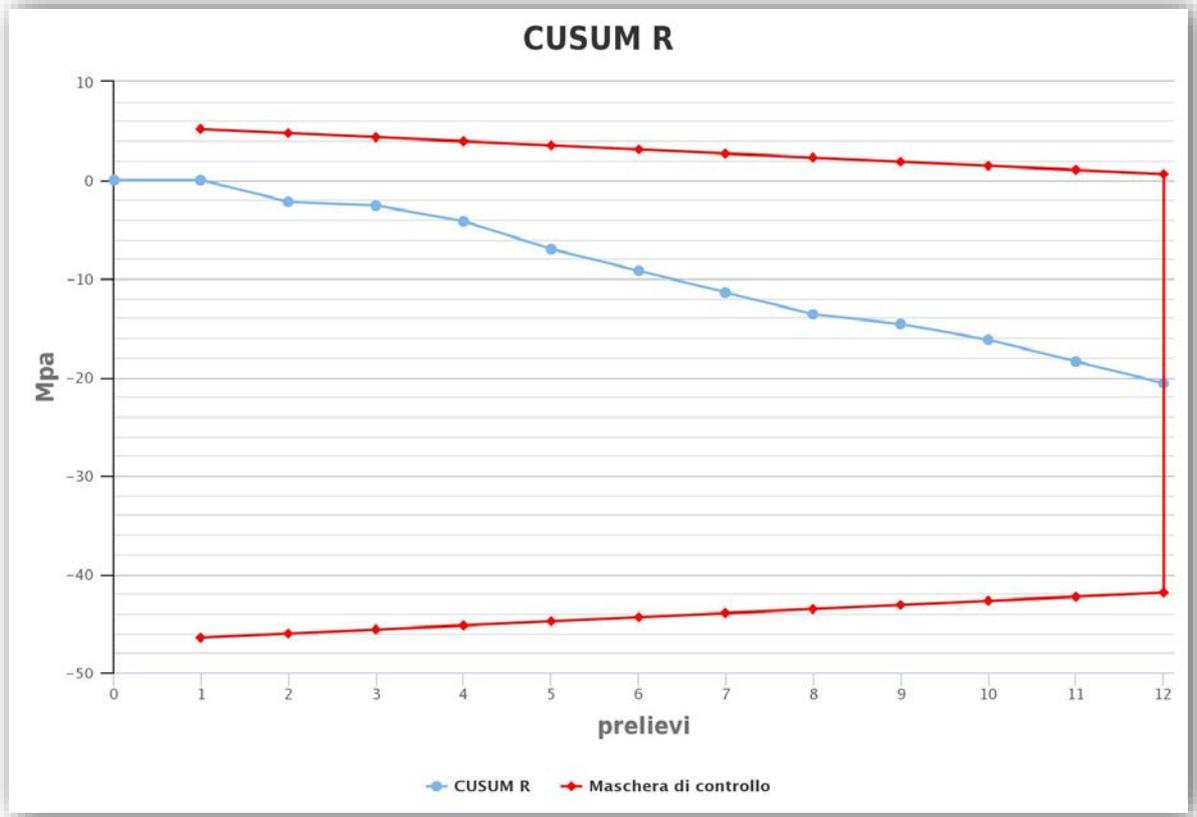
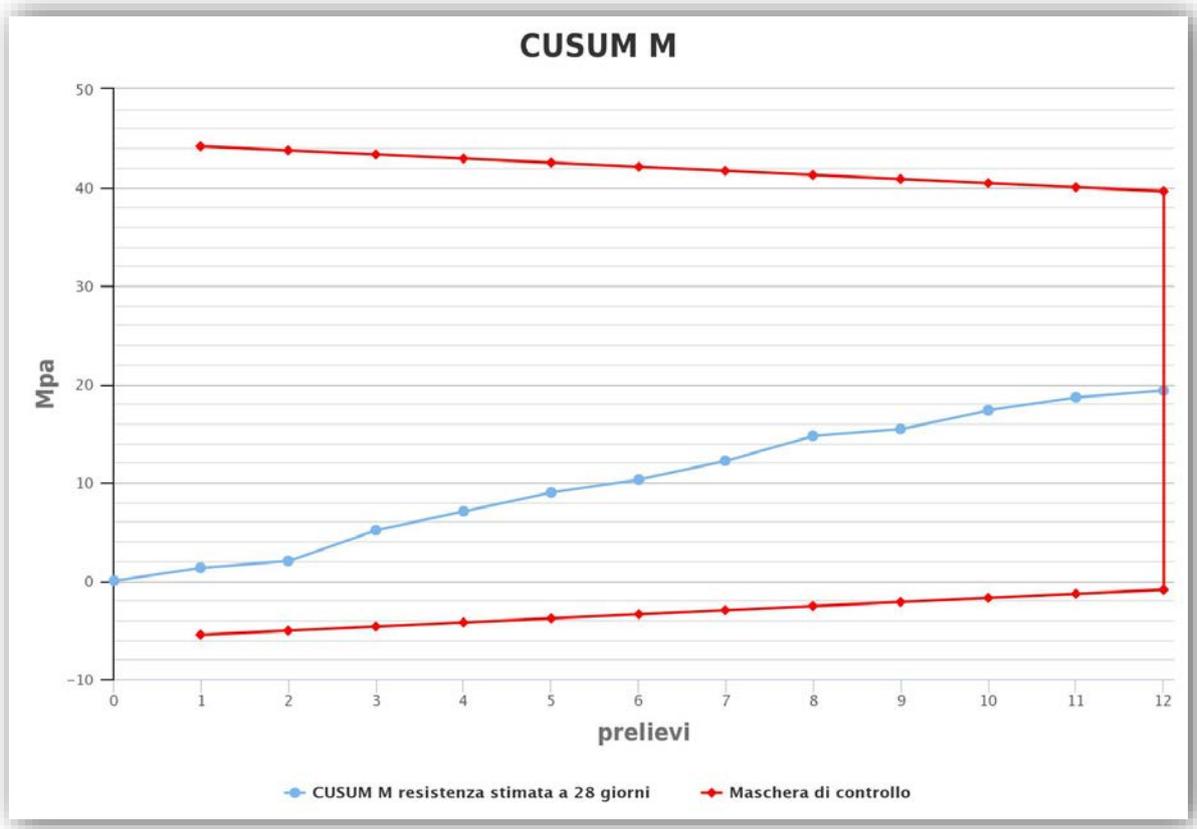
N.PRELIEVO	SIGLA PRELIEVO	RESISTENZA A 28 GIORNI (STIMATA)	DIFFERENZA CON TMS	CUSUM M
1	1-7	40,31	1,31	1,31
2	2-7	39,70	0,70	2,00
3	3-7	42,14	3,14	5,14
4	4-7	40,92	1,92	7,06
5	5-7	40,92	1,92	8,97
6	6-7	40,31	1,31	10,28
7	7-7	40,92	1,92	12,20
8	8-7	41,53	2,53	14,73
9	9-7	39,70	0,70	15,42
10	10-7	40,92	1,92	17,34
11	11-7	40,31	1,31	18,64
12	12-7	39,70	0,70	19,34

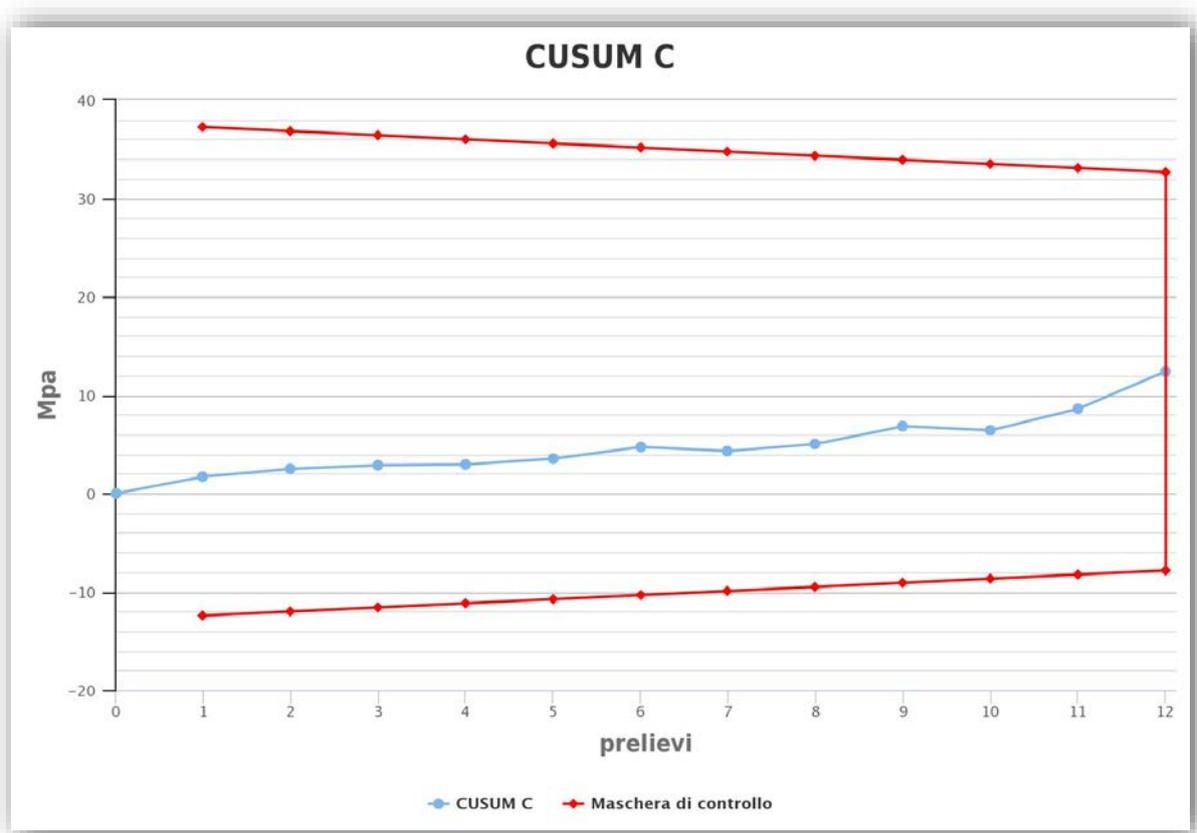
TABELLA CUSUM R

N.PRELIEVO	SIGLA PRELIEVO	RESISTENZA A 7 GIORNI	RESISTENZA A 28 GIORNI (STIMATA)	RANGO	DIFFERENZA CON RANGO MEDIO OBIETTIVO	CUSUM R
1	1-7	33,00	40,31	0,00	0,00	0,00
2	2-7	32,50	39,70	0,61	-2,21	-2,21
3	3-7	34,50	42,14	2,44	-0,38	-2,59
4	4-7	33,50	40,92	1,22	-1,60	-4,19
5	5-7	33,50	40,92	0,00	-2,82	-7,01
6	6-7	33,00	40,31	0,61	-2,21	-9,21
7	7-7	33,50	40,92	0,61	-2,21	-11,42
8	8-7	34,00	41,53	0,61	-2,21	-13,63
9	9-7	32,50	39,70	1,83	-0,99	-14,62
10	10-7	33,50	40,92	1,22	-1,60	-16,22
11	11-7	33,00	40,31	0,61	-2,21	-18,43
12	12-7	32,50	39,70	0,61	-2,21	-20,64

TABELLA CUSUM C

N.PRELIEVO	SIGLA PRELIEVO	RESISTENZA A 7 GIORNI	RESISTENZA A 28 GIORNI STIMATA	RESISTENZA A 28 GIORNI EFFETTIVA	DIFFERENZA RESISTENZA A 28 GIORNI EFFETTIVA/PREVISTA	CUSUM C
1	1-7	33,00	40,31	42,00	1,69	1,69
2	2-7	32,50	39,70	40,50	0,80	2,50
3	3-7	34,50	42,14	42,50	0,36	2,86
4	4-7	33,50	40,92	41,00	0,08	2,94
5	5-7	33,50	40,92	41,50	0,58	3,53
6	6-7	33,00	40,31	41,50	1,19	4,72
7	7-7	33,50	40,92	40,50	-0,42	4,30
8	8-7	34,00	41,53	42,25	0,72	5,02
9	9-7	32,50	39,70	41,50	1,80	6,83
10	10-7	33,50	40,92	40,50	-0,42	6,41
11	11-7	33,00	40,31	42,50	2,19	8,61
12	12-7	32,50	39,70	43,50	3,80	12,41





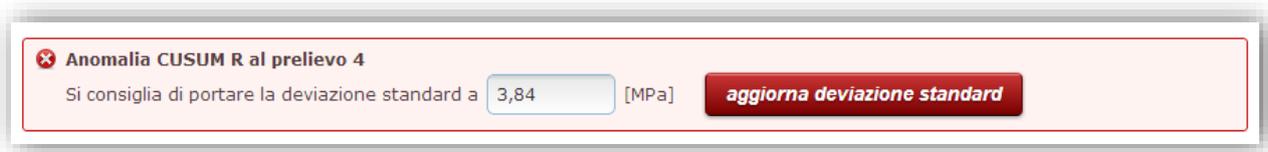
7.3.7.2.2 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM M

Se dopo aver aggiunto un prelievo compare un messaggio di errore allora si è in presenza di una intersezione tra la maschera di controllo e il grafico CUSUM M, cioè viene rilevata una anomalia nella produzione che deve essere analizzata e valutata. Le considerazioni da fare sono analoghe a quanto trattato nel [paragrafo 7.3.7.1.2](#).

