



Mit Beteiligung der Europäischen Union aus dem Haushalt der Transeuropäischen Verkehrsnetze finanziertes Vorhaben  
 Opera finanziata con la partecipazione dell'Unione Europea attraverso il bilancio delle reti di trasporto transeuropee



Ausbau Eisenbahnachse München-Verona

# BRENNER BASISTUNNEL

Ausführungsplanung

Potenziamiento asse ferroviario Monaco-Verona

## GALLERIA DI BASE DEL BRENNERO

Progettazione esecutiva

D0700: Baulos Muls 2-3

D0700: Lotto Mules 2-3

Projekteinheit

WBS

Gesamtbauwerke

Opere generali

Dokumentenart

Tipo Documento

Technischer Bericht

Relazione tecnica

Titel

Titolo

Technische Vertragsbedingungen

Disposizioni tecniche di contratto

Anlage E: Prüfungsverfahren vorfabrizierte Tübbinge

Allegato E: Disposizioni di verifica conci prefabbricati



Raggruppamento Temporaneo di Imprese 4P  
 c/o Pro Iter S.r.l., Via G.B. Sammartini 5, 20125 Milano, Tel.: +39 026787811, Fax: +39 0287152612

Generalplaner / Responsabile integrazioni prestazioni specialistiche  
 Ing. Enrico Maria Pizzarotti  
 Ord. Ingg. Milano N° A 29470

Mandataria



Mandante



Mandante



Mandante



Fachplaner / il progettista specialista

Fachplaner / il progettista specialista  
 Ing. Rodrigo Correa

Fachplaner / il progettista specialista

Fachplaner / il progettista specialista

Datum / Data

Name / Nome

Gesellschaft / Società

Bearbeitet / Elaborato

30.01.2015

Donato

Pöyry

Geprüft / Verificato

30.01.2015

Correa

Pöyry



Name / Nome

R. Zurlo

Name / Nome

K. Bergmeister

Projekt-kilometer / Chilometro progetto  
 von / da 32.0+88  
 bis / a 54.0+15  
 bei / al

Bau-kilometer / Chilometro opera  
 von / da 32.0+88  
 bis / a 54.0+15  
 bei / al

Status Dokument / Stato documento

Massstab / Scala

Staat  
Stato

Los  
Lotto

Einheit  
Unità

Nummer  
Numero

Dokumentenart  
Tipo Documento

Vertrag  
Contratto

Nummer  
Codice

Revision  
Revisione

02

H61

DT

990

KTB

D0700

11150

21



## Bearbeitungsstand Stato di elaborazione

Revision Revisione	Änderungen / Cambiamenti	Verantwortlicher Änderung Responsabile modifica	Datum Data
21	Abgabe für Ausschreibung / Emissione per Appalto	Correa	30.01.2015
20	Überbearbeitung infolge Dienstanweisung Nr. 1 vom 17.10.2014 / Revisione a seguito ODS n°1 del 17.10.14	Correa	04.11.2014
11	Projektvervollständigung und Umsetzung der Verbesserungen aus dem Prüfverfahren / Completamento progetto e recepimento istruttoria	Correa	09.10.2014
10	Endabgabe / Consegna definitiva	Correa	31.07.2014

