

# MANUALE UTENTE

*Mapeshield Software Design*

## Indice:

|   |    |
|---|----|
| Introduzione .....  | 1  |
| Interfaccia del programma .....                                 | 1  |
| Ferri di armatura.....  | 1  |
| Superficie di calcestruzzo.....                                 | 2  |
| Condizioni della struttura .....                                | 2  |
| Risultati del calcolo .....                                     | 3  |
| Esempi di calcolo .....   | 5  |
| Protezione catodica galvanica della spalla di un viadotto ..... | 5  |
| Protezione catodica galvanica di un pilastro.....               | 9  |
| Protezione catodica galvanica di una trave .....                | 10 |

## Introduzione

*Mapeshield Software Design* è un programma di calcolo che permette di effettuare il dimensionamento del sistema di protezione catodica galvanica mediante l'impiego degli anodi della linea Mapeshield. Attraverso l'inserimento di una serie di informazioni inerenti alla struttura, il programma fornisce la tipologia ed il numero di anodi che meglio si adatta alle condizioni in esame. *Mapeshield Software Design*, valuta tutte le possibili combinazioni di anodi ed individua automaticamente la soluzione tecnicamente ed economicamente più vantaggiosa. In relazione ai dati inseriti, il programma potrebbe dare la possibilità di scegliere tra l'utilizzo di anodi interni (**Mapeshield I**) ed anodi esterni (**Mapeshield E**) in quanto entrambe le soluzioni rappresentano una valida alternativa. La scelta di uno o dell'altro prodotto dovrà pertanto essere effettuata considerando altri fattori quali per esempio: la geometria dell'elemento in calcestruzzo, la zona di applicazione degli anodi, la logistica di cantiere, ecc.

Nelle successive pagine di questo documento verrà descritta l'interfaccia del programma, il significato dei parametri di calcolo richiesti e verranno inoltre presentati alcuni esempi di calcolo che permetteranno di comprendere facilmente il funzionamento di *Mapeshield Software Design*.

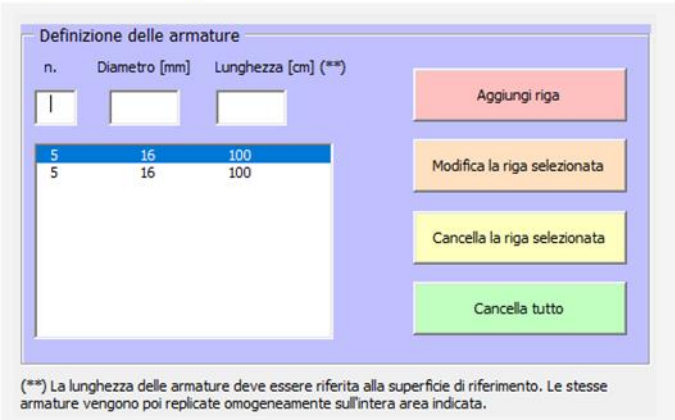
## Interfaccia del programma

L'interfaccia di *Mapeshield Software Design* può essere suddivisa in 4 macroaree:

- ferri di armatura;
- superficie di calcestruzzo;
- condizioni della struttura;
- risultati del calcolo.

### Ferri di armatura

L'area relativa ai ferri di armatura, collocata in alto a sinistra, rappresenta una delle parti più importanti del programma. Infatti, la superficie di acciaio da proteggere rappresenta un parametro fondamentale del dimensionamento: maggiore è la superficie di acciaio e maggiore sarà la quantità di zinco (anodi) richiesta.



| n. | Diametro [mm] | Lunghezza [cm] (***) |
|----|---------------|----------------------|
| 5  | 16            | 100                  |
| 5  | 16            | 100                  |

(\*\*) La lunghezza delle armature deve essere riferita alla superficie di riferimento. Le stesse armature vengono poi replicate omogeneamente sull'intera area indicata.

In questa sezione dovranno quindi essere inserite le informazioni relative alle barre di armatura:

- il numero;
- il diametro;
- la lunghezza.

Queste informazioni dovranno essere riferite alla superficie di calcestruzzo di riferimento, assunta come superficie rappresentativa dell'intero elemento che si intende proteggere. Per questo motivo, si suppone che le caratteristiche delle armature qui inserite si possano replicare omogeneamente su tutta la restante

superficie. Gli esempi riportati più avanti nel presente manuale aiuteranno meglio a comprendere il significato di quanto qui esposto.

