

Protezione e risanamento delle gallerie

Visione d'insieme delle soluzioni

Risanamento del calcestruzzo



Tunnel

I tunnel stradali sono un elemento molto importante delle nostre infrastrutture. Proteggono i residenti dall'inquinamento acustico, ma devono a loro volta essere protetti per durare a lungo, garantire la sicurezza stradale e proteggere l'ambiente.

Immagine per frontespizio:

Galleria Scheibengipfel, Reutlingen, DE

Prodotti: StoCretec TF 204, StoPox TU 100

Foto: Isabell Munck, Leinfelden-Echterdingen

Si fa notare che le informazioni, le immagini, i disegni, gli schemi e le descrizioni, sia tecniche che generali, contenuti in questo catalogo sono da intendersi solo come motivi generici ed esemplificativi del funzionamento base di sistemi e prodotti. Non si fa riferimento alle dimensioni esatte dei materiali. L'applicabilità e la completezza vanno verificate dal tecnico applicatore/cliente in base al progetto costruttivo e sotto la propria responsabilità. I sistemi attigui sono rappresentati solo in modo schematico. Tutte le informazioni devono essere adattate alle condizioni locali e non devono essere intese come pianificazione del lavoro o come progettazione di dettaglio o istruzioni di montaggio. È necessario attenersi alle specifiche tecniche dei singoli prodotti contenute nelle relative schede tecniche e descrizioni / omologazioni di sistema.

Indice

Soluzioni di sistema

04 Protezione e risanamento delle gallerie

Soluzioni economiche, durevoli e ecologiche

06 Il quadro normativo impone requisiti elevati

Al centro dell'attenzione ci sono protezione delle strutture e sicurezza stradale

08 Innovativo rivestimento per gallerie che stabilisce nuovi standard

Eccellente capacità pulente e bassa tendenza alla formazione di sporcizia certificate

09 Rivestimento per gallerie di altissima qualità per supporti minerali

PCC + resina epossidica ad acqua
StoConcrete Protect Prime TU 100

10 Rivestimento standard di gallerie per supporti minerali

Idrofobizzante + resina epossidica ad acqua
StoConcrete Protect Classic TU 100

11 Rivestimento per gallerie di nuova costruzione o con rivestimenti esistenti portanti

Sistema di stuccatura con resina epossidica ad acqua per risanamento rapido + resina epossidica ad acqua
StoConcrete Protect Reno TU 100

12 Risanamento del calcestruzzo e idrofobizzante

13 Gallerie di riferimento

Protezione e risanamento delle gallerie

Soluzioni economiche, durevoli e ecologiche

I tunnel stradali svolgono un ruolo importantissimo per il nostro moderno sistema infrastrutturale. A loro non viene dedicata molta attenzione fintanto che funzionano senza problemi. Fanno scalpore quando vengono bloccati per lavori di risanamento oppure se si verifica un incidente in galleria che fa notizia.

Il nostro obiettivo è quello di risanare e proteggere in modo permanente le gallerie con sistemi di rivestimento di ultimissima generazione. Allo stesso tempo questi sistemi mirano a ridurre i costi di manutenzione e pulizia, a migliorare la sicurezza stradale e a proteggere l'ambiente.

Le pagine che seguono forniscono una panoramica delle norme riguardanti la costruzione di gallerie e mostrano diverse soluzioni per rivestire le loro superfici. I certificati di prova, disponibili su richiesta, attestano la validità e la qualità dei sistemi di rivestimento presentati. Referenze selezionate confermano la nostra pluriennale esperienza nel settore delle gallerie.

**Galleria Ursulaberg
Pfullingen, DE**
Competenze Sto:
risanamento con
StoPox TU 100



Il quadro normativo impone requisiti elevati

Al centro dell'attenzione ci sono protezione delle strutture e sicurezza stradale

I requisiti per i sistemi di rivestimento per la costruzione di gallerie sono definiti nel manuale "ASTRA Manuale tecnico Gallerie e geotecnica (FHB T/G)) Manuale tecnico Componenti, Ampliamento-24 001-10303 Sistemi di rivestimento per gallerie e verniciatura.