# INHALTSVERZEICHNIS

## INDICE

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>7</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>PRÜFPLAN .....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>PIANO DI VERIFICA.....</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>PRÜFTYPEN.....</b>	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b>TIPI DI PROVA .....</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>BETONAUSGANGSSTOFFE .....</b>	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIE PRIME DEL CALCESTRUZZO .....</b>	<b>11</b>
4.1.	Zement .....	11
4.1.	Cemento.....	11
4.2.	Zusatzstoffe.....	11
4.2.	Aggiunte .....	11
4.3.	Gesteinskörnung .....	12
4.3.	Aggregati .....	12
4.4.	Zusatzmittel .....	12
4.4.	Additivi .....	12
4.5.	Anmachwasser .....	12
4.5.	Acqua d'impasto .....	12
<b>5.</b>	<b>BETON .....</b>	<b>13</b>
<b>5.</b>	<b>CALCESTRUZZO .....</b>	<b>13</b>
5.1.	Betonsorten .....	13
5.1.	Classi di calcestruzzo .....	13
5.2.	Schwinden.....	13
5.2.	Ritiro .....	13
5.3.	Chemischer Angriff.....	13
5.3.	Attacco chimico.....	13
5.4.	Anforderungen an den Beton betreffend Expositionsklassen.....	14
5.4.	Requisiti per il calcestruzzo secondo le classi di esposizione .....	14
5.5.	Nachweis von Expositionsklassen am Festbeton .....	15
5.5.	Verifica delle classi di esposizione sul calcestruzzo indurito .....	15
5.5.1.	Expositionsklasse XC3 und XC4 .....	16
5.5.1.	Classi di esposizione XC3 e XC4 .....	16
5.5.2.	Expositionsklasse XA1 bei treibendem Angriff (Sulfatangriff 200 – 600 mg/l SO <sub>4</sub> im Bergwasser) .....	16
5.5.2.	Classe di esposizione XA1 con attacco chimico (attacco solfatico 200 – 600 mg/l SO <sub>4</sub> nell'acqua di montagna) .....	16
5.5.3.	Expositionsklasse XA2 bei treibendem Angriff (Sulfatangriff bis max. 1500 mg/l SO <sub>4</sub> im Bergwasser) .....	16
5.5.3.	Classe di esposizione XA2 con attacco chimico (fino a max 1500 mg/l SO <sub>4</sub> nell'acqua di montagna) .....	16
5.5.4.	Expositionsklasse XA2 bei treibendem Angriff (Sulfatangriff über 1500 mg/l SO <sub>4</sub> im Bergwasser) .....	16

5.5.4.	Classe di esposizione XA3 con attacco chimico (maggiore di 1500 mg/l SO4 nell'acqua di montagna)	16
5.6.	Bewehrung	17
5.6.	Acciaio di armatura	17
<b>6.</b>	<b>PROBENAHME BETON</b>	<b>18</b>
<b>6.</b>	<b>CAMPIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO</b>	<b>18</b>
<b>7.</b>	<b>BETONPRÜFUNGEN</b>	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>PROVE SUL CALCESTRUZZO</b>	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>PRÜFUNGEN FERTIGELEMENTE</b>	<b>20</b>
<b>8.</b>	<b>PROVE SUL PRODOTTO FINITO</b>	<b>20</b>
8.5.	Geometrische Anforderungen an die Tübbinge	20
8.1.	Requisiti geometrici dei conci	20
8.6.	Bewehrungsüberdeckung	22
8.2.	Copriferro	22
8.7.	Dauerhaftigkeit	22
8.3.	Caratteristiche di durabilità	22
8.8.	ERsprüfungen	22
8.4.	Campionatura di collaudo	22
<b>9.</b>	<b>KONTROLLE UND PRÜFUNGEN</b>	<b>24</b>
<b>9.</b>	<b>GESTIONE DEI CONTROLLI E DELLE PROVE</b>	<b>24</b>
9.1.	ABWICKLUNG DER PRÜFUNGEN AN DEN TÜBBINGEN	24
9.1.	Gestione delle Prove dei conci prefabbricati	24
9.2.	Labprüfungen	24
9.2.	Laboratori per prove materiali	24
9.3.	Prüfergebnisse	25
9.3.	Risultati prove	25
9.4.	Prüfungsergebnis	26
9.4.	Esito delle prove	26
9.5.	Kontrolle der Tübbingelemente	26
9.5.	Verifica conci prefabbricati	26
9.6.	Massprüfungen des Ausbaus	28
9.6.	Controlli dimensionali del rivestimento	28
9.7.	Frequenz der Kontrolle der Tübbing	28
9.7.	Frequenza delle prove sugli elementi prefabbricati	28
<b>10.</b>	<b>VERZEICHNISSE</b>	<b>30</b>
<b>10.</b>	<b>ELENCHI</b>	<b>30</b>
10.1.	Tabellenverzeichnis	30
10.1.	Elenco delle Tabelle	30
10.2.	Abbildungsverzeichnis	30
10.2.	Elenco delle illustrazioni	30