### Superficie di calcestruzzo

In questa sezione devono essere inserite le dimensioni delle superfici in calcestruzzo:

- quella di riferimento
- quella generale

The image shows a software dialog box titled "Superficie di calcestruzzo". At the top right, there is a checkbox labeled "Superfici coincidenti". Below this, there are two distinct sections. The left section is titled "Riferimento" and contains two input fields: "Base [cm]" with the value "50" and "Altezza [cm]" with the value "300". The right section is titled "Generale" and also contains two input fields: "Base [cm]" with the value "50" and "Altezza [cm]" with the value "300".

Per ovvi motivi, la superficie generale dovrà avere dimensioni maggiori, o al limite uguali, a quelle della zona di riferimento. Il programma effettua il calcolo del numero di anodi necessario per la superficie di riferimento e successivamente estende il calcolo a tutta la superficie.

Spuntando il tasto "Superfici coincidenti" è possibile rendere uguali le due superfici per evitare di inserire due volte gli stessi dati. Attivando tale opzione, le dimensioni della superficie di riferimento vengono automaticamente trasferite alla superficie generale.

### Condizioni della struttura

In questa sezione di *Mapeshield Software Design* devono essere selezionate le informazioni inerenti alle condizioni della struttura. In particolare, si dovrà indicare:

- se la struttura è di nuova realizzazione, oppure è una struttura esistente. In questo secondo caso, si dovrà specificare se la struttura dovrà essere ripristinata o meno prima dell'applicazione della protezione catodica
- la temperatura annua media della località in cui si trova la struttura
- la classe di esposizione oppure la concentrazione di cloruri a seconda delle opzioni che vengono selezionate in precedenza
- la durata richiesta al sistema di protezione: massimo 30 anni per strutture esistenti; massimo 50 per strutture nuove
- la malta da riparazione nel caso si preveda un intervento di ripristino.

Condizioni della struttura

Esistente     Nuova

Da ripristinare

---

Condizioni Ambientali

Temperatura annua media    20°C

Classe di esposizione    X0

Sub-class of exposure

Durata del sistema di protezione:    30 anni

---

Scelta della malta

Mapegrout Easy Flow Zero

Le classi di esposizione sono quelle previste dalla norma *UNI 11104* e sono richieste nel caso di strutture nuove oppure esistenti ma da ripristinare. Nel caso di strutture esistenti in cui, invece, non è previsto il ripristino, viene richiesta la concentrazione dei cloruri riferita al peso del cemento.

L'informazione richiesta è diversa nelle due situazioni in quanto:

- nel caso di strutture nuove i cloruri non potranno già essere presenti nel calcestruzzo (a meno di errori in fase di costruzione) ma potranno provenire solo dall'ambiente esterno
- nel caso di strutture da ripristinare, l'eventuale calcestruzzo contaminato verrà rimosso prima di eseguire la riparazione mediante malta o calcestruzzo
- nel caso, invece, di strutture esistenti in cui non è prevista la riparazione, gli eventuali cloruri presenti nel calcestruzzo rimarranno all'interno del conglomerato.

In funzione delle condizioni sopra esposte, si presenteranno differenti scenari per quanto riguarda il rischio di corrosione delle armature. Per questo motivo, il programma è stato sviluppato in modo tale da considerare tutte le possibili situazioni e fornire dei risultati il quanto più possibile accurati.

### Risultati del calcolo

I risultati del calcolo sono riassunti nell'apposita sezione in basso a sinistra. Qui di seguito un esempio di risultato.

**Risultati**

|    |                        |                         |
|----|------------------------|-------------------------|
| 12 | <b>Mapeshield I330</b> | Spaziatura: 90 cm       |
| 5  | <b>Mapeshield E25</b>  | Spaziatura: 60 cm (***) |

Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.  
 (\*\*\*) distanza asse-asse lamina. Le lamine si intendono applicate lungo la direzione maggiore.

**MAPEI**

Chiudi

Relazione Finale

In questa sezione viene indicato: il numero di anodi da disporre sull'intera superficie, la tipologia di anodi e la loro spaziatura (interesse tra un anodo ed il successivo).

La tipologia di anodi viene selezionata automaticamente dal programma in funzione dei dati di input inseriti (ferri di armatura, tipologia di struttura, condizioni di esposizione, ecc...).

Come indicato anche dalle note, gli anodi dovranno essere distribuiti in modo omogeneo sull'intera superficie da proteggere e gli anodi esterni dovranno essere applicati parallelamente al lato più lungo.

Infine, cliccando sul pulsante "Relazione Finale" è possibile accedere ad una pagina in cui sono riassunte tutte le informazioni inerenti alla struttura ed il dimensionamento del sistema di protezione catodica galvanica.