7.3.7.2.3 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM R

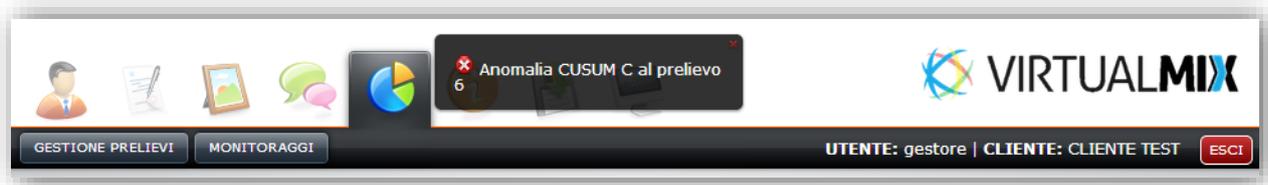


Il sistema rileva l'anomalia indicando anche il momento in cui si è presentata. Nella parte bassa dello schermo comparirà la finestra di correzione nella quale sarà automaticamente determinata la contromisura da adottare per risolvere l'anomalia.



Il sistema calcola la nuova Deviazione Standard Obiettivo. L'utente può comunque ignorare la correzione proposta e modificare autonomamente la Deviazione Standard Obiettivo. Se la correzione è efficace, nei successivi prelievi la pendenza del CUSUM R dovrà essere più lieve. L'aggiornamento produce l'azzeramento del grafico e la modifica dell'ampiezza di tutte le maschere di controllo.

7.3.7.2.4 RILEVAMENTO DI ANOMALIE CUSUM C

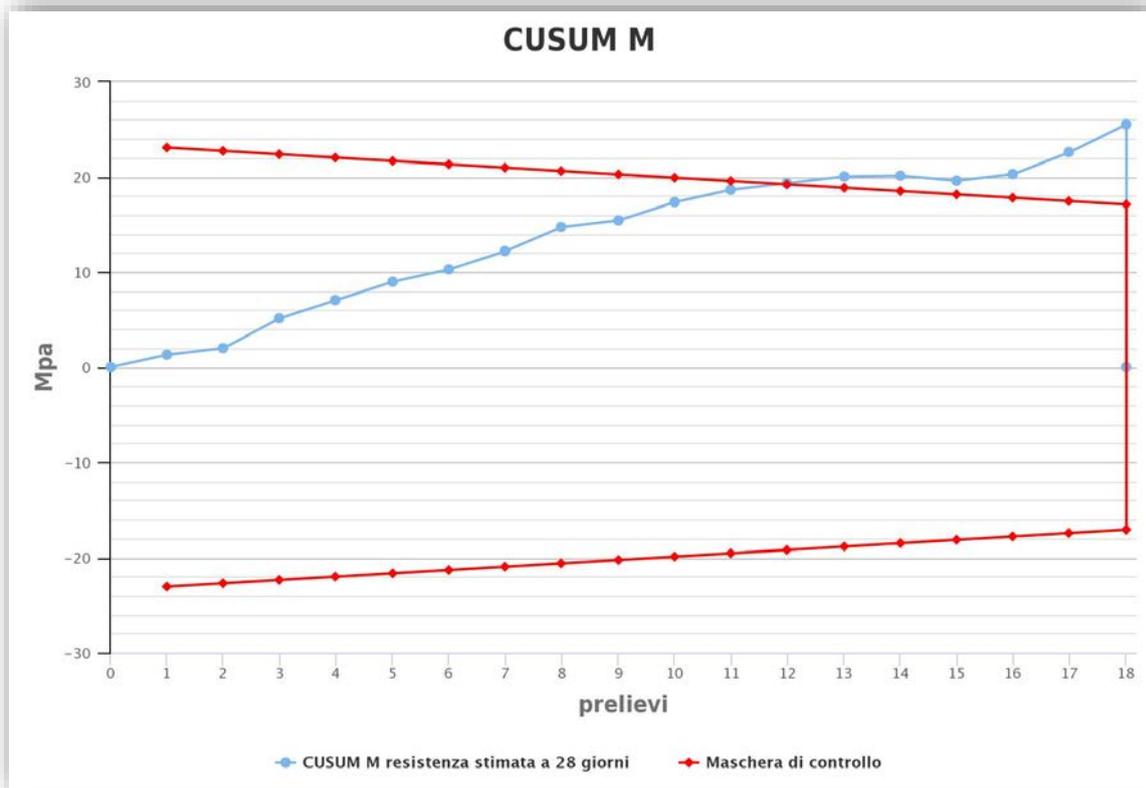


Il sistema rileva l'anomalia indicando anche il momento in cui si è presentata. Nella parte bassa dello schermo comparirà la finestra di correzione nella quale sarà automaticamente determinata la contromisura da adottare per risolvere l'anomalia.

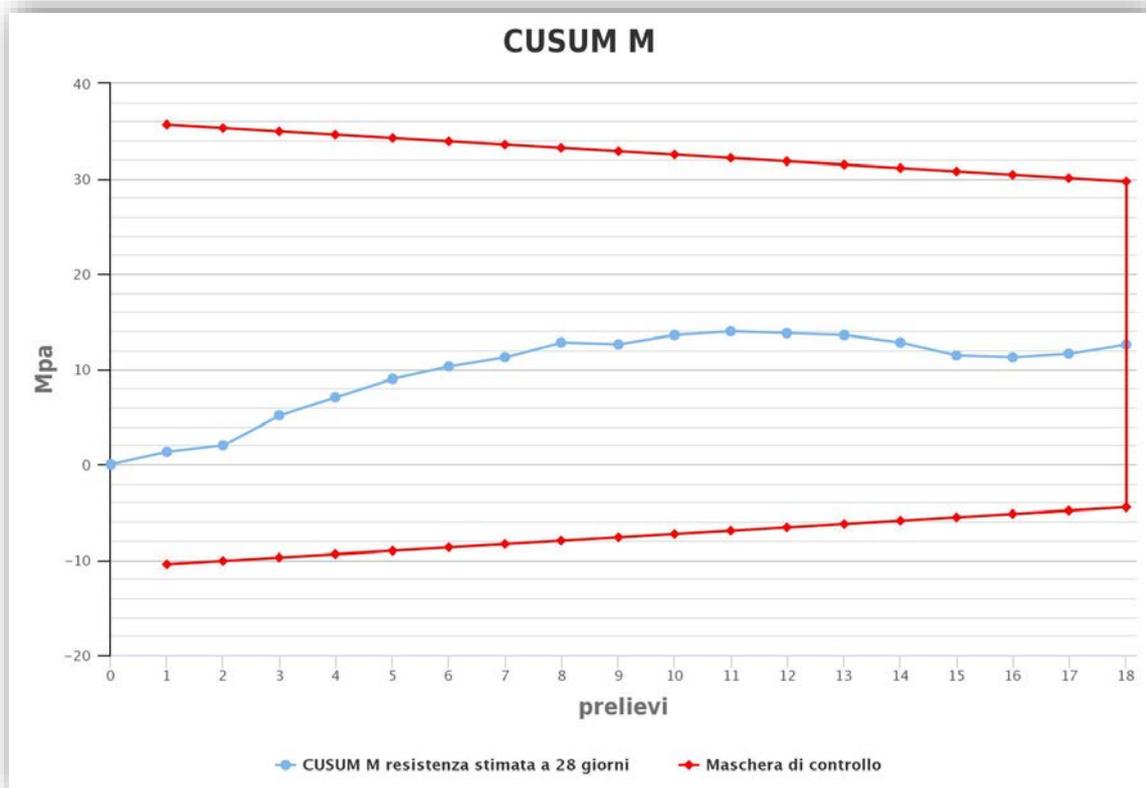


Il sistema calcola il nuovo γ_j . L'utente può comunque ignorare la correzione proposta e modificare autonomamente il fattore di correzione γ_j . Se la correzione è efficace, nei successivi prelievi la pendenza del CUSUM M nel tratto che va dal punto di intersezione CUSUM C – Maschera, fino all'ultimo prelievo caricato in CUSUM M dovrà essere più lieve. Questo significa che le resistenze previste saranno più coerenti con i risultati di resistenza a 28 giorni effettivamente riscontrati. L'aggiornamento produce l'azzeramento del grafico CUSUM C, la riscrittura totale del grafico CUSUM M dall'intersezione in poi. La riscrittura potrebbe generare rilevamenti di anomalie CUSUM M che dovranno essere trattate come nei casi precedenti.

Nel caso in cui, nei provini immediatamente precedenti al punto di controllo, sia avvenuta una correzione CUSUM M e conseguente azzeramento del grafico, la correzione CUSUM C, come detto in precedenza, produce la riscrittura del grafico.



La conseguenza è che verrà annullata anche la correzione CUSUM M.



Questo significa che le Resistenze previste, troppo distanti dai risultati di Resistenza effettiva, hanno indotto l'utente a variare la quantità di cemento senza che effettivamente ce ne fosse la reale necessità. Questo fornisce la misura di quanto il sistema CUSUM sia reattivo, e consenta di migliorare nel tempo i risultati e fornire un utilissimo strumento per il controllo del processo di produzione.

F.A.Q. - FREQUENTLY ASKED QUESTIONS (DOMANDE RICORRENTI)

SEZIONE DI RIFERIMENTO: RISOLUZIONE DEI PROBLEMI

- 1) *Mi sono appena registrato, ho ricevuto le due email di conferma, ma quando provo ad effettuare il login mi dice "utente non riconosciuto".*

Dopo la seconda email di conferma si è certi che l'account è stato creato, per cui le credenziali di accesso saranno la *username* e la *password* (entrambe di almeno 8 caratteri) che si è scelti durante la fase di registrazione. Il messaggio *utente non riconosciuto* viene evidenziato quando o la username o la password sono state inserite in maniera errata. Si consiglia pertanto di segnarsi le proprie credenziali in modo da non dimenticarle. Poiché la privacy non consente all'Amministratore di visualizzare le password dei propri utenti, l'unica soluzione è quella di contattarlo per richiederne il reset. Vi verrà comunicata una password temporanea che al primo accesso dovrà essere sostituita così come descritto al [paragrafo 3.2](#).

- 2) *Durante la creazione di un mix non si apre il menu di selezione dall'archivio privato degli aggregati e dei cementi.*

I motivi della mancata visualizzazione del menu sono due:

1 – Non sono stati compilati tutti i campi precedenti alla selezione dei componenti. I menu sono contestuali e sono filtrati dinamicamente dalle scelte del D_{max} , della curva ideale ecc. Una volta selezionati tutti i campi si sbloccherà il menu di scelta dei componenti.

Nuova Ricetta a prestazione

* nome del mix

* curva ideale da adottare

* provenienza aggregati

* serie setacci

* scegliere il DMax

cemento

aggregati

* quantità d'acqua (a) degli impasti di prova [Kg]

* quantità di cemento (c1) dell'impasto di prova n.1 [Kg]

* quantità di cemento (c2) dell'impasto di prova n.2 [Kg]

* massa volumica Mv media degli aggregati [t/m3]

Manuale d'uso

2 – Pur avendo selezionato tutte le opzioni dei menu precedenti il menu non compare. Il problema è dovuto alla mancata attivazione del javascript che gestisce la visualizzazione dei menu contestuali. Basta aggiornare il browser in uso all'ultima versione disponibile.

VirtualMix supporta i seguenti browser:

Google Chrome

<https://www.google.it/chrome/browser/desktop/>

Mozilla Firefox

<https://www.mozilla.org/it/firefox/new/>

Maxthon

<http://it.maxthon.com/>

Apple Safari

<https://www.apple.com/it/safari/>

Microsoft Internet Explorer

<http://windows.microsoft.com/it-it/internet-explorer/download-ie>

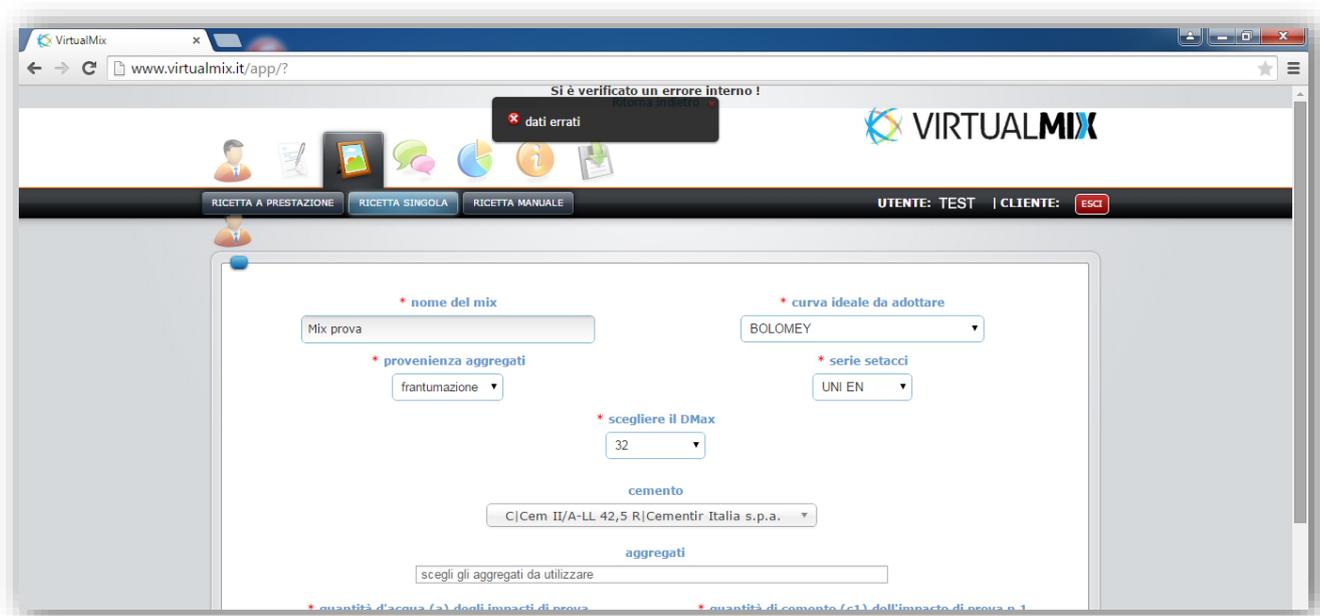
Opera

<http://www.opera.com/it>

- 3) *Quando provo ad inserire un mix mi compare il seguente messaggio di errore "si è verificato un errore interno" e non consente di andare avanti.*

Questo errore si verifica quando si prova a creare un mix senza aver prima definito almeno un cliente.

