

**Drytech**<sup>TM</sup>

Waterproofing System Engineering

# PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE IMPERMEABILI



# Scegliere e progettare il sistema di impermeabilizzazione

La Norma SIA e le buone pratiche richiamano tre principi per la realizzazione di una struttura impermeabile efficiente:

- la **Progettazione**.
- la **Durata**, che deve coincidere con il ciclo di vita dell'opera.
- la **Manutenzione**, che deve essere meno onerosa dell'opera.

Drytech promuove l'applicazione di questi principi per migliorare la qualità delle strutture impermeabili e la soddisfazione dei clienti nei confronti degli architetti, degli ingegneri e delle imprese che le progettano e realizzano.

---

## La progettazione come fattore di impermeabilità

La corretta progettazione dell'impermeabilizzazione riduce del 60.5% le infiltrazioni.

Per progettare bene un interrato a tenuta la struttura e la sua impermeabilizzazione devono essere progettate insieme.

È perciò opportuno:

- affidarsi alla consulenza ingegneristica di un partner specializzato nell'impermeabilizzazione, coinvolgendolo sin dalla fase di progettazione.
- acquisire una formazione specifica in Waterproofing Design.

---

## Esigenze di impermeabilità e scelta dell'impermeabilizzazione

Non tutte le opere richiedono la tenuta stagna. Ma tutte le opere in Classe d'impermeabilità 1 (completamente impermeabili) devono adottare sistemi a tenuta stagna.

I sistemi di impermeabilizzazione si distinguono in due gruppi: quelli a tenuta stagna e quelli con drenaggio.

Esiste una classificazione del livello di impermeabilità richiesta o permeabilità ammessa per un'opera in parte o completamente sotterranea. Questo dato, descritto nella Convenzione di Utilizzo, è un criterio determinante nella scelta del sistema di impermeabilizzazione.

---

## Durata dell'impermeabilizzazione pari alla durata dell'opera

L'impermeabilità deve durare per l'intero ciclo di vita dell'opera.

È un concetto ovvio, eppure non sempre preso in considerazione in fase di scelta del sistema da adottare.

Oltre che dalla qualità e consistenza dei materiali, la tenuta impermeabile è garantita dalla reale possibilità di manutenzione.

---

## Costo della manutenzione inferiore al costo della struttura impermeabile

Il costo di progetto dell'eventuale manutenzione deve sempre essere inferiore al costo della struttura impermeabile. Dev'essere più conveniente ripristinarla che abbandonarla.

Sul costo della manutenzione influiscono, oltre al metodo di risanamento, l'accessibilità al sistema di impermeabilizzazione e l'impatto sull'utilizzo dell'opera.

Per la galleria di un'importante arteria stradale, ad esempio, è di capitale importanza che la manutenzione possa essere perfezionata senza bloccare il traffico.



Andreas Krattiger  
CEO Gruppo Drytech

---

## Storia dello sviluppo di un settore senza formazione professionale e apprendistato dal 1963 al 2021.

**1963-1983** Le strutture interrato e idriche vengono impermeabilizzate con sistemi cementizi rigidi e guaine bituminose abbinate a iniezioni con resine acriliche e poliuretaniche per infiltrazioni e fessure con movimenti termici.

**1983-2003** Sviluppo di nuovi sistemi con prodotti bentonitici, resine e teli sintetici.

**2004-2009** Marzo 2004 il rapporto EMPA 201'043 - 202'248 analizza la durabilità e l'impermeabilità nel tempo di 6 sistemi di impermeabilizzazione, applicati a 63 gallerie costruite a cielo aperto (e successivamente interrato) delle quali 35 fuori falda con sistemi drenanti e 28 in falda con concetto di tenuta stagna, di cui il 70% sono vasche bianche.

Il rapporto individua 323 difetti di costruzione, dei quali:

- il 60.5% è originato da errori di progettazione (fessure e fessure di ritiro);
- il 24% da difetti dei materiali o scelta dei sistemi inadeguati;
- il 15.5% da errori di esecuzione.