**NOME DEL PROGETTO:** Nome del progetto

Luogo  
Autore  
Data 05/07/2024

#### Informazioni sulla struttura

|                            |                             |
|----------------------------|-----------------------------|
| Condizione della struttura | Esistente   da ripristinare |
| Temperatura annua media    | 20 °C                       |
| Classe di esposizione      | X0                          |
| Durata della protezione    | 30 Anni                     |

#### Superficie di calcestruzzo | Area di riferimento

|         |        |
|---------|--------|
| Base    | 300 cm |
| Altezza | 300 cm |

#### Superficie di calcestruzzo | Area totale

|         |        |
|---------|--------|
| Base    | 300 cm |
| Altezza | 300 cm |

|   |                          |
|---|--------------------------|
| Superficie acciaio area di riferimento (+10%) | 1,382 mq                 |
| Rapporto acciaio/calcestruzzo                 | 0,154                    |
| Malta per il ripristino                       | Mapegrout Easy Flow Zero |

#### Risultati

12 Mapeshield I330 con una spaziatura di 90 cm  
oppure in alternativa

5 Mapeshield E25 con una spaziatura di 60 cm (\*)

- Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.
- (\*) distanza asse-asse lamina. Le lamine si intendono applicate lungo la direzione maggiore.

*Il risultato del calcolo si basa sulle condizioni definite dall'utente utilizzatore del software e sui dati da lui immessi. L'assenza di errori dei dati immessi sono responsabilità esclusiva di chi utilizza il software.*



La pagina così generata è pronta per poter essere stampata ed allegata alla relazione tecnica fornita negli allegati contenuti nella pagina web di *Mapeshield Software Design*.

## Esempi di calcolo

Di seguito verranno proposti alcuni esempi di dimensionamento del sistema di protezione catodica galvanica in modo tale da chiarire la modalità di funzionamento del programma.

### Protezione catodica galvanica della spalla di un viadotto

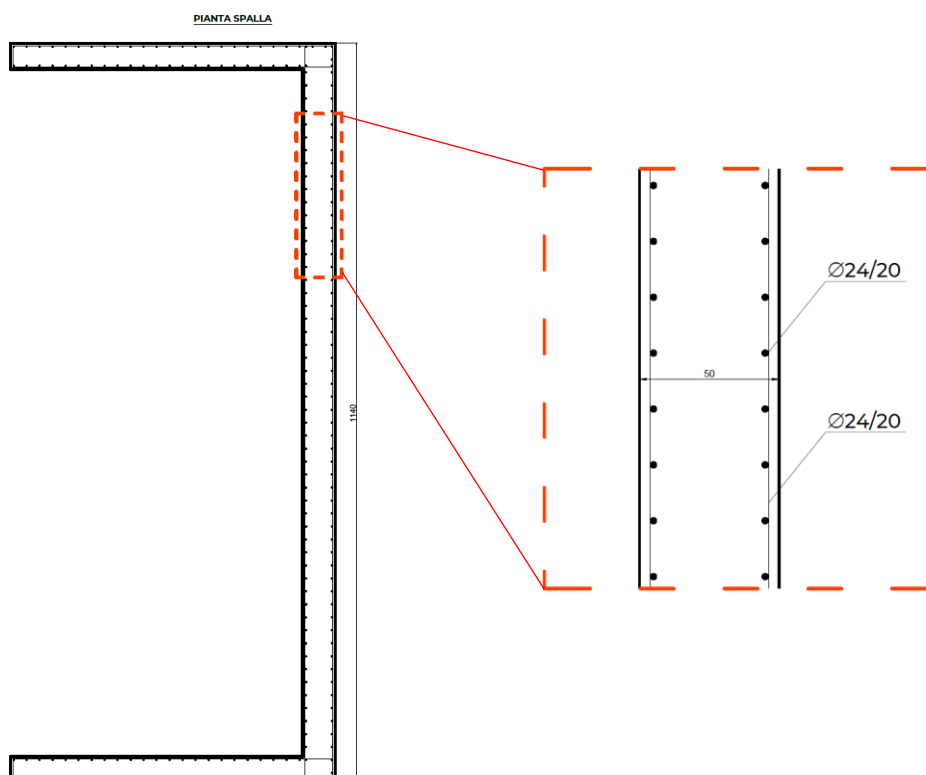
In questo esempio supponiamo di dover proteggere la spalla di un viadotto di nuova costruzione, con una classe di esposizione XC, e con una temperatura media annua ambientale di 20°C. Supponiamo, inoltre, che la durata richiesta del sistema di protezione sia di 50 anni.