Creare un cliente così come descritto al [paragrafo 3.1](#)



- 4) **Non riesco ad inserire i valori con la virgola, come ad esempio 2,70kg/m³.**

I valori dei decimali di qualunque cifra si inserisca su **VirtualMix** devono essere inseriti con il tasto "virgola" della tastiera e non con il *punto*. Questo fa sì che il tasto *punto* del tastierino numerico non venga riconosciuto come al contrario succede su programmi tipo Excel. Utilizzare il tasto contrassegnato nell'immagine seguente.



SEZIONE DI RIFERIMENTO: ARCHIVIO MATERIALI

- 1) **Quale è la differenza tra l'archivio pubblico e quello privato?**

L'archivio pubblico è gestito dall'Amministratore di **VirtualMix** e contiene una vasta gamma di materiali condivisa tra tutti gli utenti. L'archivio privato contiene materiali visibili ed utilizzabili dal solo utente che li ha creati.

- 2) **Come si importa un materiale dall'archivio pubblico?**

Selezionare il materiale che si intende importare. Nella scheda di dettaglio del materiale è presente il pulsante di importazione:



Dopo aver cliccato sull'apposito pulsante il materiale sarà immediatamente utilizzabile dall'utente.

- 3) **Come è possibile condividere i miei materiali in archivio pubblico senza rendere pubblici i prezzi di acquisto?**

Il processo di condivisione da archivio privato ad archivio pubblico tutela la privacy degli utenti non esportando le informazioni relative ai prezzi di acquisto dei materiali.

- 4) **Ho un materiale che vorrei condividere con gli altri utenti, come posso fare?**

Ogni materiale può essere pubblicato in archivio pubblico. L'utente propone all'Amministratore il materiale che intende condividere, e verificata la completezza della compilazione dei parametri o la eventuale presenza di materiali identici approva la pubblicazione. Per proporre un qualsiasi materiale sarà sufficiente cliccare sul pulsante che si trova in alto a destra nella scheda di dettaglio del materiale:



Verrà automaticamente inoltrata la richiesta all'Amministratore il quale provvederà tempestivamente a renderla pubblica.

5) *Ho una attività di consulenza e sarei interessato a gestire più centrali di betonaggio. Devo caricare per ogni cliente tutti i materiali?*

No, tutti clienti attivati dal medesimo account condividono automaticamente tutti i materiali, per cui basta caricarli una volta e potranno essere utilizzati da tutti i clienti.

SEZIONE DI RIFERIMENTO: PROGETTAZIONE MIX

1) *Quale è la differenza tra una ricetta a prestazione e una ricetta singola?*

L'applicativo ricetta a prestazione consente, previa creazione di un numero variabile di impasti di prova, di determinare le prestazioni dei materiali utilizzati e successivamente comporre l'intero ricettario. La sezione ricetta singola attinge da un database di parametri precaricati e consente di creare la propria ricetta applicando un numero consistente di variabili (tipi di cemento, additivi riduttori di acqua, additivi aeranti, aggiunte, R_{ck} , slump ecc.) senza la necessità di effettuare nessuna sperimentazione. Chiaramente gli impasti progettati utilizzando la prima sezione richiedono un maggiore sforzo organizzativo (impasti, prove di schiacciamento, prove slump ecc.) ma consentono una maggiore affidabilità dei risultati ottenuti.

2) *Durante la progettazione di una ricetta, il sistema mi chiede la Massa Volumica media degli aggregati. Che valore devo inserire?*

La massa volumica media degli aggregati è un parametro che serve per determinare quanto materiale può essere contenuto in un metro cubo di impasto. Se i materiali provengono tutti dalla stessa cava hanno generalmente masse volumiche del tutto simili, per cui un valore soddisfacente potrebbe essere quello di calcolare la media aritmetica delle masse volumiche. Nel caso in cui ci sia presenza di eterogeneità nelle masse volumiche occorrerà l'esperienza del tecnologo per inserire il parametro appropriato. Generalmente questo parametro varia da 2,65 a 2.75, per cui applicando un qualunque valore all'interno di questo range produrrà un errore nel calcolo dell'impasto sufficientemente trascurabile. La controprova che il valore ipotizzato sia verosimile si

avrà se la sommatoria dei pesi di tutti i componenti costituenti il calcestruzzo si avvicina a 2400kg/m^3 .

3) Cosa rappresenta il parametro scarto medio dalla curva mix?

Lo scarto rappresenta la distanza tra la curva ideale e la curva mix. Lo scarto medio è la media aritmetica di tutti gli scarti al variare del diametro del setaccio. È un parametro che serve per evidenziare la vicinanza o meno di una curva mix rispetto alla curva ideale scelta. In funzione della curva ideale selezionata, al diminuire del valore dello scarto medio, si avrà un impasto con un grado di compattezza maggiore. **VirtualMix** effettua automaticamente un procedimento iterativo che consente il calcolo delle percentuali di aggregato in modo tale da ottenere lo scarto minimo. Orientativamente può essere considerato accettabile uno scarto sotto il valore di 6. Se lo scarto viene maggiore dovrebbe essere presa in considerazione la possibilità di sostituire qualche aggregato o integrare carenze introducendone uno nuovo.

4) Quando effettuo il calcolo della curva mix, uno dei materiali mi viene proposto a percentuale zero. Perché?

Il procedimento automatico di ottimizzazione della curva mix potrebbe valutare non idonea la granulometria di un aggregato, per cui lo scarta proponendo una percentuale bassissima o addirittura nulla. Tuttavia è pratica corrente utilizzare sabbie dalla pessima granulometria, ma dal basso costo da affiancare alla sabbia dalle prestazioni migliori. In questo caso l'utente forzerà manualmente una percentuale maggiore, sacrificando un valore dello scarto medio più basso al fine di ottenere una miscela economicamente più vantaggiosa, seppur dalle prestazioni leggermente inferiori.

5) In quali casi è utile il caricamento manuale della ricetta?

Il caricamento manuale della ricetta si può fare nei casi in cui l'utente non ha necessità di testare la ricetta e si desidera semplicemente archivarla al fine di effettuare soltanto la gestione dei prelievi e dei monitoraggi. In questo caso non viene effettuato nessun controllo di conformità alle normative vigenti delle caratteristiche della ricetta, quali il dosaggio minimo di cemento, il rapporto a/c e l' R_{ck} , ma viene fatta semplicemente una compilazione dei campi relativi alle quantità a metro cubo dei singoli componenti.

6) Quale curva ideale conviene utilizzare nei mix?

Non esiste una curva adatta ad ogni situazione, ma va applicata in funzione del mix che si vuole creare. La tabella che segue può essere un utile riferimento:

CURVA IDEALE	CALCESTRUZZI CONSIGLIATI
FULLER	Dosaggio di cemento: 280 – 320 kg/m ³ ; Classe di consistenza: S2 – S3
FULLER MODIFICATA	Dosaggio di cemento: 340 – 360 kg/m ³ ; Classe di consistenza: S2 – S3
BOLOMEY	Dosaggio di cemento: 280 – 320 kg/m ³ ; Classe di consistenza: S4 – S5
BOLOMEY MODIFICATA	Dosaggio di cemento: > 320 kg/m ³ ; Classe di consistenza: S4 – S5
CUBICA	Getti massivi

Ad esempio se si vuole progettare un R_{ck} 25 o 30 con una alta lavorabilità sarà preferibile utilizzare la curva di Bolomey.

7) Cosa sono le curve di Fuller e Bolomey modificate?

Sono dedotte dalle curve originali, ma nel calcolo dei passanti cumulativi rientra anche la quantità di cemento che quindi viene considerata, dal punto di vista granulometrico, come aggregato fine. Questo significa che due mix con differenze notevoli nel dosaggio di cemento avranno le rispettive curve di Fuller molto simili, mentre avranno curve di Fuller modificate sensibilmente diverse. Questo è il motivo per cui hanno campi di applicazione diversi. Analogo ragionamento si applica anche per le curve di Bolomey e Bolomey modificate.

SEZIONE DI RIFERIMENTO: GESTIONE RISULTATI

1) Quale è la differenza tra il metodo CUSUM M ed il CUSUM MRC?

Il primo metodo è il CUSUM semplice e consente di monitorare le resistenze a 28 giorni. Il secondo è il CUSUM avanzato e consente di monitorare, le resistenze, la deviazione standard e la correlazione 7-28 giorni. Il CUSUM semplice richiede solamente prelievi a 28 giorni, mentre quello avanzato richiede anche i prelievi a 7 giorni.

TUTORIAL

PRIMI PASSI

TUTORIAL 1: COSA FARE PER COMINCIARE AD UTILIZZARE **VIRTUALMIX**

In questo tutorial vedremo i primi passi da compiere per cominciare ad utilizzare **VirtualMix**.

Passi preliminari

Registrazione

La prima cosa da fare è registrarsi gratuitamente al sistema **VirtualMix** cliccando sul pulsante [REGISTRATI GRATIS](#) presente nella homepage del sito. Tutte le fasi che verranno trattate in seguito si potranno applicare per qualsiasi tipologia di account, anche in versione totalmente Free.

Inserimento scheda cliente

Al primo accesso vi sarà richiesta la compilazione dei campi relativi alla *scheda cliente*, questo perché il sistema archivia i mix associandoli ai clienti. Cliccando su annulla si potrà comunque utilizzare il sistema in tutte le sezioni tranne quella di PROGETTAZIONE MIX e si potrà completare la compilazione dei campi in qualsiasi momento. Qualora il sistema fosse utilizzato per usi personali si potranno compilare i campi scheda cliente con i propri dati.

Preparazione dati dei componenti

Per cominciare a progettare un mix in calcestruzzo è necessario preparare preventivamente la documentazione relativa a tutti i componenti da utilizzare. Richiedendo al fornitore tutte le marcature CE sarà possibile caricare nel sistema tutti i dati necessari a progettare i primi mix. Per quanto riguarda gli aggregati è fortemente consigliato effettuare una analisi granulometrica su un campione rappresentativo di materiale. In mancanza di campioni di prova ci si dovrà riferire alle analisi granulometriche presenti nelle marcature CE.

Caricamento materiali

Sezione di riferimento: Archivio Materiali

Il caricamento dei materiali su **VirtualMix** è un'operazione estremamente semplice e veloce. Le operazioni da effettuare solo le seguenti:

- [AGGIUNTA DI UN NUOVO FORNITORE](#)
- [AGGIUNTA DI UN NUOVO AGGREGATO](#)
- [AGGIUNTA DI UN NUOVO CEMENTO](#)
- [AGGIUNTA DI UN NUOVO ADDITIVO](#)
- [AGGIUNTA DI UNA NUOVA AGGIUNTA](#)

Ripetere i punti precedenti per tutti i materiali che si desidera caricare per comporre il proprio archivio.

Il primo mix design

Sezione di riferimento: Progettazione Mix

La progettazione di miscele di calcestruzzo, il cosiddetto "MIX DESIGN" rappresenta il cuore dell'applicazione **VirtualMix**. Il mix design è un procedimento complesso attraverso il quale, definite alcune condizioni, i parametri di progetto, si può pervenire alla determinazione di una miscela di calcestruzzo in grado di soddisfare i requisiti richiesti con un margine di approssimazione e di sicurezza variabile.

Completata la fase di caricamento di tutti i componenti che si intende utilizzare, si potrà passare alla fase di progettazione vera e propria.

Su **VirtualMix** esistono 3 differenti maniere di approcciare il problema di uno studio di una miscela rappresentati dalle seguenti sezioni:

- [RICETTA SINGOLA](#)
- [RICETTA A PRESTAZIONE](#)
- [RICETTA MANUALE](#)

Nella sezione RICETTA SINGOLA l'utente sceglie i parametri di progetto ed il sistema, in funzione degli archivi già caricati, propone la ricetta senza la necessità di una fase preventiva di sperimentazione. Il vantaggio nell'utilizzo di questa procedura consiste nell'immediatezza del metodo e nella possibilità di effettuare studi di mix complessi in maniera estremamente veloce sfruttando database già disponibili su **VirtualMix**.