I 63 oggetti vengono suddivisi in classi di impermeabilità e concetti di impermeabilizzazione, secondo la classificazione ad oggi in vigore e normata dalla SIA 272.

**2009** Viene aggiornata la Norma SIA 272 che alla cfr. 2.2.1 prescrive: *“Le misure di impermeabilizzazione per proteggere l'opera e garantirne il pieno utilizzo dovranno essere definite già in fase di progetto. In questo quadro, i concetti e i sistemi di impermeabilizzazione saranno pianificati e realizzati in funzione delle specifiche condizioni dell'opera.”*

**2009-2021** Dai risultati del rapporto EMPA emerge che la vasca bianca è il sistema più efficiente in presenza di pressione idrica. Tuttavia il 40/50% delle gallerie presenta infiltrazioni per aggiramento dei sistemi per giunti e attraverso le fessure, che devono essere riparate per mezzo di iniezioni di resine.

Questo ha evidenziato la necessità di impermeabilizzare anche i dettagli per tutto lo spessore della struttura. Sebbene la SIA 272 stabilisca alla cifra 3.1.3.10 che: *“Le strutture in calcestruzzo impermeabile non richiedono strati di impermeabilizzazione di superficie”*, a partire dal 2010 sono state proposte al mercato guaine in adesione al calcestruzzo per sigillare fessure e contrastare effetti aggiranti dei sistemi per giunti che non impermeabilizzano per tutto lo spessore della struttura.

Diverse esperienze in Svizzera interna hanno dimostrato che l'adesione della guaina è pesantemente compromessa dal ristagno dell'acqua d'impasto del calcestruzzo, che crea una boiaccia cementizia a contatto con la guaina. Questo riduce la forza di trazione all'adesione e forma uno strato di infiltrazione che permette all'acqua di raggiungere le fessure e le parti idrofughe del calcestruzzo, che devono poi essere risanate con iniezioni di resina.

**Conclusioni** Le guaine non consentono la manutenzione e non hanno portato gli auspicati miglioramenti della qualità. Per questo realizziamo esclusivamente impermeabilizzazioni strutturali, come prescritto dalla SIA 272.

# Progettazione delle Strutture Impermeabili

L'impermeabilizzazione dovrebbe essere pianificata già in fase di progetto.

Drytech si occupa di impermeabilizzazioni dal 1963. Da 35 anni offriamo la Vasca Bianca e da 20 anni i nostri clienti, architetti e ingegneri civili, ricevono una consulenza progettuale e una garanzia sul Sistema Vasca Drytech.

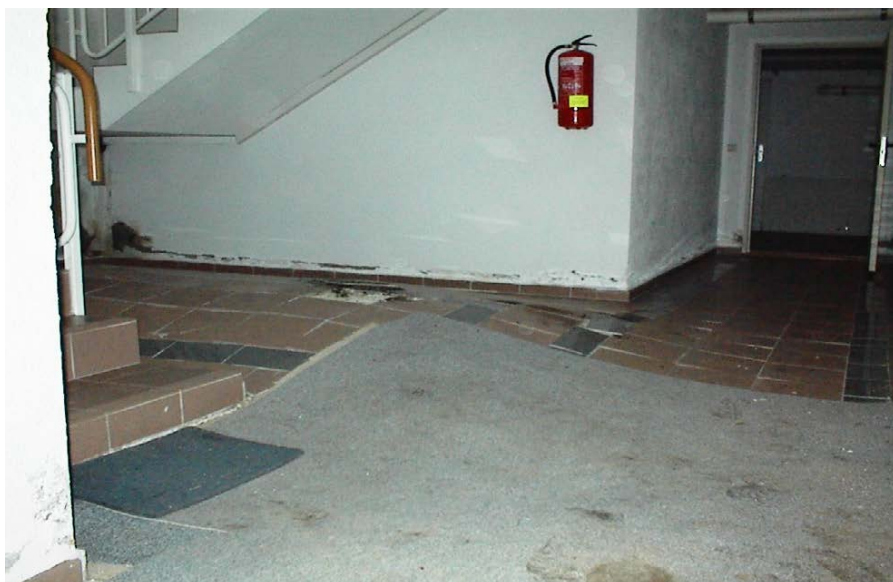
Coinvolgendoci nella fase di progettazione:

- Affidate a un esperto del settore la responsabilità sull'impermeabilità della struttura, mantenendo naturalmente il controllo della statica.
- Arricchite il vostro progetto con il punto di vista Drytech sulla tenuta impermeabile.
- Ricevete i documenti per la progettazione dello specifico oggetto, nel rispetto della Norma e con l'ottimizzazione dei costi.
- Ricevete le descrizioni per l'impresa da inserire nel capitolato di costruzione, allo scopo di tradurre fedelmente in realtà quanto stabilito a progetto.
- Vi garantite la serenità di un'impermeabilizzazione sicura e il controllo sui costi effettivi, senza sorprese in corso d'opera.

La SIA 118 raccomanda una garanzia per le impermeabilizzazioni da 2 a 5 anni.

Drytech offre una garanzia di 5 anni prolungabile di ulteriori 5 anni perché la Vasca Drytech offre reali possibilità di manutenzione, pratica ed economicamente sostenibile.

Non abbiamo inventato noi la pioggia, ma possiamo essere il vostro ombrello.



## Formazione per il Waterproofing Design

Drytech propone seminari di aggiornamento sull'impermeabilizzazione per architetti e ingegneri per approfondire principi, rischi e vantaggi di un ambito della progettazione certamente di nicchia ma che ha un impatto su tutta l'opera.

### Seminario sul comportamento delle fessure del calcestruzzo

- Soluzioni per ridurre il rischio di fessure.
- Tecnica del calcestruzzo impermeabile a ritiro controllato.
- Esperienze con le guaine in adesione.

Durata: 30-45 minuti + discussione finale.



### Seminario Vasca Bianca conforme SIA 272

- Progettazione di una struttura impermeabile in falda.
- Norma SIA 272.

Durata: 30-45 minuti + discussione finale.

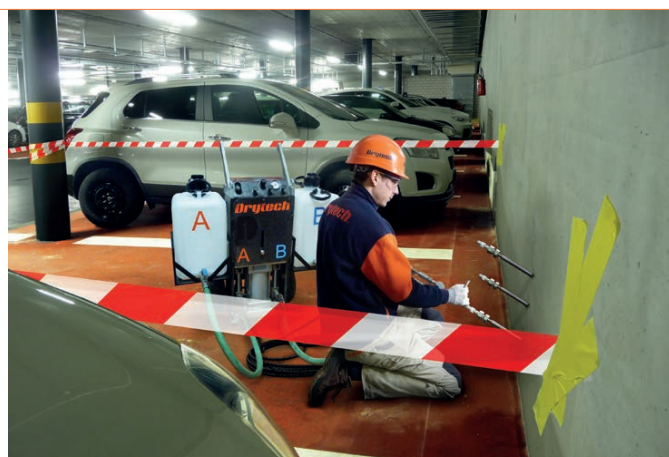


### Seminario Risanamento

- Risanamento infiltrazioni per mezzo di tecniche d'iniezione.
- Normativa sulle prove dei materiali d'iniezione.
- Risanamento superfici con resine sintetiche.

Durata: 30-45 minuti + discussione finale.

I partecipanti ai seminari ricevono il Manuale per la Progettazione di strutture impermeabili.



# Regole Rilevanti Drytech 1:2020 conformi a SIA 272:2009

---

SIA 272 definisce le basi per l'impermeabilizzazione degli interrati in modo generale e normativo.