Qui di seguito una schermata del programma che mostra l'inserimento dei dati sopra indicati.

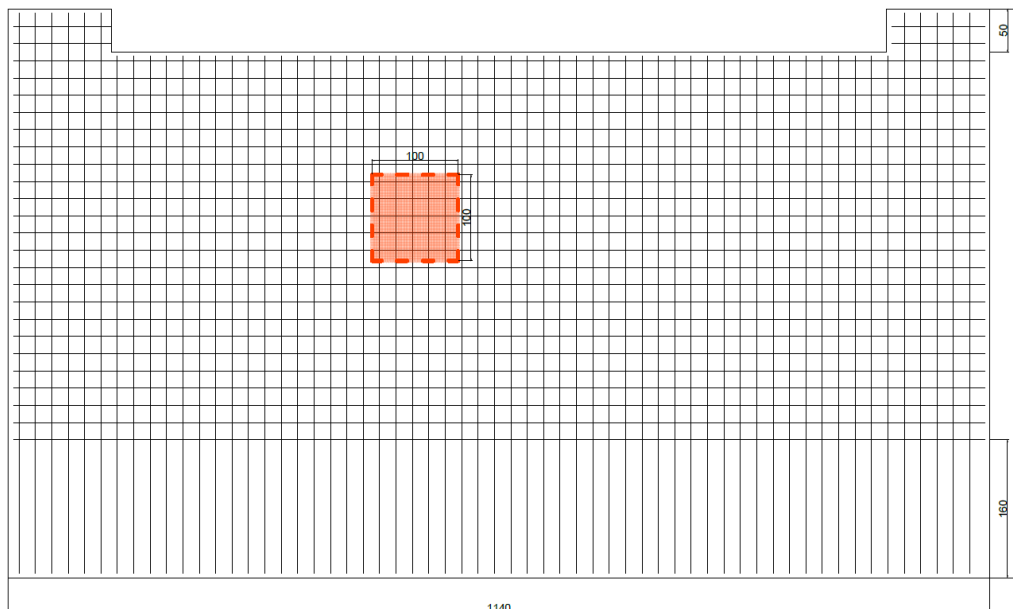
The screenshot shows a software window with the following fields and options:

- Condizioni della struttura:** Radio buttons for "Esistente" and "Nuova" (selected). Below is a dropdown menu.
- Condizioni Ambientali:**
  - Temperatura annua media: 20°C (dropdown)
  - Classe di esposizione: XC (dropdown)
  - Sotto-classe di esposizione: (empty dropdown)
- Durata del sistema di protezione: 50 anni
- Navigation arrows (left and right)
- Sceita della malta:** (empty dropdown)

Qui di seguito alcune immagini che mostrano la geometria della struttura.



Tipicamente in questa tipologia di opera le armature sono distribuite in modo omogeneo. Per questo motivo, la progettazione del sistema di protezione catodica galvanica potrà essere effettuata con riferimento ad 1 m<sup>2</sup> di superficie come mostrato nelle immagini.



Per proteggere le armature presenti nel metro quadrato di riferimento, si procederà in maniera separata per la superficie “interna” ed “esterna”. In questo caso avendo armature simmetriche, il calcolo verrà effettuato solo considerando la parte esterna. In questo esempio, le armature metalliche previste sono:  $\phi 24$  con passo di 20 cm in direzione orizzontale e verticale.

Qui di seguito la schermata che mostra l’inserimento dei dati relativamente alla superficie di riferimento (1 m<sup>2</sup>).

Definizione delle armature

| n. | Diametro [mm] | Lunghezza [cm] (**) |
|----|---------------|---------------------|
| 5  | 24            | 100                 |
| 5  | 24            | 100                 |

(\*\*) La lunghezza delle armature deve essere riferita alla superficie di riferimento. Le stesse armature vengono poi replicate omogeneamente sull'intera area indicata.

Superficie di calcestruzzo

Superfici coincidenti

Riferimento

Base [cm]

Altezza [cm]

Generale

Base [cm]

Altezza [cm]

In alto a sinistra si può notare l’informazione relativa alle armature metalliche prima indicate. La lunghezza di queste è stata assunta pari a 100 cm coerentemente alle dimensioni scelte per l’area di riferimento.