I sistemi di rivestimento per le superfici di gallerie proteggere l'infrastruttura ma anche garantire la sicurezza. Il cemento armato deve essere protetto dall'aggressività di emissioni, fluidi e sali e anche dagli effetti della temperatura. Ma anche e soprattutto dalla normale usura, dovuta ad esempio da una pulizia regolare. Per quanto riguarda la sicurezza stradale, per il rivestimento sono previsti requisiti supplementari.

Materiali

- Per gli elementi in calcestruzzo in primo luogo valgono le norme SIA 198, SIA 262, SIA 269/2, la SN EN 206-1:2000 Calcestruzzo e le schede tecniche del manuale tecnico Manufatti (FHB K).
- La definizione dei tipi di calcestruzzo deve basarsi sui requisiti specifici di resistenza alla corrosione dei singoli componenti della galleria, soprattutto per quanto riguarda
 - l'attacco chimico da parte delle acque montane, come le acque solfatate, con conseguente formazione di thaumasite, ettringite o gesso (XA),
 - la carbonatazione, eventualmente rinforzata dall'atmosfera della galleria (XC),
 - l'aggressione da parte di sali, ad es. il cloruro che penetra nel calcestruzzo con il sale antigelo (XD),
 - l'esposizione al gelo e ai sali antigelo (XF).
- I requisiti per le classi di esposizione variano da un lato tra l'area del portale e il resto del tratto interno della galleria e dall'altro tra il calcestruzzo della volta (anello interno, volta interna) e pertanto devono essere stabiliti dal progettista e specificati nel contratto d'uso (cfr. anche la

direttiva ASTRA 12 001 «Progettazione e costruzione dei manufatti delle strade nazionali»).

- A partire dalla corsia di emergenza fino ad un'altezza di 2 m le cavità e i pori devono essere sigillati con uno stucco di sistema.
- Il rivestimento della galleria deve essere eseguito fino ad almeno 4 m di altezza a partire dal bordo superiore della corsia di emergenza. Al di sopra, il calcestruzzo dell'anello interno o della volta intermedia deve essere trattato con un impregnante idrofobizzante.

I requisiti del rivestimento sono definiti nella Scheda tecnica 24 001-10303 Allegato 2:

- Prova di taglio a griglia, misurazione su campioni di calcestruzzo rivestito MC (0,40) secondo EN 1766-dimensione taglio a griglia: $\leq$ GT 1 secondo EN ISO 2409
- Adesività $> 1.5 \text{ N/m}^2$ secondo SN EN 1542
- Spessore dello strato: $> 100 \mu\text{m}$
- Permeabilità alla CO_2 secondo EN 1062-6 secondo EN 1504-2, NA.3 permeabilità CO_2 SD $> 50 \text{ m}$
- Permeabilità al vapore acqueo secondo EN ISO 7783-1/2 secondo EN 1504-2, NA.3 Classe I: SD $< 5 \text{ m}$ (aperto alla diffusione del vapore acqueo)
- Assorbimento di acqua capillare e permeabilità all'acqua w secondo EN 1062-3 secondo EN 1504-2, NA.3 W $< 0,1 \text{ kg/m}^2 \text{ h } 0,5$
- Adesività dopo prova di compatibilità con le variazioni termiche secondo EN 13687-1 in seguito a sollecitazione dovuta alle variazioni di temperatura: assenza di bolle, fessure e sfogliamento. Adesione $\geq 1,0 \text{ N/mm}^2$ (min. $0,7 \text{ N/mm}^2$)
- Grado di lucentezza del rivestimento secondo EN ISO 2813: G2 (media lucentezza), angolo di misurazione 60° , $30 \leq \text{GE} \leq 60$ (GE: unità per la lucentezza). Il rivestimento deve essere luminosa, ma non deve riflettere o brillare. Si deve aumentare anche la sicurezza grazie alla tonalità RAL 9010 (bianco puro).

- Esposizione a intemperie artificiali secondo EN 1062-11 per oltre 2'000 ore. Assenza di bolle, fessure o sfogliamento.
- Reazione al fuoco secondo DIN EN 13501-1: B – s1 – d0 – difficilmente infiammabile. La prova di infiammabilità deve garantire che il rivestimento non costituisca un carico di incendio in caso di incendio in galleria.

I seguenti parametri sono importanti per una pulizia efficiente, economica ed ecologica:

- Semplicità di pulizia secondo DIN EN ISO 11998. La capacità pulente indica la facilità con cui si pulisce un rivestimento. Inoltre viene rilevata la necessità di detergenti chimici.
- Bassa tendenza alla formazione di sporcizia. La tendenza alla formazione di sporcizia indica quanto tempo impiega a sporcarsi un rivestimento a galleria in funzione. Questo influisce sul numero di intervalli di pulizia.