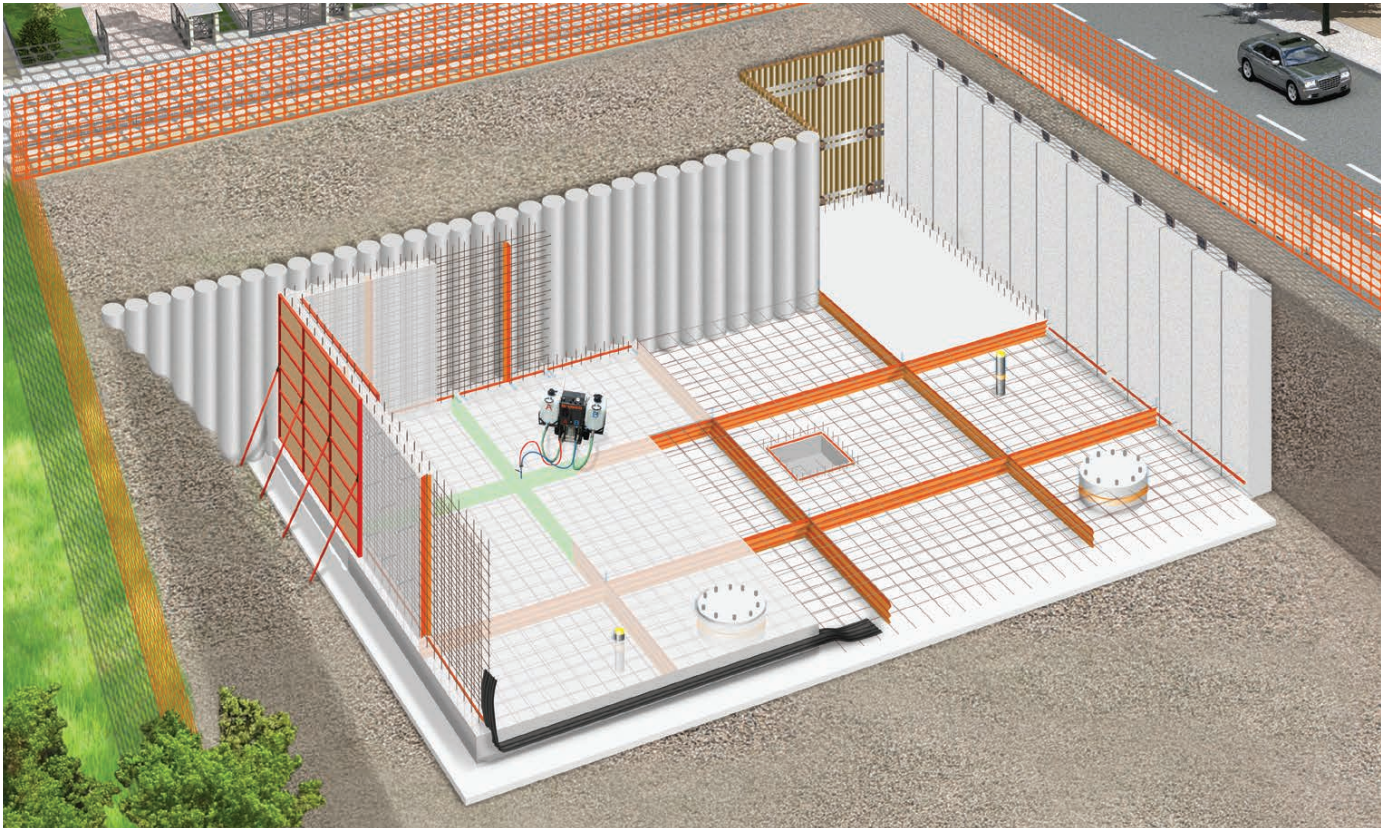
Le R.R. Drytech 1:2020 rispettano le Norme SIA, approfondendo l'interpretazione di alcuni punti in modo chiaro e inequivocabile e fornendo informazioni supplementari su rischi e regole, con l'obiettivo di garantire al committente una maggior trasparenza e consentirgli di operare nel pieno rispetto della Norma, velocizzando il progetto, migliorando la qualità dell'impermeabilizzazione e riducendo i costi di costruzione e di manutenzione.