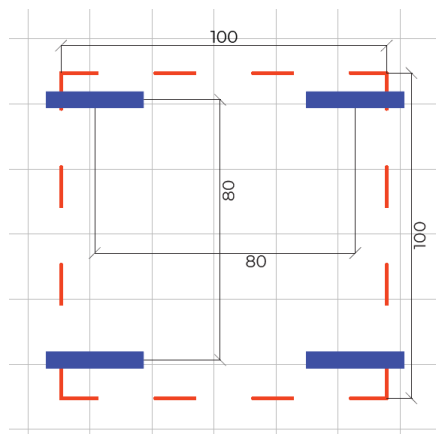


Dopo l'inserimento di tutti i dati di input, il programma restituisce il seguente risultato:

The screenshot shows the 'Mapeshield Software Design' application window. It is divided into several sections:

- Definizione delle armature:** A table with columns 'n.', 'Diametro [mm]', and 'Lunghezza [cm] (\*\*)'. The table contains two rows, both with '5', '24', and '100'. To the right are buttons: 'Aggiungi riga', 'Modifica la riga selezionata', 'Cancella la riga selezionata', and 'Cancella tutto'.
- Condizioni della struttura:** Radio buttons for 'Esistente' and 'Nuova' (selected). A dropdown menu is below.
- Condizioni Ambientali:** 'Temperatura annua media' set to '20°C', 'Classe di esposizione' set to 'X0', and 'Sotto-classe di esposizione' is empty.
- Durata del sistema di protezione:** Set to '50 anni'.
- Superficie di calcestruzzo:** A checkbox 'Superfici coincidenti' is unchecked. Two sections, 'Riferimento' and 'Generale', each have 'Base [cm]' and 'Altezza [cm]' input fields. Values are 100/100 for Riferimento and 1140/450 for Generale.
- Scelta della malta:** A dropdown menu.
- Risultati:** A green box containing '82 **Mapeshield I330** Spaziatura: 79 cm' and the text 'Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.' Below are flags for Italy and the UK, and buttons for 'Chiudi' and 'Relazione Finale'.

il quale indica che per la protezione dell'intera superficie di calcestruzzo armato considerata (11,4x4,5 m) sono necessari 82 anodi interni Mapeshield I330 installati secondo una maglia avente un interasse di 79 cm (che può essere approssimato a 80 cm) l'uno dall'altro come schematicamente illustrato nell'immagine di seguito riportata



A questo punto, si può ottimizzare la progettazione del sistema di protezione, per esempio, riducendone la durata da 50 a 30 anni. In questo caso, il numero di anodi richiesto è pari a 64 anodi interni Mapeshield I330 con una spaziatura di 90 cm. In queste condizioni si è raggiunta anche la spaziatura massima ammissibile per questa tipologia di anodi che consente il corretto funzionamento del sistema di protezione.

Mapeshield Software Design

**Definizione delle armature**

| n. | Diametro [mm] | Lunghezza [cm] (**) |
|----|---------------|---------------------|
| 5  | 24            | 100                 |
| 5  | 24            | 100                 |

(\*\*) La lunghezza delle armature deve essere riferita alla superficie di riferimento. Le stesse armature vengono poi replicate omogeneamente sull'intera area indicata.

**Condizioni della struttura**

Esistente  Nuova

**Condizioni Ambientali**

Temperatura annua media: 20°C  
 Classe di esposizione: X0  
 Sotto-classe di esposizione:

Durata del sistema di protezione: 30 anni

**Superficie di calcestruzzo**

Superfici coincidenti

Riferimento

Base [cm]: 100

Altezza [cm]: 100

Generale


Base [cm]: 1140



Altezza [cm]: 450

**Risultati**

64 **Mapeshield I330** Spaziatura: 90 cm

Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.



Supponendo ora che il manufatto si trovi in classe di esposizione XS (corrosione indotta da cloruri presenti in acqua di mare) e mantenendo sempre una durata di 30 il numero di anodi richiesto aumenta come segue:

Mapeshield Software Design

**Definizione delle armature**

| n. | Diametro [mm] | Lunghezza [cm] (**) |
|----|---------------|---------------------|
| 5  | 24            | 100                 |
| 5  | 24            | 100                 |

(\*\*) La lunghezza delle armature deve essere riferita alla superficie di riferimento. Le stesse armature vengono poi replicate omogeneamente sull'intera area indicata.

**Condizioni della struttura**

Esistente  Nuova

**Condizioni Ambientali**

Temperatura annua media: 20°C  
 Classe di esposizione: XS  
 Sotto-classe di esposizione:

Durata del sistema di protezione: 30 anni

**Superficie di calcestruzzo**

Superfici coincidenti

Riferimento

Base [cm]: 100

Altezza [cm]: 100

Generale


Base [cm]: 1140



Altezza [cm]: 450

**Risultati**

98 **Mapeshield I330** Spaziatura: 72 cm

Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.



in quanto a seguito della presenza di cloruri il rischio di corrosione delle armature è maggiore.