10.3.	Anlagenverzeichnis .....	30
10.3.	Elenco Appendici .....	30
10.4.	Projektspezifische Grundlagen.....	31
10.4.	Documenti di riferimento .....	31
10.4.1.	Eingangsdokumente.....	31
10.4.1.	Documenti in ingresso .....	31
10.4.1.1.	Ausführungsprojekt Baulos Mauls 2-3 .....	31
10.4.1.1.	Progetto Esecutivo Lotto Mules 2-3.....	31
10.5.	Normen und Richtlinien .....	31
10.5.	Normative e linee guida .....	31

## 1. EINLEITUNG

In den gegenständlichen Prüfbestimmungen werden die durchzuführenden Prüfungen für die Ausgangsstoffe, den Frisch- und Festbeton für die Herstellung der Tübbinge) für die Baustelle des Brenner Basistunnels angeführt. Weiter werden die geometrischen Anforderungen an die Tübbinge festgelegt.

Mit diesen Prüfungen soll der Eignungsnachweis für die Tübbinge erbracht werden, die vom Auftragnehmer im Werk gefertigt und an die Baustelle geliefert werden.

Im Rahmen des Bauleses Muls 2-3 ist die Fertigung folgender Fertigbauteile geplant::

- Tübbingelemente für die Hauptröhre, die mit Schild-TBM aufgefahren wird
- Tübbingelemente für den Erkundungsstollen, der mit Schild-TBM aufgefahren wird
- Sohlstein für die Hauptröhre, die mit Gripper- TBM aufgefahren wird
- Sohlstein für den Erkundungsstollen, die mit Sprengvortrieb aufgefahren wird

Für die Bestimmung des  $\text{CaCO}_3$ -Gehaltes ist die Prüfung des CaO-Gehaltes gemäß EN 196-2 festgelegt; daraus ergibt sich die Berechnung des  $\text{CaCO}_3$ -Gehaltes. Der Auftragnehmer kann eine alternative Prüfmethode vorschlagen. Diese erfordert allerdings die Genehmigung der Bauherrschaft/BL.

Die Prüfungen am Frischbeton erfolgen direkt am Fertigungsort der Tübbinge.

Die Kontrollen müssen von einem akkreditierten Labor auf Kosten des Auftragnehmers durchgeführt werden.

Soweit Prüfungen von einer nicht akkreditierten Prüfstelle durchgeführt werden dürfen, müssen die mit Prüfungen besetzten Labors Erfahrung mit Beton- und Spritbetonprüfungen nachweisen und über eine Zertifizierung nach ISO 9001 oder gleichwertiger verfügen. Die eingesetzten Prüfgeräte sind einer regelmäßigen Kalibrierung zu unterziehen und müssen über ein entsprechendes Kalibrierungszertifikat verfügen. Die entsprechenden Dokumente sind auf Anfrage dem Auftraggeber/BL vorzulegen.

Der Auftragnehmer ist allein für den Eignungsnachweis der Rohstoffe zur Herstellung von Beton verantwortlich.

Die Erstprüfung wird in folgenden Schritten durchgeführt:

- Nachweis der Eignung der Betonausgangsstoffe
- Prüfung des Mischguts
- Prüfung des Betons
- Bautechnische Merkmale

Für die zur Verwendung kommenden Materialien sind generell Prüfzeugnisse, CE-Konformitätserklärung und Zulassungen vorzulegen, soweit dies in den einschlägigen Normen, Richtlinien oder Gesetzen vorgesehen ist.

## 1. INTRODUZIONE

Le presenti disposizioni di verifica definiscono le prove da eseguire su materie prime (materiale componenti), calcestruzzo fresco ed indurito per la produzione di conci prefabbricati destinati alla Galleria di Base del Brennero. Inoltre vengono definiti i requisiti geometrici richiesti per i conci prefabbricati.

Obiettivo delle prove è la verifica dell'idoneità degli elementi prefabbricati prodotti dall'Appaltatore in stabilimento e consegnati in cantiere.