---

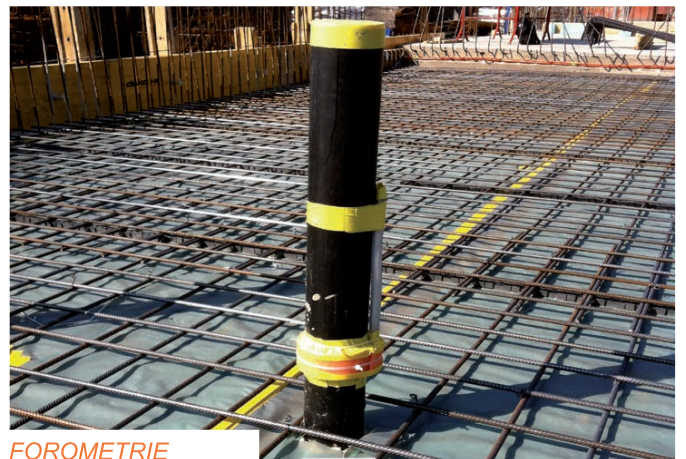
Per progettare una Vasca Bianca in modo conforme alla SIA 272 è necessario rispettare le basi definite in modo generale e normativo dalle norme correlate:

---

SIA 260:2014	Basi per la progettazione di strutture portanti per le quali sono richieste la progettazione dell'impermeabilizzazione, la durata d'utilizzo e deve essere prevista la possibilità la manutenzione per consentire la durata d'esercizio della struttura. <b>Come richiesto in SIA 272 cifra 2.2.1 e 2.</b>
SIA 180:2014	Isolamento termico, protezione contro l'umidità, clima interno e ventilazione degli edifici.
UFSP 2018	Manuale operativo Radon 1.2018 UFSP Berna.
SIA 261:2014	Azioni dal sottosuolo sulle strutture portanti e pressione idraulica.
SIA 267:2013	Geotecnica analisi strutturale del terreno di fondazione.
SIA 206:2013	Calcestruzzo - Specifiche, requisiti, produzione e conformità.
SIA 262:2013	Costruzioni in calcestruzzo impermeabile, messa in opera e maturazione.



CONTROLLO FESSURAZIONE



FOROMETRIE



GIUNTI



INIEZIONI DRYFLEX

# Regole Rilevanti Drytech 1:2020 conformi a SIA 272:2009

## Esigenze

SIA 272 / 2.2.2

Tabella 2 Classi di impermeabilità

Classe		Descrizione
1	<b>Completamente asciutto</b>	Nessuna macchia d'umidità è tollerata all'intradosso dell'opera.
2	<b>Da asciutto a leggermente umido</b>	Sono tollerate macchie di umidità isolate, non sono consentiti sgocciolamenti all'intradosso.
3	<b>Umido</b>	Sono tollerate macchie di umidità isolate e sgocciolamenti all'intradosso.
4	<b>Da umido a bagnato</b>	Sono tollerate macchie di umidità isolate e sgocciolamenti.

## SIA 272:2009 - Concetti di impermeabilizzazione

SIA 272 cifra 2.3.2

### Concetto drenante

Sistemi di impermeabilizzazione applicati su tutta la superficie interrata, che tuttavia non sigillano la sezione della struttura, per cui bisogna tenere conto dei rischi da effetti aggiranti e capillari. Devono essere abbinati a sistemi di deviazione dei flussi d'acqua e drenaggio che consentono di garantire l'assenza di acqua stagnante e in pressione. I sistemi di deviazione dei flussi devono poter essere sottoposti a manutenzione periodica.

R.R. Drytech 1:2020  
cifra 8

### Concetto a tenuta stagna proposto da Drytech

Con il concetto di tenuta stagna le acque di falda sotterranee, meteorologiche, superficiali e provenienti dalla montagna non vengono drenate.

*In deroga a*  
SIA 272 cifra 2.3.3

I sistemi sono impermeabili su tutta la superficie interrata e sigillano tutto lo spessore della struttura, nel quale vengono inseriti sistemi iniettati, con la possibilità di effettuare la manutenzione per mezzo di sistemi re-iniettabili dal lato accessibile della struttura stessa.

SIA 272 cifra 2.4.3

### Rischi inerenti ai sistemi

Nella scelta del sistema da adottare occorre tenere in debita considerazione i rischi a esso associati e prevedere la possibilità di manutenzione in funzione delle condizioni specifiche della struttura.