Supponiamo ora che la struttura sia invece esistente e che necessita di essere ripristinata (rimozione del calcestruzzo ed applicazione di malta da riparazione). Si ipotizza inoltre che la classe di esposizione sia XC. In queste condizioni il numero di anodi necessario risulta essere:

Mapeshield Software Design

### Definizione delle armature

| n. | Diametro [mm] | Lunghezza [cm] (**) |
|----|---------------|---------------------|
| 5  | 24            | 100                 |
| 5  | 24            | 100                 |

(\*\*) La lunghezza delle armature deve essere riferita alla superficie di riferimento. Le stesse armature vengono poi replicate omogeneamente sull'intera area indicata.

### Condizioni della struttura

Esistente     Nuova

### Condizioni Ambientali

Temperatura annua media: 20°C  
 Classe di esposizione: XC  
 Sotto-classe di esposizione:

Durata del sistema di protezione: 30 anni

### Superficie di calcestruzzo

Superfici coincidenti

Riferimento

Base [cm]: 100

Altezza [cm]: 100

Generale

Base [cm]: 1140

Altezza [cm]: 450

### Risultati


80 **Mapeshield I330**      Spaziatura: 80 cm

8 **Mapeshield E25**      Spaziatura: 56 cm (\*\*\*)

Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.

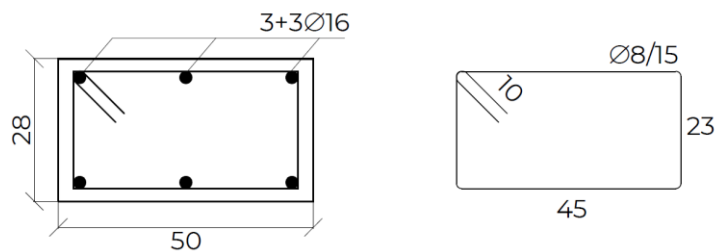
(\*\*\*) distanza asse-asse lamina. Le lamine si intendono applicate lungo la direzione maggiore.

Scelta della malta: Mapegrout Easy Flow Zero



## Protezione catodica galvanica di un pilastro

In questo secondo esempio verrà mostrato l'approccio che può essere utilizzato per progettare il sistema di protezione catodica per un pilastro con sezione di 28x50 cm con un'altezza di 3 m. Le armature presenti sono illustrate nell'immagine di seguito riportata.



Considerando la forma, la dimensione della sezione e la posizione dei ferri di armature si può effettuare la progettazione considerando una sola faccia del pilastro, quella con il lato più lungo. Il risultato ottenuto (tipologia di anodi e spaziatura) dovrà poi essere adottato anche sulla faccia parallela. I lati corti, considerando le dimensioni della sezione, saranno automaticamente protetti.

Si suppone che l'elemento strutturale sia di nuova realizzazione con una classe di esposizione XS (corrosione indotta da cloruri presenti in acqua di mare) e che la protezione catodica galvanica debba durare 50 anni. Di seguito la schermata del programma che mostra sia i dati di input che i risultati del calcolo.

Mapeshield Software Design

**Definizione delle armature**

| n. | Diametro [mm] | Lunghezza [cm] (**) |
|----|---------------|---------------------|
| 3  | 16            | 300                 |
| 20 | 8             | 56                  |

(\*\*) La lunghezza delle armature deve essere riferita alla superficie di riferimento. Le stesse armature vengono poi replicate omogeneamente sull'intera area indicata.

**Condizioni della struttura**

Esistente     Nuova

**Condizioni Ambientali**

Temperatura annua media: 20°C  
 Classe di esposizione: XS  
 Sotto-classe di esposizione:

Durata del sistema di protezione: 50 anni

**Superficie di calcestruzzo**

Superfici coincidenti

Riferimento

Base [cm]: 50

Altezza [cm]: 300

Generale

Base [cm]: 50


Altezza [cm]: 300

**Scelta della malta**

**Risultati**

4 **Mapeshield I330**    Spaziatura: 75 cm

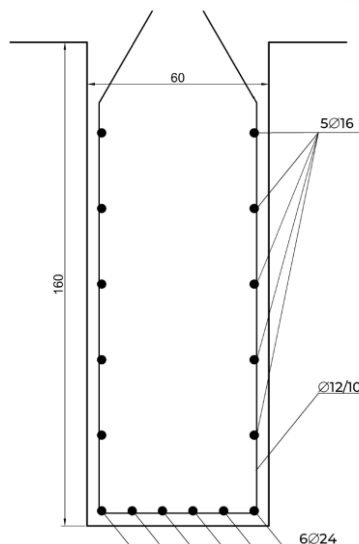
Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere.