Innovativo rivestimento per gallerie che stabilisce nuovi standard

Eccellente capacità pulente e bassa tendenza alla formazione di sporcizia certificate

Grazie alla superficie luminosa e non riflettente, l'innovativo rivestimento StoPox TU 100 garantisce maggiore sicurezza in galleria. Possiede ottime caratteristiche superficiali, che consentono un'eccellente capacità pulente (miglior voto secondo EN 11998) e una bassissima tendenza alla formazione sporcizia. Il rivestimento può essere utilizzato anche per interni e camere sterili.

La resina epossidica ad acqua prolunga gli intervalli di pulizia, riducendo i tempi di inattività delle gallerie. Il consumo di acqua per ogni intervento di pulizia diminuisce. Senza la necessità di impiegare detergenti chimici, StoPox TU 100 contribuisce a proteggere l'ambiente.

Il sistema di rivestimento è meccanicamente molto resistente, blocca il trasporto di anidride carbonica ed è permeabile al vapore acqueo. Protegge a lungo la struttura dai gas di scarico e dalle sostanze inquinanti solubili in acqua. Anche la resistenza ai carburanti (EN 13529) di StoPox TU 100 è stata certificata.

Inoltre il sistema per gallerie corrisponde alla Classe B1 (difficilmente infiammabile).

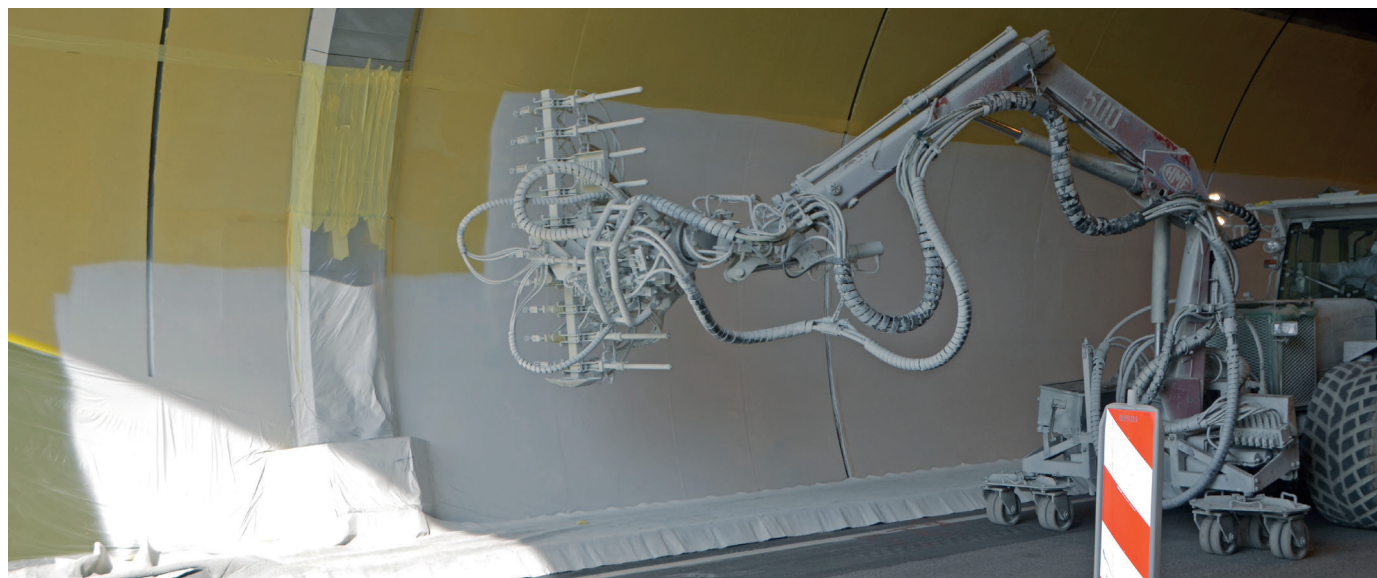
**Hagenwaldtunnel,
Waldkirch DE**

Migliori risultati rispetto alla concorrenza

StoPox TU 100 viene utilizzato in diverse varianti di sistema – con e senza malta fine minerale – in costruzioni nuove e per il risanamento di quelle esistenti. Per i rivestimenti esistenti portanti e compatibili, inoltre, è stata sviluppata un'altra variante di sistema. In questo caso si evita la rimozione dei rivestimenti esistenti, con conseguente risparmio di tempo e costi.