Nella sezione RICETTA A PRESTAZIONE è invece necessario preventivamente effettuare una sperimentazione mediante la determinazione di una serie di impasti di prova al fine di pervenire successivamente alla definizione di una ricetta finale con alti margini di precisione e con la possibilità di realizzare un ricettario completo.

Nella sezione RICETTA MANUALE l'utente può caricare la sua ricetta senza che vengano effettuati controlli o calcoli. Questo sistema può essere adoperato da utenti che utilizzano già una o più ricette e vogliono archivarle o ottimizzarle utilizzando la sezione GESTIONE RISULTATI.

Per i neofiti è consigliabile quindi esercitarsi con la sezione RICETTA SINGOLA poiché non richiede nessuna sperimentazione in laboratorio e consente di familiarizzare con tutti i parametri che usualmente entrano in gioco durante la progettazione di un mix. Progettare ricette a prestazione richiede, oltre ad una maggiore esperienza in materia, che si disponga di idonea attrezzatura:

- *Cono di abrams*: per la determinazione della classe di consistenza del calcestruzzo fresco.

- *Impastatrice a bicchiere*: per le operazioni di preparazione degli impasti di prova
- *Pressa*: per le prove di compressione sui cubetti
- *Bilancia digitale*: per le operazioni di pesatura
- *Cubettiere*: per il confezionamento dei cubetti. Sono caldamente consigliate sia quelle in ghisa che quelle in PVC. Sono da evitare le cubettiere in polistirolo poiché a causa dell'alta deformabilità del materiale, le facce del cubetto risultano non perfettamente piane e parallele e questo altera il risultato della prova di compressione o in alternativa obbliga lo sperimentatore ad effettuare una costosa rettifica, cioè una operazione di abrasione meccanica su 2 facce opposte del cubetto per renderle piane e parallele.

Sebbene una centrale di betonaggio disponga di tutte le necessarie attrezzature, non si può dire lo stesso di un tecnologo del calcestruzzo, per cui l'alternativa è rivolgersi ad un qualificato laboratorio per l'espletamento di tutte le prove limitando il lavoro del consulente alla sola elaborazione dei risultati.

TUTORIAL 2: CARICARE I PRIMI COMPONENTI

Primi Passi: Caricare i primi componenti

In questo tutorial vedremo come fare a caricare tutti i materiali che saranno successivamente utilizzati per realizzare il primo mix a prestazione garantita.

I materiali da caricare saranno i seguenti:

CODICE	NOME COMMERCIALE
Aggregati:	
S1-TEST	Sabbia Azolo
S2-TEST	Sabbia quarzosa
G1-TEST	Graniglia
P1-TEST	Rasaglia
Cementi:	
C1-TEST	Italcementi Tecnocem A-LL 42.5R
Additivi (riduttori di acqua):	
A1-TEST	BASF Glenium Sky 698

NB: i parametri dei prodotti in esame sono puramente indicativi e non sono rappresentativi della loro reale efficacia.

In alternativa sarà possibile importare i seguenti materiali dall'archivio pubblico effettuando la ricerca per codice.

Caricamento Aggregato S1-TEST

ARCHIVIO MATERIALI →INSERISCI UN FORNITORE

Creare (se non lo si è già fatto) un nuovo fornitore con le seguenti informazioni:

* *tipo componente*: aggregati

* *ragione sociale*: PAVIMEN.TIR srl

* *regione*: Sicilia

* *città*: Motta Sant'Anastasia (CT)

* *indirizzo*: via G. Verdi n. 42

* *cap*: 95040

ARCHIVIO MATERIALI → AGGREGATI → INSERISCI UN AGGREGATO

* *serie setacci*: UNI EN

* *ragione sociale cava*: selezionare dal menu a tendina PAVIMEN.TIR srl

* *nome commerciale*: Sabbia Azolo

* *codice aggregato*: S1-TEST

* *peso campione*: 1.275,00 g

* *Massa volumica apparente dei granuli*: 2.839,00 kg/m³

* *Massa volumica dei granuli preessiccati in stufa*: 2.826,00 kg/m³

* *Massa volumica dei granuli saturi con superficie asciutta*: 2.819,00 kg/m³

* *assorbimento di acqua per immersione dopo 24 ore*: 0,25%

* *provenienza*: frantumazione

* *data esecuzione prova*: 14/04/2012

* *classificazione aggregato*: fine

* *costo*: 0,015€/kg (valore puramente indicativo)

Parametri analisi granulometrica:

DIAMETRO SETACCIO (mm)	PESO TRATTENUTO (g)
160	0
125	0
100	0
80	0
63	0
50	0
40	0
32	0
25	0
20	0
16	0
12	0
8	0
4	74
2	295
1	255
0.500	202
0.250	156
0.125	102
0.063	84
Fondo	107

Caricamento Aggregato S2-TEST

ARCHIVIO MATERIALI →INSERISCI UN FORNITORE

Creare (se non lo si è già fatto) un nuovo fornitore con le seguenti informazioni:

* *tipo componente*: aggregati

* *ragione sociale*: Biagio Allegro (Cava Perciata)

* *regione*: Sicilia

* *città*: Camastra (Ag)

* *indirizzo*: via V. Veneto n. 229

* *cap*: 92020

ARCHIVIO MATERIALI →AGGREGATI → INSERISCI UN AGGREGATO

* *serie setacci*: UNI EN

* *ragione sociale cava*: selezionare dal menu a tendina Biagio Allegro (Cava Perciata)

* *nome commerciale*: Sabbia Quarzosa

* *codice aggregato*: S2-TEST

- * peso campione: 1.193,00 g
- * Massa volumica apparente dei granuli: 2.622,00 kg/m³
- * Massa volumica dei granuli preessiccati in stufa: 2.588,00 kg/m³
- * Massa volumica dei granuli saturi con superficie asciutta: 2.601,00 kg/m³
- * assorbimento di acqua per immersione dopo 24 ore: 4,5%
- * provenienza: frantumazione
- * data esecuzione prova: 14/04/2012
- * classificazione aggregato: fine
- * costo: 0.013€/kg (valore puramente indicativo)

Parametri analisi granulometrica:

DIAMETRO SETACCIO (mm)	PESO TRATTENUTO (g)
160	0
125	0
100	0
80	0
63	0
50	0
40	0
32	0
25	0
20	0
16	0
12	0
8	10
4	16
2	15
1	15
0.500	78
0.250	685
0.125	337
0.063	12
Fondo	25

Caricamento Aggregato G1-TEST

ARCHIVIO MATERIALI →INSERISCI UN FORNITORE

Creare (se non lo si è già fatto) un nuovo fornitore con le seguenti informazioni:

* *tipo componente*: aggregati

* *ragione sociale*: PAVIMEN.TIR srl

* *regione*: Sicilia

* *città*: Motta Sant'Anastasia (CT)

* *indirizzo*: via G. Verdi n. 42

* *cap*: 95040

ARCHIVIO MATERIALI → AGGREGATI → INSERISCI UN AGGREGATO

* *serie setacci*: UNI EN

* *ragione sociale cava*: selezionare dal menu a tendina PAVIMEN.TIR srl

* *nome commerciale*: Graniglia

* *codice aggregato*: G1-TEST

* *peso campione*: 2.384,00 g

* *Massa volumica apparente dei granuli*: 2.837,00 kg/m³

* *Massa volumica dei granuli preessiccati in stufa*: 2.641,00 kg/m³

* *Massa volumica dei granuli saturi con superficie asciutta*: 2.710,00 kg/m³

* *assorbimento di acqua per immersione dopo 24 ore*: 2,62%

* *provenienza*: frantumazione

* *data esecuzione prova*: 14/04/2012

* *classificazione aggregato*: grosso

* *costo*: 0,017€/kg (valore puramente indicativo)

Parametri analisi granulometrica:

DIAMETRO SETACCIO (mm)	PESO TRATTENUTO (g)
160	0
125	0
100	0
80	0
63	0
50	0
40	0
32	0
25	0
20	0
16	0
12	0
8	362
4	1350
2	529
1	50
0.500	15
0.250	11
0.125	9
0.063	18
Fondo	40

Caricamento Aggregato P1-TEST

ARCHIVIO MATERIALI →INSERISCI UN FORNITORE

Creare (se non lo si è già fatto) un nuovo fornitore con le seguenti informazioni:

* *tipo componente*: aggregati

* *ragione sociale*: PAVIMEN.TIR srl

* *regione*: Sicilia

* *città*: Motta Sant'Anastasia (CT)

* *indirizzo*: via G. Verdi n. 42

* *cap*: 95040

ARCHIVIO MATERIALI →AGGREGATI → INSERISCI UN AGGREGATO

* *serie setacci*: UNI EN

* *ragione sociale cava*: selezionare dal menu a tendina PAVIMEN.TIR srl

* *nome commerciale*: Rasaglia

* *codice aggregato*: P1-TEST

* peso campione: 2.788,00 g

* Massa volumica apparente dei granuli: 2.740,00 kg/m³

* Massa volumica dei granuli preessiccati in stufa: 2.650,00 kg/m³

* Massa volumica dei granuli saturi con superficie asciutta: 2.680,00 kg/m³

* assorbimento di acqua per immersione dopo 24 ore: 1,30%

* provenienza: frantumazione

* data esecuzione prova: 14/04/2012

* classificazione aggregato: grosso

* costo: 0,017€/kg (valore puramente indicativo)

Parametri analisi granulometrica:

DIAMETRO SETACCIO (mm)	PESO TRATTENUTO (g)
160	0
125	0
100	0
80	0
63	0
50	0
40	0
32	0
25	0
20	840
16	1090
12	574
8	268
4	0
2	0
1	0
0.500	0
0.250	0
0.125	0
0.063	0
Fondo	12

Caricamento Cemento C1-TEST

ARCHIVIO MATERIALI →INSERISCI UN FORNITORE

Creare (se non lo si è già fatto) un nuovo fornitore con le seguenti informazioni:

* tipo componente: cementi

* ragione sociale: ITALCEMENTI s.p.a.

* *regione*: Lombardia

* *città*: Bergamo

* *indirizzo*: via Camozzi n.124

* *cap*: 24121

ARCHIVIO MATERIALI → CEMENTI → INSERISCI UN CEMENTO

* *tipo cemento*: CEM II A 42.5 R

* *ragione sociale cementeria*: selezionare dal menu a tendina Italcementi s.p.a. – Bergamo

* *nome commerciale*: Tecnocem A-LL 42.5 R

* *codice cemento*: C1-TEST

* *costo*: 0,010€/kg (valore puramente indicativo)

Caricamento Additivo A1-TEST

ARCHIVIO MATERIALI → INSERISCI UN FORNITORE

Creare (se non lo si è già fatto) un nuovo fornitore con le seguenti informazioni:

* *tipo componente*: additivi

* *ragione sociale*: BASF Italia s.p.a.

* *regione*: Veneto

* *città*: Treviso

* *indirizzo*: via Vicinale delle Corti n.21

* *cap*: 31100

ARCHIVIO MATERIALI → ADDITIVI → INSERISCI UN ADDITIVO

* *categoria*: SA - Superfluidificante ritardante acrilico (prospetto 11 UNI EN 934-2)

* *produttore*: selezionare dal menu a tendina BASF Italia s.p.a.

* *nome commerciale*: Glenium Sky 698

* *codice additivo*: A1-TEST

* *peso specifico*: 1,07kg/l

* *costo*: 1,40€/kg (valore puramente indicativo)

Completata la fase di caricamento dei componenti sarà possibile progettare il primo mix

TUTORIAL 3: IL PRIMO MIX A PRESTAZIONE GARANTITA

In questo tutorial vedremo come fare a caricare il primo mix a prestazione garantita. Prima di procedere con questo tutorial è necessario aver completato il tutorial 2, per cui saranno caricati nel vostro archivio privato i seguenti materiali:

CODICE	NOME COMMERCIALE
Aggregati:	
S1-TEST	Sabbia Azolo
S2-TEST	Sabbia quarzosa
G1-TEST	Graniglia
P1-TEST	Rasaglia
Cementi:	
C1-TEST	Italcementi Tecnocem A-LL 42.5R
Additivi (riduttori di acqua):	
A1-TEST	BASF Glenium Sky 698

OBIETTIVO:

Progettare un mix per una centrale di betonaggio sita in Sicilia che debba fornire piccoli cantieri posti a non più di 45 minuti, che abbia i seguenti requisiti imposti dalla normativa vigente (Norme Tecniche per le Costruzioni):

R_{ck} : 30 MPa

D_{max} : 25mm

Classe di consistenza: S3

Classe di esposizione XC1 (Ai sensi della UNI 11104)

PROGETTAZIONE MIX → RICETTA A PRESTAZIONE

Per aggiungere un mix a prestazione premere sul pulsante con il segno + *inserisci una ricetta a prestazione*, si aprirà la pagina NUOVA RICETTA A PRESTAZIONE

* *nome del mix*: chiamiamo il mix **MIX1-TEST**

* *curva ideale da adottare*: visti i parametri di progetto scegliamo di utilizzare la curva di FULLER-THOMPSON, rimandando a successivi tutorial l'analisi delle differenze nell'adozione delle varie curve ideali.