Nell'ambito del lotto di costruzione Muls 2-3 è prevista la produzione dei seguenti elementi prefabbricati:

- Conci prefabbricati per le Gallerie di Linea scavate con TBM-scudata
- Conci prefabbricati per il Cunicolo Esplorativo scavato con TBM-scaudata
- Concio base delle Gallerie di Linea scavate con TBM aperta.
- Concio di base del Cunicolo Esplorativo nella tratta scavata in tradizionale

Per la definizione del contenuto di  $\text{CaCO}_3$  si prevede la verifica del contenuto di CaO ai sensi della EN 196-2, da cui deriva il calcolo del contenuto di  $\text{CaCO}_3$ . L'Appaltatore può proporre un metodo alternativo, previa approvazione del Committente/DL.

Le verifiche sul calcestruzzo fresco deve avvenire direttamente nel luogo di produzione degli elementi prefabbricati.

Le verifiche devono essere svolte da un organo di controllo accreditato a spese dell'Appaltatore.

Se è consentito che le verifiche siano svolte da un organo di controllo non accreditato, i laboratori incaricati devono dimostrare di avere esperienza nelle prove su calcestruzzo e di avere una certificazione ISO 9001 o equivalente. Gli strumenti utilizzati per le prove devono essere sottoposti regolarmente a taratura e devono avere il certificato di taratura. La documentazione deve essere trasmessa al Committente/DL, qualora questo la richieda.

L'Appaltatore è l'unico responsabile della verifica dell'idoneità delle materie prime per la produzione del calcestruzzo.

La prova iniziale si articola nelle seguenti fasi:

- Prova d'idoneità delle materie prime per il calcestruzzo
- Prova della miscela
- Prova del calcestruzzo
- Requisiti costruttivi

Per l'utilizzo dei materiali consegnati si devono presentare attestati di prova, certificati di conformità CE e autorizzazioni, se previsto dalle norme, direttive e leggi.

Alle Obliegenheiten für die werkseigene Produktionskontrolle (Prüfungen am Beton, an den Fertigbauteilen, Maßnahmen, Verfahren, Dokumente, Kontrollen und Überwachungen durch die akkreditierte Stelle) sind zu Lasten des Auftragnehmers und in die Lieferpreise der Tübbinge einzurechnen.

Die Tübbinge müssen mit CE-Zeichen versehen sein.

Tutti gli oneri facenti parte del controllo di produzione in fabbrica (prove sul calcestruzzo, prove sugli elementi finiti, processi e azioni, documenti, visite di sorveglianza e controllo dell'ente accreditato, ecc...) sono a carico dell'Appaltatore e sono da comprendere nei prezzi di fornitura dei conci prefabbricati.

Gli elementi prefabbricati devono essere certificati con il marchio CE.



## 2. PRÜFPLAN

Vom Auftragnehmer sind Prüfpläne für alle zu prüfenden Bauteile und zu verwendenden Baustoffe zu erstellen, die der BL zur Genehmigung vorzulegen sind. Die Prüfpläne sind, soweit es möglich ist, graphisch darzustellen.

Die Prüfpläne müssen Angaben zu folgenden Punkten enthalten:

- Zuständigkeit für die Prüfplanung
- Prüfgegenstand / Art der Prüfung
- Prüfablaufpläne für alle Eignungs- (Erst-), Eingangs-, Güte- (Konformitäts-) sowie Identitätsprüfungen auf Basis des Vertragsbauzeitplanes.
- Aktualisierung der Prüfablaufpläne entsprechend dem Ist-Bauablauf.
- Festlegung von internen und externen Prüflabors, falls erforderlich.  
Festlegung, welche Betonprüfungen im Baustellenlabor und welche von einer akkreditierten Prüfstelle durchzuführen sind.
- Prüfmethode
- Prüfgeräte
- Zuständigkeit für die Durchführungen der Prüfungen
- Qualifikation des Prüfpersonals.
- Zuständigkeit für die Entgegennahme von zugelieferten Produkten
- Art der Dokumentation / Auswertung
- Prüfung auf Vollständigkeit und Richtigkeit
- Festlegung von Annahme- und Rückweiskriterien
- Ersatzprüfungen bei fehlerhaften oder negativen Ergebnissen
- Fehlerbehebung und Fehlervermeidung
- Korrekturmaßnahmen bei negativen Ergebnissen
- Behandlung fehlerhafter Produkte / Kennzeichnung fehlerhafter Stellen
- Sicherstellung, dass Produkte nicht eingebaut werden, bevor sie geprüft worden sind und der Nachweis der Erfüllung der Qualitätsforderungen erbracht wurde.