Come si può vedere, in questo caso sono necessari 4 Mapeshield I330 disposti lungo tutta l'altezza del pilastro ad un'interasse di 75 cm ciascuno.

#### Protezione catodica galvanica di una trave

In questo ultimo esempio verrà illustrato il caso di una trave avente una sezione trasversale di 60x160 cm e lunga 10 m.

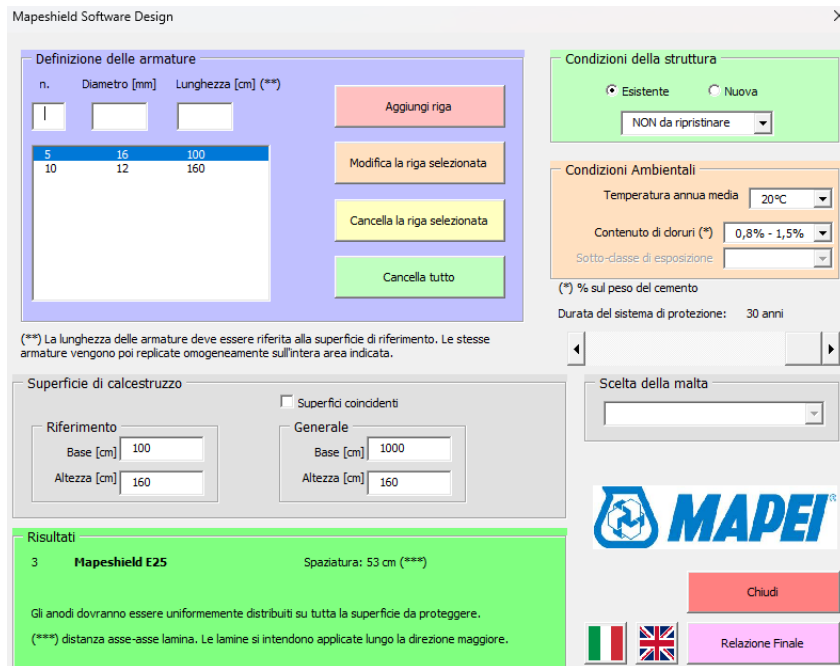


Vista la differente densità di armatura tra la parte intradosale e laterale della trave, si è deciso di procedere con la progettazione valutando distintamente le due superfici.