* *provenienza aggregati*: scegliere frantumazione

* *serie setacci*: scegliere i setacci serie UNI EN

* *scegliere il D_{max}* : è un parametro di progetto e mettiamo il valore di 25mm

* *cemento*: dal menu a tendina selezioniamo il cemento Italcementi Tecnocem A-LL 42.5R

* *aggregati*: selezionare dal menu a tendina i quattro aggregati test. L'ordine di caricamento è ininfluente.

* *quantità di acqua a degli impasti di prova*: per l'acqua efficace degli impasti di prova scegliamo una quantità pari a 160kg/m³.

* *quantità di cemento c₁ dell'impasto di prova n.1*: per l'impasto 1 scegliamo una quantità di cemento pari a 280 kg/m³.

* *quantità di cemento c₂ dell'impasto di prova n.2*: per l'impasto 2 scegliamo una quantità di cemento pari a 380 kg/m³.

* *massa volumica media degli aggregati*: scegliamo il valore 2,65 kg/m³.

La situazione riassunta nella pagina *Curva ideale e mix* sarà la seguente:

S1-TEST: 51%

S2-TEST: 2%

G1-TEST: 24%

P1-TEST: 23%

Scarto medio dalla curva: 1,29

Il Sistema ha automaticamente ottimizzato la proporzione degli aggregati in maniera tale da ottenere il minor scarto medio, infatti 1,29 è un valore eccellente. Di contro, analizzata la granulometria dell'aggregato S2-TEST, il sistema ha valutato controproducente il suo utilizzo e lo ha ridotto al 2%. Le considerazioni che un tecnologo deve fare devono comprendere anche una valutazione economica delle miscele, ragion per cui il basso costo di acquisto del materiale S2-TEST ci può indurre a forzare il suo utilizzo a scapito dello scarto medio. Supponiamo di volerne inserire il 16%. Cambiamo manualmente le percentuali in modo da ottenere la seguente configurazione:

S1-TEST: 37%

S2-TEST: 16%

G1-TEST: 24%

P1-TEST: 23%

Scarto medio dalla curva: 2,12

Si noti come il valore dello scarto medio è passato da 1,29 a 2,12, ma rientrando in un valore più che accettabile scegliamo comunque di confermare. Notare nel grafico come adesso, rispetto alla situazione precedente, ci sia un allontanamento evidente della curva mix dalla curva ideale intorno ad un range 0,1 – 1 mm.

Scegliamo di limitare il numero di cubetti e non aggiungiamo altri giorni oltre i canonici 28.

vuoi creare una curva di correlazione dosaggio / slump per un additivo riduttore di acqua (saranno necessari altri 2 impasti di prova): attiviamo questa opzione in quanto ci siamo prefissi l'obiettivo di utilizzare un additivo superfluidificante. Dal menu a tendina scegliamo l'additivo A1-TEST BASF Glenium Sky 698. Se nell'archivio

privato avete un gran numero di additivi, basterà mettere nel motore di ricerca il numero 698 e il filtro eliminerà tutti gli altri e visualizzerà soltanto l'additivo desiderato.

Inserire il dosaggio di additivo (in % sul cemento) per l'impasto n. 3: scegliamo un dosaggio di 0,5%

Inserire il dosaggio di additivo (in % sul cemento) per l'impasto n. 4: scegliamo un dosaggio di 1,2%

Premiamo su *conferma e continua* senza attivare le altre opzioni per procedere con la progettazione.

Immaginiamo di aver fatto i 4 impasti di prova riassunti dalla pagina *Tabelle impasti di prova*. Se siamo in laboratorio può essere utile stampare la *minuta pdf* e riportare sul foglio i risultati per poi ricopiarli nel sistema.

Supponiamo di aver ottenuto i seguenti risultati:

Impasto n. 1:

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto A: 26,34 MPa

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto B: 27,17 MPa

Massa Volumica Cubetto A: 2295 kg/m³

Massa Volumica Cubetto B: 2301 kg/m³

Slump: 3cm

Impasto n. 2:

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto A: 42,46 MPa

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto B: 41,94 MPa

Massa Volumica Cubetto A: 2362 kg/m³

Massa Volumica Cubetto B: 2341 kg/m³

Slump: 1cm

Impasto n. 3:

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto A: 27,10 MPa

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto B: 28,01 MPa

Massa Volumica Cubetto A: 2287 kg/m³

Massa Volumica Cubetto B: 2279 kg/m³

Slump: 7cm

Impasto n. 4:

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto A: 26,54 MPa

Resistenza a compressione (28 giorni) Cubetto B: 24,96 MPa

Massa Volumica Cubetto A: 2302 MPa

Massa Volumica Cubetto B: 2290 MPa

Slump: 18cm

Quando avremo completato il caricamento dei dati possiamo premere su *conferma e continua*.

Nella pagina risultati sperimentali possiamo vedere tutti i grafici generati in seguito ai dati caricati.

La comprensione e lo sfruttamento dei grafici può richiedere tempo, ma **VirtualMix** viene incontro all'utente utilizzando le informazioni acquisite senza obbligare l'utente a intense sessioni di studio teorico.

A questo punto siamo pronti per generare una ricetta in grado di soddisfare le condizioni di progetto.

GENERAZIONE RICETTA FINALE

Recarsi nella pagina *Ricette* e per generare una nuova ricetta premere sul pulsante con il segno + *genera una ricetta*, si aprirà la pagina GENERA RICETTA.

* *nome della ricetta*: chiamiamo la nostra ricetta finale MIXFINALE1-TEST

* *Rck*: inseriamo il valore del parametro di progetto 30MPa

* *Normativa*: scegliamo il parametro di progetto UNI 11104:2004

* *Classe di esposizione*: scegliamo il parametro di progetto XC1

* *Tipo di controllo*: Selezioniamo il controllo Tipo A. Nel caso di grosse forniture potremmo scegliere il controllo TIPO B

* *Slump (o classe di consistenza)*: selezioniamo il parametro di progetto S3

* *Temperatura di getto*: la centrale è sita in Sicilia per cui possiamo ipotizzare un clima caldo di 24-30 °C.

* *Tempo di getto*: selezioniamo il parametro di progetto 31-45min

* *% di additivo riduttore di acqua*: dal diagramma sperimentale Curva di correlazione Additivo – Slump andiamo a riportare un valore medio di abbassamento del cono di Abrams per una classe S3 di 13cm e vediamo che occorre lo 0,8% di additivo, per cui inseriamo il valore 0,8%.

A questo punto la ricetta finale è completa

Curva ideale e MIX					
Dettagli					
Prelievi					
Monitoraggi					
Report PDF					
condizioni variabili di umidità »					
CODICE	NOME COMMERCIALE	PRODUTTORE	QUANTITA'[Kg/m3]	COSTO UNITARIO[€]	COSTO PARZIALE
ND	ACQUA EFFICACE	ND	150,00		0,000
C1-TEST	i.work TECNOCEM A-LL 42,5 R	Italcementi s.p.a.	300,00	0,110	33,000
S1-TEST	Azolo	PAVIMEN.TIR srl	767,02	0,015	11,505
G1-TEST	Graniglia	PAVIMEN.TIR srl	478,29	0,017	8,131
P1-TEST	Pietrisco	PAVIMEN.TIR srl	453,30	0,017	7,706
S2-TEST	Sabbia quarzosa	Allegro Biagio (Cava Perciata)	306,03	0,013	3,978
A1-TEST	GLENIUM SKY 698	BASF Italia s.p.a.	2,40	1,000	2,400
	TOTALE		2.457,04		66,721

Considerazioni sulla normativa adottata: UNI 11104

La quantità di cemento proposta è 300 kg/m^3 , il rapporto $a/c = 0,50$ e $f_{Rck} = 30 \text{ MPa}$.

Dalla UNI 11104, *prospetto 4* possiamo notare che per la classe di esposizione XC1 il rapporto a/c minimo è 0,60 per cui il primo controllo è soddisfatto. f_{Rck} minimo è 30MPa e quindi anche il secondo controllo è positivo, e la quantità minima di cemento è 300Kg che coincide proprio con la quantità proposta. Escludendo i casi rari in cui questi due valori coincidono, è accaduto che il terzo controllo, quello sulla quantità minima di cemento non è stato superato, per cui il sistema ha imposto il valore più alto da normativa. In pratica i nostri obiettivi potevano essere raggiunti con una quantità di cemento inferiore ai 300 kg/m^3 , ma la normativa, seppur con un criterio del tutto criticabile, ci ha imposto di aumentare il dosaggio del nostro mix.

Adesso è possibile generare tutte le infinite ricette al variare di f_{Rck} , classe di esposizione, classe di consistenza ecc, permettendo all'utente di creare il proprio ricettario su misura. Ovviamente non è detto che la prima sperimentazione produca già i migliori risultati, per cui è sempre consigliabile pianificare attentamente delle campagne di sperimentazione al fine di valutare quale mettere poi in produzione. Si ricorda inoltre che tutte le ricette potranno poi essere sottoposte ai monitoraggi avanzati per una ulteriore ottimizzazione e analisi statistica dei risultati.

TUTORIAL 4: CARICAMENTO DEI PRELIEVI

ELENCO MIX → MIXFINALE1-TEST → PRELIEVI

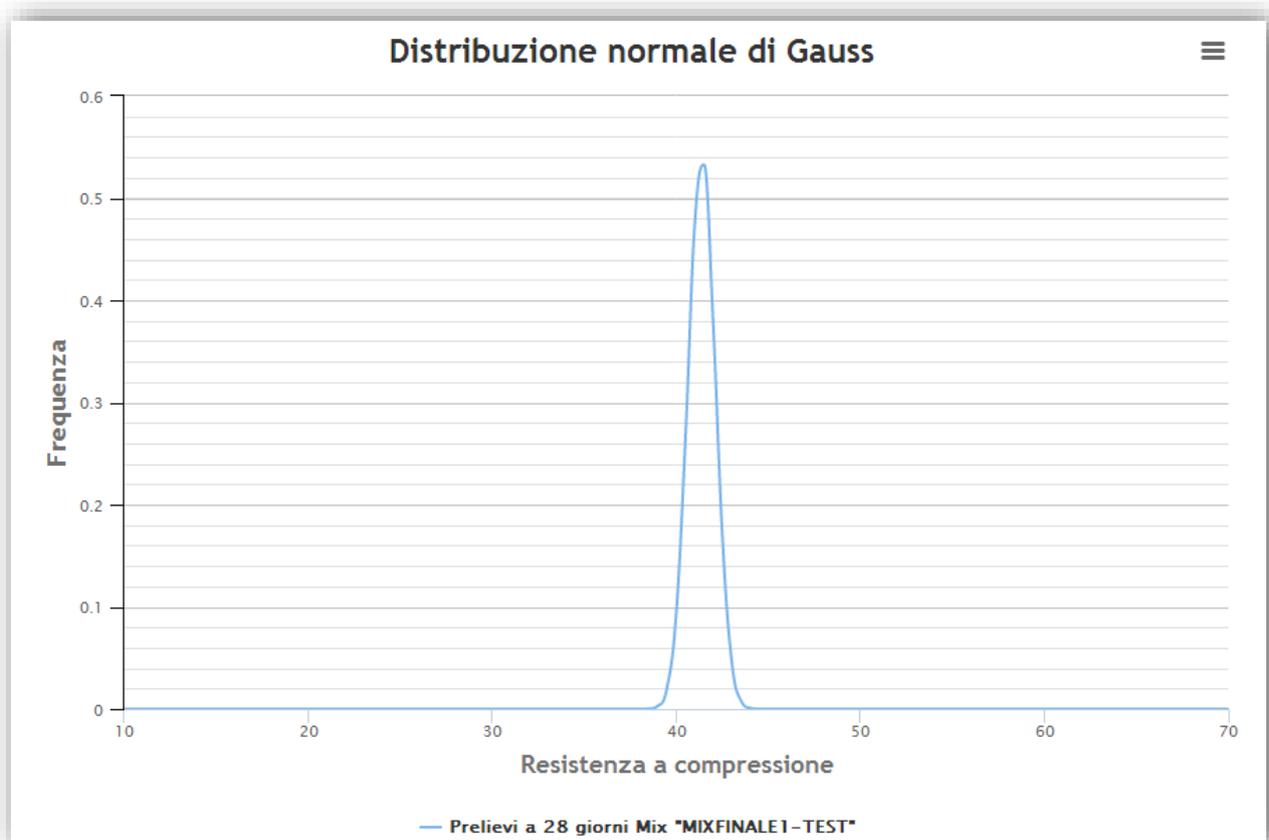
Dopo aver caricato il primo mix sarà possibile effettuare il caricamento dei prelievi, fase propedeutica per il monitoraggio e conseguente ottimizzazione delle miscele.

Supponiamo di aver fatto la seguente sperimentazione, con prelievi a 7 e 28 giorni. I valori presi per questo tutorial sono puramente indicativi, e saranno utili per i tutorial successivi. A titolo di esempio ci limiteremo ad inserire soltanto i valori obbligatori dei prelievi ricordando l'utilità di compilare quanti più campi possibili al fine di risalire più facilmente ad eventuali cause di anomalie di produzione.