Sämtliche Prüfdokumente oder Prüfzeugnisse sind dem Auftraggeber/BL zu übergeben.

## 2. PIANO DI VERIFICA

L'Appaltatore, in accordo con il Committente/DL, deve redigere dei piani di verifica per i conci prefabbricati e per i materiali da impiegare. Quando possibile, questi dovrebbero consistere in rappresentazioni grafiche.

I piani di verifica devono contenere indicazioni circa i seguenti punti:

- Responsabile per la pianificazione delle prove
- Oggetto della verifica / Tipo di prova
- Piani di esecuzione per tutte le prove di idoneità, (preliminari), iniziali, di qualità (conformità) e identità sulla base del cronoprogramma progettuale.
- Aggiornamento dei piani di verifica in base all'effettivo avanzamento dei lavori.
- Definizione di laboratori di verifica interni ed esterni, se necessario.  
Definizione di quali prove sul calcestruzzo siano da eseguire dal laboratorio di cantiere e quali da un organo di controllo accreditato.
- Metodi di verifica
- Strumenti di verifica
- Responsabile per l'esecuzione delle prove
- Qualifica del personale che esegue le prove.
- Responsabile per l'accettazione dei prodotti consegnati
- Tipo di documentazione / valutazione
- Controllo di completezza e correttezza
- Definizione dei criteri di accettazione e rifiuto
- Prove complementari in caso di risultati incompleti o negativi
- Correzione ed eliminazione di errori
- Misure correttive in caso di esiti negativi
- Trattamento di prodotti difettosi / marcatura di parti difettose
- Garanzia che i prodotti non verranno messi in opera prima del controllo e della prova del soddisfacimento degli standard qualitativi.

Tutti i documenti e i certificati di prova devono essere consegnati per tempo al Committente/DL.

### 3. PRÜFTYPEN

Entsprechend den zugeordneten Aufgaben werden folgende Prüftypen unterschieden. Die Zuordnung der Prüftypen zu den durchzuführenden Prüfungen erfolgt in Anhang A2.

Es wird nach folgenden Prüftypen unterschieden:

#### Prüftyp A

Der AN veranlasst, wählt aus und beauftragt die Prüfung beim Labor, bzw. bei einer dafür ak-kreditierte Prüfstelle. Das Prüfprotokoll ist dem Auftraggeber im Original zu übergeben. Der Auftraggeber ist vom Auftragnehmer zeitgerecht von der Durchführung zu verständigen, um ihm das Beisein zu ermöglichen

#### Prüftyp B

Der Auftraggeber/BL veranlasst, wählt aus und der Auftragnehmer führt die Prüfung bzw. den Versuch durch. Es wird vom Auftragnehmer ein Prüfprotokoll erstellt das dem Auftraggeber/BL zur Unterschrift vorzulegen ist. Das Original des Prüfberichtes ist dem Auftraggeber/BL zu übergeben. Der Auftraggeber/BL ist vom Auftragnehmer zeitgerecht von der Durchführung zu verständigen um ihm das Beisein zu ermöglichen.

#### Prüftyp C

Der Auftragnehmer veranlasst, wählt aus und beauftragt eine ak-kreditierte Prüfstelle mit der Durchführung der Prüfung. Der Auftraggeber/BL ist vom Auftragnehmer zeitgerecht von der Durchführung zu verständigen um ihm das Beisein zu ermöglichen. Das Original des Prüfberichtes ist dem Auftraggeber/BL zu übergeben.