#### La valutazione dei rischi comprende:

- Impermeabilizzazioni inaccessibili sul loro perimetro o sezione una volta completati i lavori e, quindi, a cui non si può accedere per lavori di manutenzione. Per esempio, costruzioni interrate o gallerie in roccia.
- Impermeabilizzazioni che restano accessibili e che possono essere mantenute e risanate, come ad esempio vasche, serbatoi e condotte accessibili.

Nel caso in cui il sistema di impermeabilizzazione non dovesse assolvere alla propria funzione in modo adeguato, dovrà essere stata prevista una soluzione alternativa, debitamente studiata e pianificata già in fase progettuale.

#### Esempi di manutenzione per sistemi drenanti

Controlli periodici dei percorsi di deviazione dei flussi d'acqua e dei drenaggi. In caso d'infiltrazioni si dovranno adottare sistemi d'iniezione. Sistemi non predisposti per l'iniezione di risanamento possono rendere la manutenzione onerosa, perciò non dovrebbero essere presi in considerazione ed evitati.

#### Esempi di manutenzione per sistemi a tenuta stagna

Per sigillare lo spessore del calcestruzzo si dovranno utilizzare profili per l'iniezione di resine che consentano la re-iniezione.

Per consentire la manutenzione di sistemi interrati sarà necessario garantire l'accessibilità da un lato delle strutture. Se invece il sistema di impermeabilizzazione è inaccessibile, il rischio e l'onere di eventuali rimozioni per consentire la manutenzione dovrà essere descritto nella convenzione d'utilizzo.



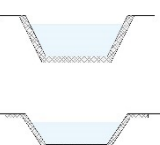
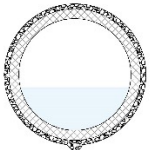
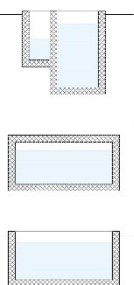
SIA 272 cifra 2.4.4.

#### Scelta del sistema

La scelta del sistema è dettata dalla convenzione d'utilizzo (Capitolo 2), dalla tipologia del terreno di fondazione (comportamento alla deformazione, condizioni idrogeologiche e geologiche), dal genere di materiali di riempimento, da sbalzi e influenze termiche, dalle sostanze liquide e non contenute nell'acqua, dalle influenze provenienti dalle condizioni specifiche dell'opera ed ecologiche.

R.R. Drytech 1:2020

#### Concetti d'impermeabilizzazione consigliati

<b>Tabella 12</b>	Esempi di applicazione delle classi di impermeabilità da inserire nella convenzione d'utilizzo.				
<b>Esempi di applicazione</b>	Strutture interrata e gallerie a cielo aperto  Concetto drenante	Strutture interrata e gallerie a cielo aperto  Concetto a tenuta stagna	Vasche interrata e canali	Gallerie in roccia	Strutture idriche, depuratori, acquedotti e piscine
					
<b>Classe impermeabilità</b>	2	1	1, 2 o 3	1 o 2	1 o 2

# Regole Rilevanti Drytech 1:2020 conformi a SIA 272:2009

## Calcestruzzo impermeabile

Il calcestruzzo impermeabile può essere a prestazione garantita o su composizione, con un comportamento al ritiro idraulico controllato.

SIA 272: 2009 cifra 3.1 Richiede una profondità massima d'infiltrazione  $\leq 50$  mm secondo SN/EN 12390-8. Per il calcolo della fisica di cantiere richiede di tenere conto di una diffusione dell'acqua di  $10 \text{ g/m}^2 \times \text{h}$ .

R.R Drytech 1:2020 cifra 15  
cifra 3.0 Richiede una profondità massima d'infiltrazione  $\leq 30$  mm secondo SN/EN 12390-8 per proteggere le armature. La pressione dell'acqua e la sua diffusione avviene sempre dal lato più caldo verso il lato più freddo.