Rispetto ad altri rivestimenti per gallerie, StoPox TU 100 garantisce i migliori risultati in quanto a capacità pulente, tendenza alla formazione di sporcizia e resistenza meccanica*. L'impiego in numerosi tunnel ha confermato le eccezionali caratteristiche dell'oggetto reale.

* Per i risultati dei test consultare il certificato di prova dell'istituto indipendente accreditato per la verifica dei materiali Hartl GmbH, Wolkersdorf – A all'indirizzo www.stoag.ch/broschueren o tramite il vostro referente Sto.



Rivestimento per gallerie di altissima qualità per supporti minerali

StoConcrete Protect Prime TU 100

Proprietà di StoCrete TF 300 grigio grezzo e StoCrete TF 300 bianco fine:

- Conforme a EN 1504-3, resistenza a compressione Classe R3
- Privo di tensioni
- Sottoposto a controllo esterno
- Resistente ai sali antigelo
- Ottime caratteristiche di lavorazione
- Applicazione del materiale con procedura manuale o a flusso denso
- Ustra FHB T/G
- Elevata resistenza ai sali antigelo BE II FT per gallerie e elementi di maggiore durata

Proprietà del sistema:

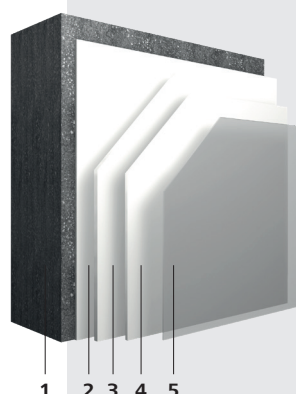
- Compensazione con cemento del supporto conforme ad Ustra
- Conforme alla norma EN 1504-2
- Conforme al Manuale tecnico ASTRA Componenti, Ampliamento-24 001-10303 Sistemi di rivestimento per gallerie e verniciatura
- Ottima capacità pulente
- Bassa tendenza alla formazione di sporcizia
- Elevata resistenza meccanica
- Impedisce in modo permanente la penetrazione dell'acqua e delle sostanze nocive in essa disciolte
- Ridotta permeabilità all'anidride carbonica: valore $S_d > 50$ m
- Buona permeabilità al vapore acqueo (valore S_d vapore acqueo < 5 m)
- Grado di lucentezza secondo DIN EN ISO 2813 G2 (media brillantezza)
- Lavorazione a mano o a macchina
- Non contenente solventi – Ultra High Solid
- StoPox TU 100 e StoPur WV 60 certificato come sistema anti-graffiti

Composizione del sistema OS Protezione delle superfici 4

Mano di applicazione	Nome del prodotto	Descrizione del prodotto
Malta per rasatura e stuccatura di cavità	StoCrete TF 300 grigio grezzo	Malta fine minerale PCC a 2 componenti
Malta di finitura	StoCrete TF 300 bianco fine	Malta fine minerale PCC a 2 componenti
Rivestimento finale in 2 strati	StoPox TU 100	Rivestimento in resina epossidica ad acqua
Opzionale	StoPur WV 60	Sigillante poliuretanico ad acqua

Sistema

Struttura



- 1 — Calcestruzzo / Guscio interno della galleria
- 2 — Malta fine minerale PCC StoCrete TF 300 grigio grezzo
- 3 — Malta fine minerale PCC StoCrete TF 300 bianco fine
- 4 — Rivestimento in resina epossidica ad acqua StoPox TU 100 in due strati
- 5 — Opzionale come protezione UV Rivestimento PU ad acqua a 2 componenti StoPur WV 60

Rivestimento standard di gallerie per supporti minerali

StoConcrete Protect Classic TU 100

Proprietà del sistema:

- Idrofobizzante e protezione delle superfici (conforme a Ustra) senza stuccatura di compensazione
- Conforme alla norma EN 1504-2
- Conforme al Manuale tecnico ASTRA Componenti, Ampliamento-24 001-10303 Sistemi di rivestimento per gallerie e verniciatura
- Ottima capacità pulente
- Bassa tendenza alla formazione di sporcizia
- Elevata resistenza meccanica
- Impedisce in modo permanente la penetrazione dell'acqua e delle sostanze nocive in essa disciolte
- Ridotta permeabilità all'anidride carbonica: valore $S_d > 50$ m
- Buona permeabilità al vapore acqueo (valore S_d vapore acqueo < 5 m)
- Grado di lucentezza secondo EN ISO 2813 G2 (media brillantezza)
- Buona stabilità
- Tempo di attesa ridotto tra le fasi di lavorazione
- Lavorazione a mano o a macchina
- Non contenente solventi – Ultra High Solid
- StoPox TU 100 e StoPur WV 60 certificati come sistema anti-graffiti

Composizione del sistema OS 2

Mano di applicazione	Nome del prodotto	Descrizione del prodotto
Opzionale	StoCryl HG 200 StoCryl HC 100 StoCryl HP 200	Impregnante idrofobizzante
Rivestimento finale in 2 strati	StoPox TU 100	Rivestimento in resina epossidica ad acqua
Opzionale	StoPur WV 60	Sigillante poliuretanico ad acqua

Sistema

Struttura



- 1 — Calcestruzzo/Guscio interno della galleria
 2 — StoCryl HG 200, StoCryl HC 100 o StoCryl HP 200
 3 — StoPox TU 100 in due strati
 4 — Opzionale: StoPur WV 60

Rivestimento per gallerie di nuova costruzione o con rivestimenti esistenti portanti

StoConcrete Protect Reno TU 100

Le proprietà di von StoPox WB 50:

- Lavorazione di rivestimenti esistenti portanti
- Insensibile alle correnti d'aria
- Non necessita di post-trattamento
- Lavorazione rapida
- Lavorazione a mano o a macchina

Proprietà del sistema:

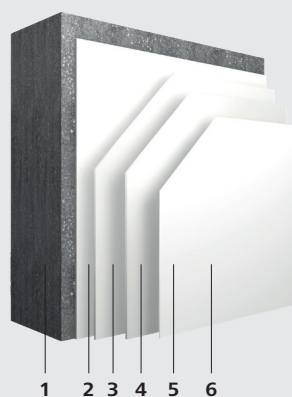
- Compensazione e riprofilatura parziale con malta epossidica ad acqua
- Conforme alla norma EN 1504-2
- Ottima capacità pulente
- Bassa tendenza alla formazione di sporcizia
- Elevata resistenza meccanica
- Impedisce in modo permanente la penetrazione dell'acqua e delle sostanze nocive in essa disciolte
- Ridotta permeabilità all'anidride carbonica: valore $S_d > 50$ m
- Buona permeabilità al vapore acqueo (valore S_d vapore acqueo < 5 m)
- Grado di lucentezza secondo EN ISO 2813 G2 (media brillantezza)
- Buona stabilità
- Tempo di attesa ridotto tra le fasi di lavorazione
- Lavorazione a mano o a macchina
- Non necessita di post-trattamento
- Non contenente solventi – Ultra High Solid
- StoPox TU 100 e StoPur WV 60 certificati come sistema anti-graffiti

Composizione del sistema

Mano di applicazione	Nome del prodotto	Descrizione del prodotto
Opzionale: riprofilatura parziale	StoPox WB 50	Stucco in resina epossidica ad acqua
Opzionale: mano di ancoraggio	StoPox WG 100	Mano di ancoraggio in resina epossidica ad acqua
Opzionale: chiusura di porosità e cavità superficiali	StoPox WB 50	Stucco in resina epossidica ad acqua
Rivestimento finale in 2 strati	StoPox TU 100	Rivestimento in resina epossidica ad acqua
Opzionale	StoPur WV 60	Sigillante poliuretanico ad acqua

Sistema

Struttura



- 1 — Calcestruzzo / Guscio interno della galleria con rivestimento esistente portante
2 — Opzionale: **StoPox WB 50**
3 — Opzionale: **StoPox WG 100**
4 — **StoPox WB 50**
5 — **StoPox TU 100 in due strati**
6 — Opzionale: **StoPur WV 60**

Risanamento del calcestruzzo e idrofobizzante

Risanamento preliminare del calcestruzzo (iniezione delle crepe, nastri sigillanti, riprofilatura)