#### Prüftyp D

Der Auftraggeber/BL veranlasst, wählt aus und überwacht die Prüfung bzw. den Versuch. Der Auftragnehmer wird von der Durchführung des Versuches bzw. der Prüfung zeitgerecht verständigt. Die Weiterleitung der Verständigung an allfällige Subunternehmer (z.B. Betonhersteller) liegt im Verantwortungsbereich des Auftragnehmer. Die Prüfungen werden von einer, vom Auftraggeber beauftragten, akkreditierten Prüfstelle durchgeführt.

### 3. TIPI DI PROVA

A seconda dei compiti associati vengono distinti i seguenti tipi di prova. Il nesso tra tipo di verifica da eseguire è riportato all'allegato A2.

Si distinguono i seguenti tipi di prova:

#### Tipo A

L'Appaltatore predispone, sceglie ed incarica l'esecuzione di una verifica presso lo stabilimento di produzione degli elementi prefabbricati da un organo di controllo accreditato. L'originale del verbale di verifica deve essere consegnato al Committente/DL, che deve essere informata tempestivamente dall'Appaltatore prima dello svolgimento della prova, per assicurare la sua presenza.

#### Tipo B

Il Committente/DL predispone e sceglie la verifica o la prova, eseguita dall'Appaltatore. L'Appaltatore redige un verbale di verifica e lo presenta al Committente/DL per la firma. L'originale del verbale di verifica deve essere consegnato al Committente/DL, che deve essere informato tempestivamente dall'Appaltatore prima dello svolgimento della prova per assicurare la sua presenza.

#### Tipo C

L'Appaltatore predispone e sceglie la prova e nomina un organo di controllo accreditato per lo svolgimento. Il Committente/DL deve essere informato tempestivamente dall'Appaltatore prima dello svolgimento della prova, per assicurare la sua presenza. L'originale del verbale di verifica deve essere consegnato al Committente/DL.

#### Tipo D

Il Committente/DL predispone, sceglie e controlla la verifica o la prova. L'Appaltatore viene informato tempestivamente dell'esecuzione della prova o verifica. La trasmissione dell'informazione a eventuali subappaltatori (per es. Appaltatore di inerti) spetta all'Appaltatore. Le prove vengono svolte da un organo di controllo accreditato nominato dal Committente/DL.

## 4. BETONAUSGANGSSTOFFE

Die Betonausgangsstoffe sind gemäß den Angaben im Prüfblatt Ausgangsstoffe zu prüfen. Von sämtlichen Ausgangsstoffen sind die entsprechenden Technischen Datenblätter, Sicherheitsdatenblätter, Erstprüfungen, Herstellererklärungen und normgemäß erforderlichen Zertifikate und Konformitätsbescheinigungen vorzulegen.

### 4.1. ZEMENT

Es sind Zemente, die der EN 197-1 entsprechen, zu verwenden.

Für die Expositionsclassen XA1, XA2 und XA3 (treibender Angriff durch Sulfat) ist Zement mit einem C<sub>3</sub>A Gehaltes des Klinkers von max. 0% zulässig (charakteristischer Wert). Dieser Zement wird als C<sub>3</sub>A freier Zement bezeichnet. Ergibt eine Prüfung des C<sub>3</sub>A-Gehaltes am Zement einen höheren C<sub>3</sub>A Gehalt, aber unter 1,0% so ist der Nachweis durch Prüfung des Klinkers zu erbringen. Es ist dem Auftraggeber der Zutritt zum Zementwerk für eine Probenahme im Rahmen der Identitätsprüfungen zu sichern.

Wird der charakteristische Wert überschritten und der Grenzwert für Einzelwerte eingehalten, so ist eine weitere Probe zu ziehen. Bei dieser Probe muss der charakteristische Wert eingehalten werden.

Für treibenden Angriff ist für den Zement der C<sub>3</sub>A Gehalt nachzuweisen. Die Berechnung des C<sub>3</sub>A Gehaltes hat gemäß der folgenden Formel zu erfolgen:

$$C_3A = 2,65 * Al_2O_3 - 1,69 * Fe_2O_3$$

Für Beton der Expositionsklasse XA1, XA2 und XA3 darf kein Zement mit dem Hauptbestandteil „Kalkstein“ gemäß EN 197-1 verwendet werden (z.B. CEM II/A-L oder CEM II/A-M (S-L)).