SIA 272: 2009 cifra 3.1.3.4 **Le fessure possono essere permeabili a partire da un'ampiezza di 0,1 mm.** La tensione ammissibile dell'armatura per la limitazione dell'apertura nominale delle fessure al momento della formazione di fessure vale:

$$\sigma_{adm} = \sqrt{\frac{9 \cdot E_s \cdot f_{ctm} \cdot W_{nom}}{\phi_s}} \leq f_{sd}$$

Classe di impermeabilità 1 =  $\leq 0.1 - 0.2$  mm

Classe di impermeabilità 2 =  $\leq 0.2 - 0.4$  mm

Classe di impermeabilità 3 =  $\leq 0.4 - 0.7$  mm

È possibile una riduzione di queste ampiezza se il ritiro e lo scivolamento del plinto di fondazione sul supporto non vengono ostacolati (assenza di forze di attrito) e se sono previsti degli elementi di fessurazione programmata e dei modelli statici semplici, comprendenti dei giunti impermeabilizzati in modo adeguato.

R.R Drytech 1:2020 cifra 7.8 In ottemperanza a SIA 272 cifra 3.1.3.4, R.R. Drytech 1:2020 cifra 7.8 prevede una riduzione della  $A_f_{nom}$  (Ampiezza fessura nominale) considerando che, in funzione della pressione idraulica, ampiezze di **0,05 mm** possono causare infiltrazioni d'acqua.

R.R Drytech 1:2020 tabella 9 **Pressione idrostatica e influenza sulle fessure**  
Illustra come la pressione idrica nel calcolo normativo SN EN 1992-1-1:2005 incida sulla permeabilità delle fessure e mostra il risultato di calcolo.  
 $A_f$  = stato limite ammissibile di ampiezza delle fessure.

## Influenza della pressione idrostatica sulle fessure

SN/EN 1992-1-1 Drytech 1:2020 A seconda della pressione idraulica, le fessure possono causare infiltrazioni d'acqua già a partire da un'ampiezza pari a 0.05 mm.

Classe di impermeabilità 1	Ampiezza nominale attesa delle fessure da 0.05 a 0,2 mm
Classe di impermeabilità 2	Ampiezza nominale attesa delle fessure da 0,2 mm a $\leq 0.3$ mm
Classe di impermeabilità 3	$\leq 0.5$ mm

Tabella 9  
Conforme SN/EN  
1992-1-1

Stato limite ammissibile in mm di ampiezza delle fessure del Calcestruzzo C 30/37 = Resistenza alla trazione 2.9 N/mm<sup>2</sup> per platea e pareti.

Classe d'impermeabilità 1      Esempi di calcolo

Pressione acqua m/h della falda	Spessore Cls. fino a 150 cm	Spessore Cls. fino a 100 cm	Spessore Cls. fino a 80 cm	Spessore Cls. fino a 60 cm	Spessore Cls. fino a 50 cm	Spessore Cls. fino a 40 cm	Spessore Cls. fino a 30 cm	Spessore Cls. fino a 25 cm
1 m								Af 0.200
2 m						Af 0.200	Af 0.192	Af 0.185
3 m				Af 0.200	Af 0.195	Af 0.188	Af 0.175	Af 0.165
4 m	Af 0.200	Af 0.200	Af 0.200	Af 0.192	Af 0.185	Af 0.175	Af 0.163	Af 0.142
5 m	Af 0.200	Af 0.200	Af 0.194	Af 0.183	Af 0.175	Af 0.163	Af 0.142	Af 0.125
10 m	Af 0.192	Af 0.175	Af 0.163	Af 0.142	Af 0.125	Af 0.100	Af 0.058	Af 0.050
15 m	Af 0.175	Af 0.150	Af 0.131	Af 0.100	Af 0.075	Af 0.050	Af 0.050	
25 m	Af 0.142	Af 0.100	Af 0.069	Af 0.050	Af 0.050			
35 m	Af 0.105	Af 0.050	Af 0.050					
50 m	Af 0.052							
> 52 m	Af 0.050							

## Elaborazione preventivi

Manuale per la  
Progettazione di  
Strutture Impermeabili

Potete richiedere a [info@drytech.ch](mailto:info@drytech.ch) il Manuale personalizzato per la Progettazione delle Strutture Impermeabili.