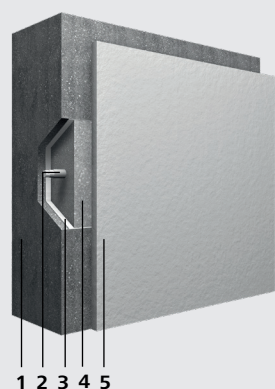
Mano di applicazione	Nome del prodotto
Protezione anticorrosione	StoCrete TK StoCrete BE ponte adesivo
Opzionale: ponte adesivo	StoCrete TH 200 StoCrete TH 250 StoCrete BE ponte adesivo
Malta per riprofilatura o tutta la superficie	StoCrete TS 203 StoCrete TS 250
Alternativa: malta fine	StoCrete TF 200 StoCrete TF 204 StoCrete TF 250
Nastri sigillanti	StoSeal D 101 StoSeal D 102 StoPox SK 41
Iniezione delle crepe	Prodotti StoJet

Idrofobizzante sopra il sistema di rivestimento su superfici verticali e soffitti

Prodotto	Consistenza	Descrizione del prodotto
StoCryl HP 200	fluido	- Elevato potere di penetrazione - Principio attivo come StoCryl HG 200 - Non tixotropizzato
StoCryl HC 100	Crema	- Elevato potere di penetrazione - Fino a 0,4 kg/m² in una mano di applicazione
StoCryl HG 200	Gel	- Max. potere di penetrazione e veicolazione di principio attivo - A macchina fino a 1,0 kg/m² in una mano di applicazione - Arresta la carbonatazione e la penetrazione dei cloruri - Adatto per danni AAR - Tempo di contatto lungo, grazie a ridotta evaporazione

Sistema

Struttura



- 1 — Calcestruzzo/Guscio interno della galleria dopo la preparazione del supporto
- 2 — Protezione anticorrosione
- 3 — Opzionale: ponte adesivo
- 4 — Riprofilatura parziale o totale
- 5 — Malta fine

Struttura



- 1 — Calcestruzzo/Guscio interno della galleria dopo la pulizia
- 2 — Idrofobizzante

Gallerie di riferimento



**Gubrist Tunnel, nuova costruzione 3° tubo,
Regensdorf CH**

Committente: Ufficio federale delle strade USTRA

Lavorazione: Trauffer Bautenschutz AG

Competenze Sto: protezione delle superfici
edificio nuovo con StoPox WB 50 e StoPox TU 100

Gallerie di riferimento



A5/N5 Circonvallazione Biel Westast, Tunnel Weidteile, Tubo Berna Est, CH

Tubo della galleria a due corsie, senso di marcia separato, realizzato a cielo aperto.

Superficie campione ca. 200 m² nell'area del divisorio della carreggiata, ca. 50 m dal portale Brüggemoos.



Tunnel Schindellegi, Schindellegi, CH

Lavorazione: Strabag SE e Trauffer Bautenschutz AG

Competenze Sto: risanamento con inserimento di KKS, StoCrete TS 203, StoCrete TF 300 e StoPox TU 100.



Gallerie di riferimento



Ärstatunneln, Stoccolma SE

Committente: Swedish Transport Administration, Stoccolma SE

Progettazione: Bostek, Hägersten SE

Lavorazione: Trauffer Bautenschutz AG, Samen CH

Competenze Sto: StoCryl HC 100, StoPox TU 100

Foto: Mikael Ullén, Haninge SE



Tunnel Hirschhagen, Helsa DE
 Committente Hessen Mobil-Strassen und
 Verkehrsmanagement, Kassel DE
 Lavorazione : Baunatal DE
 Competenze Sto: risanamento del calcestruzzo e
 protezione delle superfici con StoPox TU 100
 Foto: StoCretec GmbH, DE



Gallerie di riferimento



Virngrundtunnel A7 presso Ellwangen DE
Competenze Sto: risanamento del calcestruzzo e protezione delle superfici con StoPox TU 100

Indicazioni

Sto SA

via del Carmagnola 9
6500 Bellinzona
Telefono 091 829 11 93
sto.ch.bellinzona@sto.com
www.stoag.ch

**Centro di supporto
tecnico**

Telefono 091 829 45 18
tsc.ch@sto.com

Gli indirizzi di tutti i nostri
punti vendita sono disponibili
all'indirizzo **www.stoag.ch**.