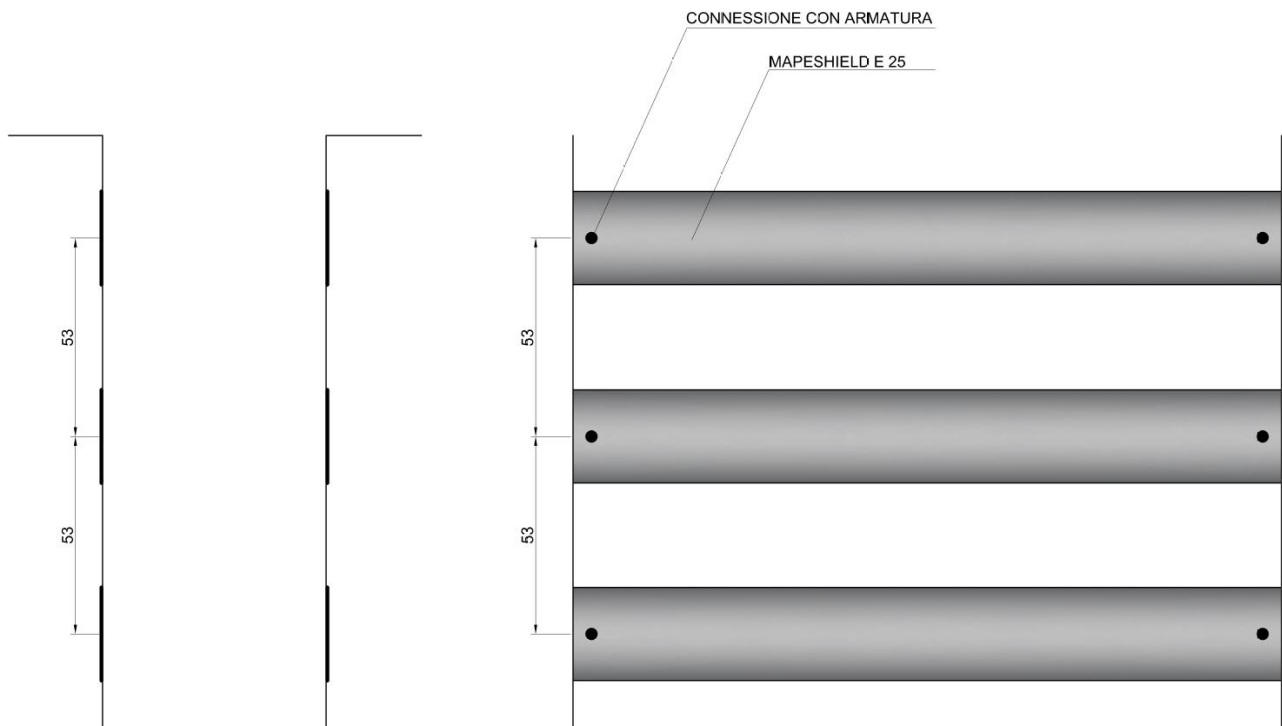
#### Superficie laterale della trave

Considerando l'elevato spessore dell'anima (60 cm), si rende necessario applicare gli anodi su entrambe le superfici. Il progetto evidenzia un'armatura simmetrica rispetto all'asse verticale della trave; pertanto, la progettazione verrà effettuata considerando solo una faccia e le rispettive armature e il numero di anodi, nonché la spaziatura finale, potrà essere replicata sulla faccia opposta. Inoltre, le armature metalliche sono

sostanzialmente omogenee lungo tutto lo sviluppo della trave. Si suppone in questo caso che la trave sia una struttura esistente da proteggere impiegando la protezione catodica galvanica e che nella struttura sia presente una certa quantità di cloruri.



L'immagine mostra il risultato del calcolo: sono necessarie tre lamine di Mapeshield E25 da applicare sulla superficie laterale della trave per tutta la sua lunghezza. Le lamine dovranno essere poste ad un interasse di 53 cm come mostrato nell'immagine sottostante.



## Superficie inferiore della trave

Per proteggere la parte intradossale della trave si dovrà applicare il sistema di protezione sulla superficie inferiore della trave. Le condizioni di esposizione, temperatura e durata del sistema sono le stesse illustrate in precedenza. In questo caso cambiano le dimensioni della superficie di riferimento e quella totale, nonché le armature considerate. Di seguito i risultati del programma di calcolo.

The screenshot shows the 'Mapeshield Software Design' interface. It is divided into several sections:

- Definizione delle armature:** A table with columns 'n.', 'Diametro [mm]', and 'Lunghezza [cm] (\*\*)'. The table contains two rows: (10, 12, 60) and (6, 24, 100). Buttons for 'Aggiungi riga', 'Modifica la riga selezionata', 'Cancella la riga selezionata', and 'Cancella tutto' are present.
- Condizioni della struttura:** Radio buttons for 'Esistente' (selected) and 'Nuova'. A dropdown menu shows 'NON da ripristinare'.
- Condizioni Ambientali:** 'Temperatura annua media' is set to 20°C. 'Contenuto di cloruri (\*)' is set to 0,8% - 1,5%. 'Sotto-classe di esposizione' is empty. A note indicates (\*) % sul peso del cemento. 'Durata del sistema di protezione:' is set to 30 anni.
- Superficie di calcestruzzo:** Two sections: 'Riferimento' (Base [cm]: 60, Altezza [cm]: 100) and 'Generale' (Base [cm]: 60, Altezza [cm]: 10000). A checkbox 'Superfici coincidenti' is unchecked.
- Risultati:** Shows '2 Mapeshield E25' with 'Spaziatura: 25 cm (\*\*\*)'. A note states: 'Gli anodi dovranno essere uniformemente distribuiti su tutta la superficie da proteggere. (\*\*\*) distanza asse-asse lamina. Le lamine si intendono applicate lungo la direzione maggiore.'
- Footer:** MAPEI logo, 'Chiudi' button, and 'Relazione Finale' button with Italian and UK flags.

In questo secondo caso si dovranno applicare 2 lamine di Mapeshield E25 con una spaziatura di 25 cm. Essendo la spaziatura uguale alla larghezza della singola lamina, i due MAPESHIELD E25 dovranno essere applicate una accanto all'altra, avendo cura di prevedere una sovrapposizione di almeno 2-3 cm. Di seguito un'immagine che mostra l'applicazione delle lamine.