Documentazione  
per le offerte

Per l'elaborazione di preventivi potete inviare le vostre richieste a [info@drytech.ch](mailto:info@drytech.ch), allegando:

- Perizia Geologica.
- Piano canalizzazione.
- Informazioni sugli attraversamenti della struttura di impianti elettrici e geotermici.
- Piani strutturali con Sezioni complete e indicazione dei livelli del terreno e del ristagno massimo previsto.

## DRYTECH

### ITALIA

Drytech Italia Impermeabilizzazioni Srl  
Via Valtellina 6  
I-22070 Montano Lucino CO  
+39 031 47 12 01  
italia@drytech.ch

### SVIZZERA

Drytech SA  
Via Industrie 12  
CH-6930 Bedano TI  
+41 91 960 23 40  
ticino@drytech.ch

### GERMANIA

Drytech GmbH  
Im Altenschemel 39a  
D-67435 Neustadt  
+49 6327 97 22 50  
info@drytech-germany.de

### BERLINO

Motzener Straße 12-14  
D-12277 Berlin  
+49 30 475 954 05  
info@abdichtung-in-berlin.de

### FRANCOFORTE

Freudenthaler Straße 39  
D-65232 Taunusstein  
+49 6128 306 688  
frankfurt@drytech-germany.de

### MONACO

Landshuter Allee 8-10  
D-80637 München  
+49 89 545 582 05  
muenchen@drytech-germany.de

### IRLANDA

Drytech Waterproofing Ltd.  
Spring Garden Lodge - Sallins Road  
Naas, Co. Kildare.  
+353 45 83 11 60  
ireland@drytech.ie

### UK

Drytech Waterproofing Ltd.  
Berkeley Square House  
W1J 6BD, London  
+44 20 3959 8611  
uk@drytech.ch

### CANADA

Drytech Waterproofing Ltd  
30 Street SE  
7032 Calgary - Alberta  
+1 403 230 3050  
canada@drytech.ca

## PARTNER CERTIFICATI

### BAZILEA

Mareas AG  
Gebäudeabdichtung  
Bottmingerstrasse 27  
4102 Binningen  
+41 61 525 15 15  
info@mareas.ch

### DANIMARCA

Christiansen & Essenbaek A/S  
Ejby Industrivej 80  
DK-2600 Glostrup  
+45 88 888 203  
info@ceas.dk

### ITALIA DEL SUD

Edilo Srl  
Via E. Gianturco 62-64  
I-80146 Napoli NA  
+39 081 734 94 33  
campania@drytech.ch

## PARTNER INTERNAZIONALI

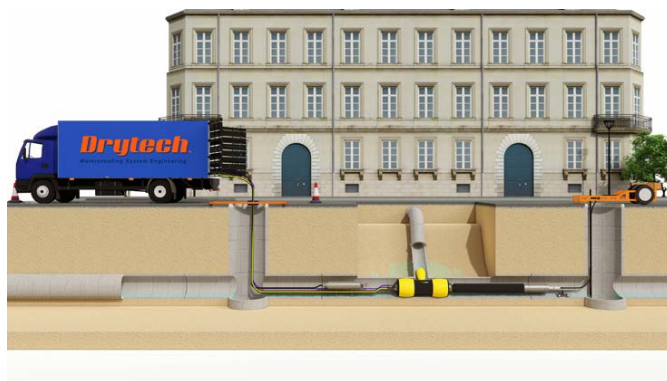
international@drytech.ch

## Novità

### Risanamento canalizzazioni

Iniezioni impermeabilizzanti di canalizzazioni  
con robot teleguidati.

- Rapida e non invasiva
- Risultato immediatamente verificabile con telecamere e aria in pressione.
- Senza scavi o demolizioni.
- Novità assoluta per l'Europa.



### Calcestruzzo impermeabile Drytech

con 35% di materiale riciclato da asfalto

- Materiale di riciclo più disponibile, economico, pratico e meno energivoro.
- Conformità tecnica attestata e garantita.
- Non richiede maggiori dosaggi di cemento.
- Risparmio risorse.
- Economia circolare.