N. indagine	Sigla Prelievo	Data di getto	Data schiacciamento	Resistenza Cubetto A	Resistenza Cubetto B	Resistenza media Prelievo
1	1-7	01/08/2014	08/08/2014	33.50	32.50	33.00
	1-28	01/08/2014	29/08/2014	41.50	42.50	42.00
2	2-7	02/08/2014	09/08/2014	32.00	33.00	32.50
	2-28	02/08/2014	30/08/2014	40.00	41.00	40.50
3	3-7	03/08/2014	10/08/2014	35.00	34.00	34.50
	3-28	03/08/2014	31/08/2014	46.00	45.00	45.50
4	4-7	04/08/2014	11/08/2014	34.00	33.00	33.50
	4-28	04/08/2014	01/09/2014	40.50	41.50	41.00
5	5-7	05/08/2014	12/08/2014	33.00	34.00	33.50
	5-28	05/08/2014	02/09/2014	42.00	41.00	41.50
6	6-7	06/08/2014	13/08/2014	33.50	32.50	33.00
	6-28	06/08/2014	03/09/2014	42.00	41.00	41.50
7	7-7	07/08/2014	14/08/2014	33.00	34.00	33.50
	7-28	07/08/2014	04/09/2014	41.00	40.00	40.50
8	8-7	08/08/2014	15/08/2014	34.50	33.50	34.00
	8-28	08/08/2014	05/09/2014	42.50	42.00	42.25
9	9-7	09/08/2014	16/08/2014	33.00	32.00	32.50
	9-28	09/08/2014	06/09/2014	42.00	41.00	41.50
10	10-7	10/08/2014	17/08/2014	34.00	33.00	33.50
	10-28	10/08/2014	07/09/2014	40.75	40.25	40.50
11	11-7	11/08/2014	18/08/2014	33.50	32.50	33.00
	11-28	11/08/2014	08/09/2014	42.00	43.00	42.50
12	12-7	12/08/2014	19/08/2014	33.00	32.00	32.50
	12-28	12/08/2014	09/09/2014	43.00	44.00	43.50
13	13-7	13/08/2014	20/08/2014	33.00	32.00	32.50
	13-28	13/08/2014	10/09/2014	44.00	42.00	43.00
14	14-7	14/08/2014	21/08/2014	32.50	31.50	32.00
	14-28	14/08/2014	11/09/2014	43.50	43.00	43.25
15	15-7	15/08/2014	22/08/2014	32.00	31.00	31.50
	15-28	15/08/2014	12/09/2014	41.50	40.50	41.00
16	16-7	16/08/2014	23/08/2014	32.00	33.00	32.50
	16-28	16/08/2014	13/09/2014	41.00	40.00	40.50
17	17-7	17/08/2014	24/08/2014	33.50	32.50	33.00
	17-28	17/08/2014	14/09/2014	40.00	39.00	39.50
18	18-7	18/08/2014	25/08/2014	34.00	33.00	33.50
	18-28	18/08/2014	15/09/2014	41.00	39.00	40.00
19	19-7	19/08/2014	26/08/2014	31.75	31.25	31.50
	19-28	19/08/2014	16/09/2014	38.00	39.00	38.50
20	20-7	20/08/2014	27/08/2014	34.00	33.00	33.50
	20-28	20/08/2014	17/09/2014	38.00	36.00	37.00

N. indagine	Sigla Prelievo	Data di getto	Data schiacciamento	Resistenza Cubetto A	Resistenza Cubetto B	Resistenza media Prelievo
21	21-7	21/08/2014	28/08/2014	29.50	30.50	30.00
	21-28	21/08/2014	18/09/2014	39.75	39.25	39.50
22	22-7	22/08/2014	29/08/2014	32.00	33.00	32.50
	22-28	22/08/2014	19/09/2014	39.00	38.00	38.50
23	23-7	23/08/2014	30/08/2014	30.00	32.00	31.00
	23-28	23/08/2014	20/09/2014	39.00	40.00	39.50
24	24-7	24/08/2014	31/08/2014	33.00	32.00	32.50
	24-28	24/08/2014	21/09/2014	41.00	41.50	41.25
25	25-7	25/08/2014	01/09/2014	30.75	30.25	30.50
	25-28	25/08/2014	22/09/2014	38.50	39.50	39.00
26	26-7	26/08/2014	02/09/2014	32.00	30.00	31.00
	26-28	26/08/2014	23/09/2014	40.25	40.75	40.50
27	27-7	27/08/2014	03/09/2014	30.00	31.00	30.50
	27-28	27/08/2014	24/09/2014	39.50	40.50	40.00
28	28-7	28/08/2014	04/09/2014	31.00	32.00	31.50
	28-28	28/08/2014	25/09/2014	40.00	41.50	40.75

Una volta caricato il decimo provino si attiverà la visualizzazione del diagramma di Gauss che ci fornirà una indicazione precisa sulla dispersione dei risultati.



TUTORIAL 5: MONITORAGGIO BASE CUSUM M

ELENCO MIX → MIXFINALE2-TEST → MONITORAGGI

In questo tutorial supponiamo di aver già caricato i prelievi relativi al tutorial precedente, ma su un nuovo mix che chiameremo MIXFINALE2-TEST, che sarà identico a quello del tutorial precedente tranne per il fatto che sceglieremo un $R_{ck} = 35$ MPa. Caricati tutti i prelievi procederemo ad analizzare un monitoraggio base CUSUM M, quindi sfruttando soltanto i prelievi a 28 giorni.

La ricetta finale che otterremo sarà la seguente:

condizioni variabili di umidità »					
CODICE	NOME COMMERCIALE	PRODUTTORE	QUANTITA'[Kg/m3]	COSTO UNITARIO[€]	COSTO PARZIALE
ND	ACQUA EFFICACE	ND	147,35		0,000
C1-TEST	i.work TECNOCEM A-LL 42,5 R	Italcementi s.p.a.	327,45	0,110	36,020
S1-TEST	Azolo	PAVIMEN.TIR srl	760,48	0,015	11,407
G1-TEST	Graniglia	PAVIMEN.TIR srl	474,20	0,017	8,061
P1-TEST	Pietrisco	PAVIMEN.TIR srl	449,41	0,017	7,640
S2-TEST	Sabbia quarzosa	Allegro Biagio (Cava Perciata)	303,43	0,013	3,945
A1-TEST	GLENIUM SKY 698	BASF Italia s.p.a.	2,62	1,000	2,620
TOTALE			2.464,94		69,693

Proseguiamo adesso con la creazione del monitoraggio CUSUM M

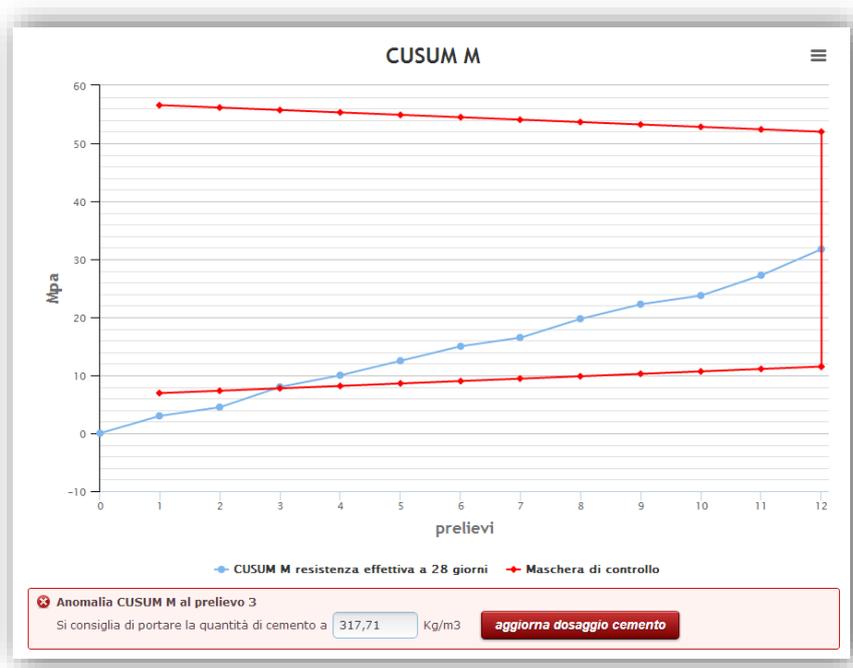
*nome monitoraggio: CUSUM-M1-TEST

*tipo di monitoraggio: CUSUM M

*Deviazione Standard Obiettivo: scegliamo il valore 2.50

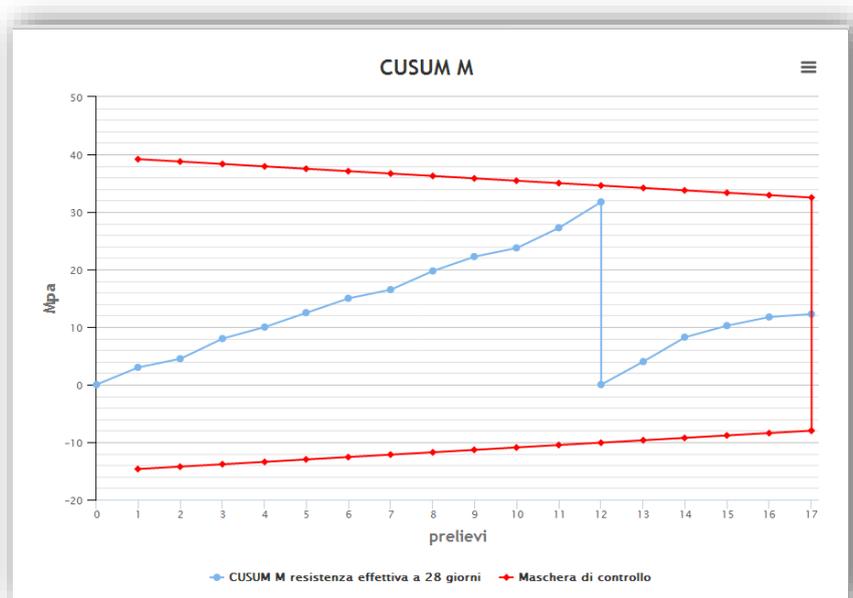
La quantità di cemento di partenza sarà pari a $327,45 \text{ Kg/m}^3$ e la Resistenza Media Obiettivo (TMS) sarà pari a 39MPa.

Procediamo con il caricamento dei prelievi. Arrivati al prelievo n. 12 verrà evidenziata una anomalia di produzione a partire dal prelievo n. 3. Notare che il grafico tende verso l'alto, questo significa che i risultati ottenuti sono migliori rispetto a quanto richiesto da un $R_{ck} 35 \text{ MPa}$ e quindi il sistema dovrà consigliarci di diminuire la quantità di cemento del nostro mix. Infatti ci verrà fornita automaticamente la contromisura da adottare, consigliandoci la quantità di $317,71 \text{ Kg/m}^3$.



Cliccando su *aggiorna dosaggio cemento* verrà riazzerato il grafico CUSUM M, e da questo momento in poi tutti i prelievi caricati dovranno essere fatti sulla base del nuovo mix mandato in produzione che avrà la quantità di cemento di 317,71 Kg/m³. per cui ci attenderemo da questo momento in poi un grafico con una pendenza più lieve.

Il nuovo grafico sarà del tipo:



Senza la necessità di conoscere tutti gli aspetti teorici dietro il controllo statistico del processo di produzione è stato possibile ottimizzare la miscela risparmiando cemento rinunciando al solo surplus di resistenza che non comporta benefici, a vantaggio di un reale risparmio economico.

TUTORIAL 6: MONITORAGGIO AVANZATO CUSUM MRC

ELENCO MIX → MIXFINALE2-TEST → MONITORAGGI

Nel tutorial precedente per fare un monitoraggio base avevamo sfruttato solamente i valori di resistenza a compressione a 28 giorni. Adesso per effettuare il monitoraggio avanzato dovremo caricare nel sistema tutti i relativi valori a 7 giorni. Il sistema automaticamente raggrupperà i prelievi in funzione della data di getto.

N.B: Le anomalie che verranno evidenziate in questo esempio servono solamente a far comprendere come è strutturato un monitoraggio avanzato e quali conseguenze scaturiscono dalle intersezioni delle maschere con i grafici.

Proseguiamo adesso con la creazione del monitoraggio CUSUM MRC

*nome monitoraggio: CUSUM-MRC1-TEST

*tipo di monitoraggio: CUSUM MRC

*Deviazione Standard Obiettivo: scegliamo il valore 2.50

La quantità di cemento di partenza sarà pari a $327,45 \text{ Kg/m}^3$ e la Resistenza Media Obiettivo (TMS) sarà pari a 39MPa.

Procediamo con il caricamento dei prelievi. Arrivati al prelievo n. 16 verrà evidenziata una anomalia di produzione CUSUM R a partire dal prelievo n. 4. Questo significa che la Deviazione Standard Obiettivo scelta è sensibilmente diversa rispetto ai risultati ottenuti. Infatti il valore proposto è pari a 2,11. Accettiamo la modifica e procediamo con l'inserimento degli altri prelievi.

Al prelievo n.18 rileveremo una ulteriore anomalia, stavolta sarà CUSUM M, questo significa che influenzerà la quantità di cemento. Infatti la quantità di cemento proposta sarà pari a $322,44 \text{ Kg/m}^3$. Accettiamo la modifica e procediamo con il caricamento degli altri prelievi.

Al prelievo n.27 rileveremo una anomalia CUSUM C, questo significa che vi è una differenza sensibile tra i valori di resistenza a 28 giorni prevista e i valori di resistenza a 28 giorni effettiva. Questo produce una modifica del fattore di correzione della correlazione 7-28 pari a 1,03. Accettando la correzione si potrà proseguire con l'inserimento degli eventuali altri prelievi.

Riepilogando, le 3 intersezioni hanno prodotto i seguenti risultati:

- 1) CUSUM R: diminuzione della Deviazione Standard Obiettivo da 2,50 a 2,11, questo ci ha fatto comprendere che i nostri risultati sono meno dispersivi di quanto ipotizzato in partenza;
- 2) CUSUM M: diminuzione della quantità di cemento da $327,45 \text{ Kg/m}^3$ a $322,44 \text{ Kg/m}^3$, questo ci ha fatto comprendere che abbiamo ottenuto valori di resistenza a compressione migliori rispetto a quanto era lecito attendersi per un R_{ck} 35 MPa;

- 3) CUSUM C: variazione del fattore di correzione della correlazione 7-28 giorni, da 1 a 1,03 che ci ha fatto comprendere come le resistenze stimate a 28 giorni determinate sulla base delle resistenze effettive a 7 giorni, fossero sottostimate rispetto alla reale situazione;

Vediamo adesso cosa sarebbe successo se invece di creare un monitoraggio con una Deviazione Standard Obiettivo pari a 2,50 avessimo ipotizzato DS Obiettivo pari a 2,00.

*nome monitoraggio: CUSUM-MRC2-TEST

*tipo di monitoraggio: CUSUM MRC

*Deviazione Standard Obiettivo: scegliamo il valore 2.00

La quantità di cemento di partenza sarà pari a 327,45 Kg/m³ e la Resistenza Media Obiettivo (TMS) sarà pari a 38 MPa.

Al prelievo n.8 rileveremo una anomalia CUSUM M con un dosaggio di cemento consigliato pari a 316,69 Kg/m³. Verranno rilevate altre anomalie, ma quello su cui è utile soffermarsi è il fatto che il sistema reagisce in tempo reale ai dati caricati e offre soluzioni coerenti con i prelievi inseriti. Non è possibile paragonare i risultati di questo monitoraggio con quello precedente in quanto nel momento in cui viene evidenziata una anomalia, si produce una variazione negli impasti messi in produzione per cui tutti i prelievi successivi alla anomalia saranno strettamente legati alla variazione operata. In pratica se si abbassa la quantità di cemento al prelievo n.8 sarà lecito attendersi una diminuzione della resistenza dei prelievi successivi al n. 8. Situazioni di partenza diverse, porteranno il sistema CUSUM a proporci correzioni diverse che produrranno variazioni alla produzione, che produrranno a loro volta ulteriori correzioni.

Gli esempi presenti in questo tutorial sono stati costruiti per forzare quante più anomalie possibile per far comprendere come il sistema reagisca. Nella pratica corrente le anomalie sono molto meno frequenti ed è più semplice capire le cause che necessitano interventi nella produzione.

Come scegliere la Deviazione Standard Obiettivo

La Deviazione Standard, così come descritto nei capitoli precedenti del presente manuale, può essere determinata con sufficiente approssimazione a partire da un numero minimo di 35 prelievi. In alternativa possiamo utilizzare la formula seguente per determinare una stima della DS con un numero di provini sensibilmente più piccolo pari a 15:

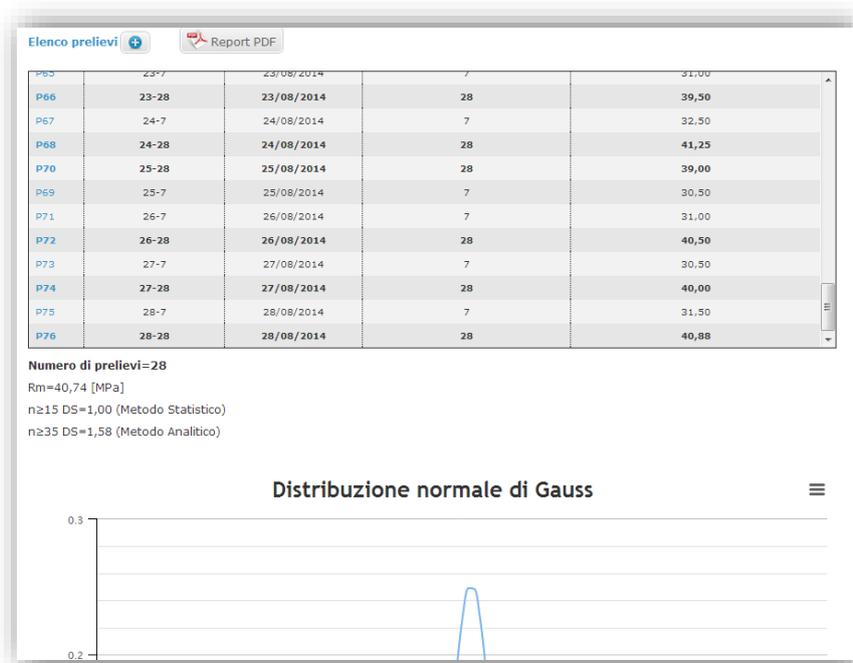
$$DS = 0.886 \cdot Rm$$

Dove Rm è il rango medio

La tabella seguente fornisce il calcolo sulla base dei prelievi caricati nel tutorial.

Calcolo della deviazione standard utilizzando il rango medio			
Numero Provino	Resistenza cubica N/mm ²	Rango N/mm ²	Calcolo della deviazione standard
1	42.00	/	Stima della deviazione standard = = 0.886 * 16/14 = 0.886 * 1.14 = = 1.01 N/mm ²
2	40,50	1.50	
3	42.50	2.00	
4	41.00	1.50	
5	41.50	0.50	
6	41.50	0.00	
7	40.50	1.00	
8	42.25	1.75	
9	41.50	0.75	
10	40.50	1.00	
11	42.50	2.00	
12	43.50	1.00	
13	43.00	0.50	
14	43.25	0.25	
15	41.00	2.25	
Somma dei Ranghi		16.00	
Rango medio		1.14	

Il metodo statistico fornisce quindi una stima della DS = 1,01. Ciò premesso, la maniera migliore per iniziare un monitoraggio avanzato è caricare almeno 15 prelievi, leggere il valore della DS stimata nella pagina prelievi subito sopra il diagramma di Gauss. Iniziare il monitoraggio con un valore della DS approssimato a ±0.5.



NB: appare doveroso sottolineare il fatto che anche se i monitoraggi (Base o Avanzati) dovessero suggerire una diminuzione della quantità di cemento su mix che già hanno come dosaggio quello minimo imposto dalla

normativa, sebbene il sistema lo consenta, tale variazione comporterebbe una violazione della UNI 11104 o EN 206, per cui sarà economicamente proficuo attivare monitoraggi CUSUM solo su mix su cui c'è reale margine di diminuzione del dosaggio di cemento, mentre le considerazioni sui prelievi rimangono valide per tutti i mix in quanto obbligatori per il mantenimento del Certificato FPC.

TUTORIAL 7: EFFETTI DELLA DEVIAZIONE STANDARD SUI COSTI DI PRODUZIONE

In questo tutorial non tratteremo nuove funzioni, ma ci limiteremo a valutare gli effetti economici dovuti al raggiungimento di una determinata Deviazione Standard immaginando che due centrali di betonaggio adottino lo stesso identico mix e che effettuino ognuna una campagna di n. 35 prelievi a 28 giorni.

Centrale di Betonaggio A: MIX-FINALE3-TEST

Centrale di Betonaggio B: MIX-FINALE4-TEST

Entrambi i mix saranno identici per composizione e dosaggio e saranno realizzati con gli stessi parametri del MIX-FINALE1-TEST precedentemente illustrato, con la sola differenza di attivare, nella creazione della ricetta finale, il controllo di tipo B con DS = 4 MPa e k = 1.64. Immaginiamo per entrambe le centrali di betonaggio una produzione media annua di 10.000 m³ di mix in R_{ck} 30.

Attivando il controllo di tipo B il dosaggio di cemento sarà pari a 313,51 kg/m³.

Curva ideale e MIX					
Dettagli					
Prelievi					
Monitoraggi					
Report PDF					
condizioni variabili di umidità >					
CODICE	NOME COMMERCIALE	PRODUTTORE	QUANTITA'[Kg/m3]	COSTO UNITARIO[€]	COSTO PARZIALE
ND	ACQUA EFFICACE	ND	147,35		0,000
C1-TEST	i.work TECNOCEM A-LL 42,5 R	Italcementi s.p.a.	313,51	0,110	34,486
S1-TEST	Azolo	PAVIMEN.TIR srl	765,19	0,015	11,478
G1-TEST	Graniglia	PAVIMEN.TIR srl	477,15	0,017	8,112
P1-TEST	Pietrisco	PAVIMEN.TIR srl	452,20	0,017	7,687
S2-TEST	Sabbia quarzosa	Allegro Biagio (Cava Perciata)	305,31	0,013	3,969
A1-TEST	GLENIUM SKY 698	BASF Italia s.p.a.	2,51	1,000	2,510
TOTALE			2.463,22		68,242

Centrale di betonaggio A

ELENCO MIX → MIXFINALE3-TEST → PRELIEVI

Carichiamo i seguenti prelievi

N. indagine	Sigla Prelievo	Data di getto	Data schiacciamento	Resistenza Cubetto A	Resistenza Cubetto B	Resistenza media Prelievo
1	1-28	01/08/2014	29/08/2014	35.50	37.25	36.38
2	2-28	02/08/2014	30/08/2014	34.26	36.12	35.19
3	3-28	03/08/2014	31/08/2014	38.10	39.46	38.37
4	4-28	04/08/2014	01/09/2014	32.25	33.18	32.72
5	5-28	05/08/2014	02/09/2014	33.85	32.95	33.40
6	6-28	06/08/2014	03/09/2014	41.12	39.56	40,34
7	7-28	07/08/2014	04/09/2014	34.12	34.59	34.36
8	8-28	08/08/2014	05/09/2014	36.14	37.98	37.06
9	9-28	09/08/2014	06/09/2014	31.87	32.12	32.00
10	10-28	10/08/2014	07/09/2014	40.58	41.36	40.97
11	11-28	11/08/2014	08/09/2014	43.01	42.74	42.88
12	12-28	12/08/2014	09/09/2014	37.25	38.59	37.92
13	13-28	13/08/2014	10/09/2014	34.58	32.89	33.74
14	14-28	14/08/2014	11/09/2014	32.87	33.12	33.00
15	15-28	15/08/2014	12/09/2014	42.66	41.25	41.96
16	16-28	16/08/2014	13/09/2014	39.21	37.98	38.60
17	17-28	17/08/2014	14/09/2014	39.18	40.86	40.02
18	18-28	18/08/2014	15/09/2014	31.08	33.87	32.48
19	19-28	19/08/2014	16/09/2014	32.84	31.98	32.41
20	20-28	20/08/2014	17/09/2014	31.96	30.57	31.27

N. indagine	Sigla Prelievo	Data di getto	Data schiacciamento	Resistenza Cubetto A	Resistenza Cubetto B	Resistenza media Prelievo
21	21-28	21/08/2014	18/09/2014	39.47	38.69	39.08
22	22-28	22/08/2014	19/09/2014	42.08	41.85	41.97
23	23-28	23/08/2014	20/09/2014	32.07	33.84	32.96
24	24-28	24/08/2014	21/09/2014	35.74	36.49	36.12
25	25-28	25/08/2014	22/09/2014	31.64	34.09	32.87
26	26-28	26/08/2014	23/09/2014	30.84	31.08	30.96
27	27-28	27/08/2014	24/09/2014	38.76	37.54	38.15
28	28-28	28/08/2014	25/09/2014	42.04	43.84	42.94
29	29-28	29/08/2014	26/09/2014	40.84	42.97	41.91
30	30-28	30/08/2014	27/09/2014	34.81	33.59	34.20
31	31-28	31/08/2014	28/09/2014	32.09	33.84	32.97
32	32-28	01/09/2014	29/09/2014	38.94	37.58	38.26
33	33-28	02/09/2014	30/09/2014	34.01	35.19	34.60
34	34-28	03/09/2014	01/10/2014	31.42	30.94	31.18
35	35-28	04/09/2014	02/10/2014	39.58	38.94	39.26

I risultati ottenuti saranno i seguenti:

Resistenza Media a 28 giorni: 36.37MPa

Deviazione Standard metodo statistico: 3.80MPa

Deviazione Standard metodo analitico: 3.78MPa

Centrale di betonaggio B

ELENCO MIX →MIXFINALE4-TEST →PRELIEVI

N. indagine	Sigla Prelievo	Data di getto	Data schiacciamento	Resistenza Cubetto A	Resistenza Cubetto B	Resistenza media Prelievo
1	1-28	01/08/2014	29/08/2014	36.50	37.29	36.90
2	2-28	02/08/2014	30/08/2014	35.74	34.59	35.17
3	3-28	03/08/2014	31/08/2014	37.51	37.90	37.71
4	4-28	04/08/2014	01/09/2014	34.76	33.83	34.30
5	5-28	05/08/2014	02/09/2014	35.90	34.86	35.38
6	6-28	06/08/2014	03/09/2014	40.67	39.84	40.26
7	7-28	07/08/2014	04/09/2014	37.59	36.51	37.05
8	8-28	08/08/2014	05/09/2014	34.68	35.01	34.85
9	9-28	09/08/2014	06/09/2014	39.65	40.12	39.89
10	10-28	10/08/2014	07/09/2014	38.59	38.65	38.62
11	11-28	11/08/2014	08/09/2014	34.18	33.20	33.69
12	12-28	12/08/2014	09/09/2014	31.69	33.18	32.44
13	13-28	13/08/2014	10/09/2014	34.67	35.19	34.93
14	14-28	14/08/2014	11/09/2014	38.17	39.54	38.86
15	15-28	15/08/2014	12/09/2014	36.29	34.94	35.62
16	16-28	16/08/2014	13/09/2014	39.58	38.15	38.87
17	17-28	17/08/2014	14/09/2014	35.88	34.98	35.43
18	18-28	18/08/2014	15/09/2014	39.15	39.84	39.50
19	19-28	19/08/2014	16/09/2014	34.90	35.21	35.06
20	20-28	20/08/2014	17/09/2014	37.48	36.97	37.23

N. indagine	Sigla Prelievo	Data di getto	Data schiacciamento	Resistenza Cubetto A	Resistenza Cubetto B	Resistenza media Prelievo
21	21-28	21/08/2014	18/09/2014	39.10	38.64	38.87
22	22-28	22/08/2014	19/09/2014	36.88	35.90	36.39
23	23-28	23/08/2014	20/09/2014	38.16	37.59	37.88
24	24-28	24/08/2014	21/09/2014	34.87	34.10	34.49
25	25-28	25/08/2014	22/09/2014	39.12	38.76	38.94
26	26-28	26/08/2014	23/09/2014	36.55	36.08	36.32
27	27-28	27/08/2014	24/09/2014	37.19	37.98	37.59
28	28-28	28/08/2014	25/09/2014	32.81	32.94	32.88
29	29-28	29/08/2014	26/09/2014	34.19	35.74	34.97
30	30-28	30/08/2014	27/09/2014	38.74	37.19	37.97
31	31-28	31/08/2014	28/09/2014	34.89	35.79	35.34
32	32-28	01/09/2014	29/09/2014	39.14	37.18	38.19
33	33-28	02/09/2014	30/09/2014	37.18	38.01	37.60
34	34-28	03/09/2014	01/10/2014	33.20	32.98	33.09
35	35-28	04/09/2014	02/10/2014	30.89	30.07	30.48

I risultati ottenuti saranno i seguenti:

Resistenza Media a 28 giorni: 36.36MPa

Deviazione Standard metodo statistico: 2.58MPa

Deviazione Standard metodo analitico: 2.32MPa

Avendo effettuato 35 prelievi possiamo adottare la DS determinata con il metodo analitico, per cui effettuiamo i seguenti calcoli:

Per la centrale di betonaggio A:

$$TMS = R_{ck} + (DS \cdot k) = 30 + (3.78 \cdot 1.64) = 36.20 \text{MPa}$$

Tale valore risulta molto vicino alla Resistenza Media effettiva pari a 36.37MPa

Per la centrale di betonaggio B:

$$TMS = R_{ck} + (DS \cdot k) = 30 + (2.32 \cdot 1.64) = 33.80 \text{MPa}$$

Tale valore risulta notevolmente inferiore alla Resistenza Media effettiva pari a 36.36MPa

La centrale di betonaggio A non ha possibilità di variare il dosaggio di cemento in quanto la Resistenza Media effettiva coincide con la Resistenza Media Obiettivo (TMS). Abbassare la quantità di cemento comporterebbe il concreto rischio di incorrere in una non conformità nelle forniture.

La centrale di betonaggio B invece ha un ottimo margine di manovra per poter abbassare la quantità di cemento avendo una Resistenza Media Obiettivo di 33.80MPa e una Resistenza Media effettiva di 36.36MPa.

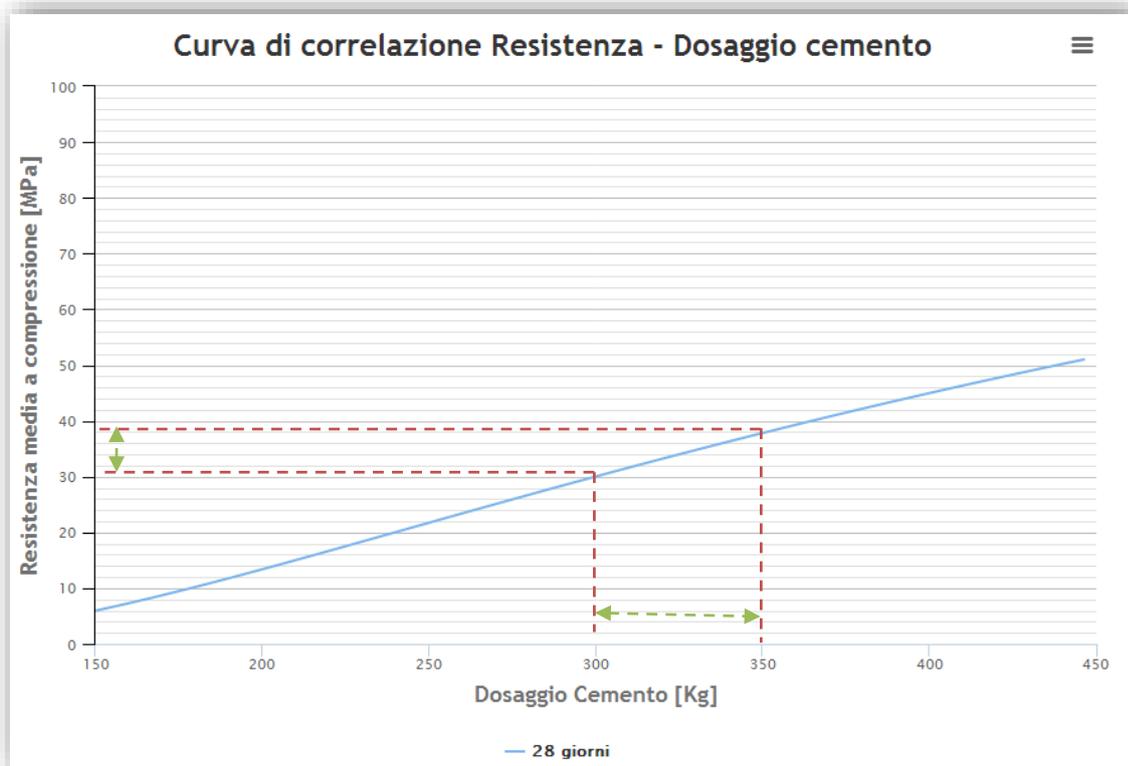
Il mix è un R_{ck} 30 in Classe di Esposizione XC1, per cui il limite oltre il quale non è possibile abbassare la quantità di cemento è pari a $300\text{kg}/\text{m}^3$. Il dosaggio di cemento attualmente utilizzato è $313.51\text{kg}/\text{m}^3$.

Determiniamo analiticamente la quantità di cemento che produca la variazione di 1 MPa:

Dalla curva di correlazione *Resistenza – Dosaggio cemento* prendiamo 2 punti qualsiasi, ad esempio

Dos = 300 Kg e Dos = 350 kg, ricaviamo le rispettive resistenze (30MPa e 38MPa) ottenendo che 50 kg di cemento producono una variazione di 8 MPa, questo significa che in questo mix per variare di 1MPa la resistenza del calcestruzzo, dovremo variare di 6.25kg il dosaggio di cemento.

$$(350 - 300) / (38 - 30) = 6.25 \text{ kg di cemento}$$



Per la centrale B, la differenza tra Resistenza Media Obiettivo (33.80MPa) e Resistenza Media effettiva (36.36MPa) è di oltre 2 MPa, ma cautelativamente scegliamo di abbassarla considerandone soltanto 2 MPa, per cui possiamo abbassare la quantità di cemento di $2 * 6.25\text{Kg} = 12.50\text{kg}$ che arrotondiamo a 12kg. Considerato il costo del cemento pari a 0.11€/kg, moltiplicando per la produzione media annua di 10.000m^3 si avrà:

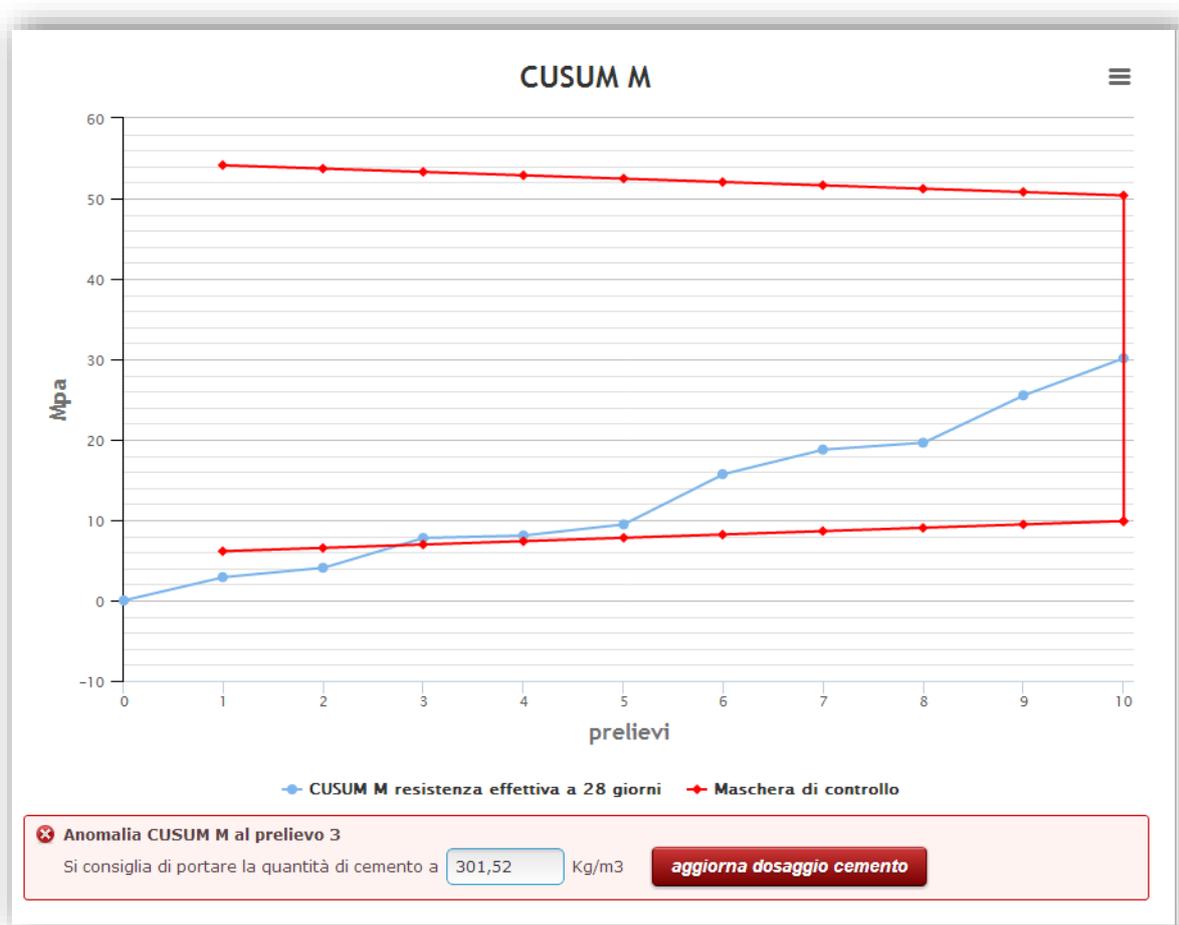
$$12 * 0.11 * 10.000 = 13.200\text{€/anno}$$

Quindi otterremo un risparmio annuo pari a 13.200€ rispetto ai costi della centrale di betonaggio A, senza rischiare di incorrere in una non conformità.

L'esempio chiaramente ha il solo scopo di far riflettere sull'importanza del mantenimento di una bassa Deviazione Standard, perché questo ha un impatto diretto e rilevante sui costi di gestione di una miscela e

conseguentemente sui costi di gestione di un impianto di calcestruzzo. Per questo motivo i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria sull'impianto, unitamente ad una gestione oculata di tutti gli aspetti della produzione (mantenimento dell'efficienza di tutte le attrezzature, betoniere, rigorosa formazione del personale ecc.) sono ampiamente ripagati perché consentono un risparmio concreto sui costi delle materie prime mantenendo intatta la qualità della produzione.

Tutte queste considerazioni vengono confermate dal monitoraggio CUSUM M applicato alla centrale di betonaggio B, infatti il sistema rileva da subito che le resistenze effettive ottenute sono ben oltre i margini di sicurezza e suggerisce quindi una diminuzione della quantità di cemento.



Ovviamente se il paragone fosse stato fatto rispetto ad una centrale avente Deviazione Standard pari a 5MPa il risparmio sarebbe ancora più accentuato. Inoltre se si considera il fatto che il monitoraggio può essere effettuato per tutte le miscele in produzione, ci si accorge come sia estremamente proficuo effettuare una costante campagna di prelievi, perché è su di essi che si può costruire il progetto di risparmio sui costi di produzione.