Die Eignung des Zementes ist durch Vorlage einer entsprechenden Kennzeichnung (CE-Zeichen) nachzuweisen. Ist der Nachweis des C<sub>3</sub>A-Gehaltes erforderlich, so ist dieser versuchstechnisch nachzuweisen.

Der Blaine-Wert des Zementes ist anzugeben. Der Variationskoeffizient des Blaine-Wertes darf max. 5 % schwanken. Die Abweichung vom angegebenen Wert darf max. ± 400 cm<sup>2</sup>/g betragen.

Der Erstarrungsbeginn darf 90 Minuten (charakteristischer Wert – 95% Fraktile) nicht unterschreiten.

Der Grenzwert für Einzelwerte beträgt 75 % des charakteristischen Wertes.

Der angelieferte Zement darf eine max. Temperatur von 70 °C nicht überschreiten.

### 4.2. ZUSATZSTOFFE

Es dürfen nur Zusatzstoffe der Type II verwendet werden. Zusatzstoffe der Type II müssen der EN 450 oder EN 13263.

## 4. MATERIE PRIME DEL CALCESTRUZZO

Le materie prime del calcestruzzo devono essere controllate secondo il relativo foglio di verifica. Per tutte le materie prime devono essere presentate le rispettive schede tecniche, le schede di sicurezza, i collaudi, le dichiarazioni di produzione e i certificati e gli attestati di conformità normalmente necessari.

### 4.1. CEMENTO

Si deve utilizzare cemento conforme alla norma EN 197-1.

Per le classi di esposizione XA1, XA2 e XA3 (attacco solfatico) è ammesso cemento con contenuto massimo C<sub>3</sub>A del clinker dello 0% (valore caratteristico), che si definisce privo di C<sub>3</sub>A. Se dalla prova del dosaggio di C<sub>3</sub>A sul cemento risulta un valore maggiore di C<sub>3</sub>A, tuttavia inferiore all'1,0%, si deve eseguire una prova con controllo del clinker. Si deve garantire che il Committente/DL abbia accesso allo stabilimento di produzione del cemento per campionatura nell'ambito delle prove di identità.

Se il valore caratteristico viene superato rispettando tuttavia il valore limite per i singoli casi, si deve eseguire un'ulteriore verifica, in cui deve essere rispettato il valore caratteristico.

Per le situazioni di attacco chimico si deve verificare il contenuto di C<sub>3</sub>A nel cemento. Il contenuto di C<sub>3</sub>A si calcola utilizzando la seguente formula:

$$C_3A = 2,65 * Al_2O_3 - 1,69 * Fe_2O_3$$

Per calcestruzzo con classe di esposizione XA1, XA2 e XA3 non può essere utilizzato cemento il cui materiale componente principale contenga calcare, secondo la EN 197-1 (per es. CEM II/A-L o CEM II/A-M (S-L)).

L'idoneità del cemento deve essere accertata con apposita certificazione (marchio CE). Se necessario il contenuto di C<sub>3</sub>A deve essere certificato con prove.

Si deve indicare il coefficiente di finezza Blaine del cemento. La variazione della finezza Blaine può oscillare entro il 5 %; è consentita una differenza massima di ± 400 cm<sup>2</sup>/g rispetto al valore indicato.

L'inizio della presa non può essere inferiore a 90 minuti (valore caratteristico – frattile 95%).

Il valore limite per i singoli casi è del 75 % del valore caratteristico.

La temperatura del cemento consegnato non può superare i 70 °C.

### 4.2. AGGIUNTE

Sono consentite solo aggiunte del tipo II, conformi alla EN 450 o EN 13263.

Die Menge der Zusätze von Typ II (entsprechend die EN 206-1) für den Einsatz in Beton sind auf der Grundlage von Tests abgeleitet werden.

Die Additionen vom Typ II kann in der Zusammensetzung des Betons mit Bezug auf den Zementgehalt, und der Wasser / Zement-Verhältnis, sofern sie geeignet ausgearbeitet werden.

Für die Auswertung der Wert von k die Bindung des in EN 206-1 bis pt ausgedrückt Konzept aufgenommen. 5.2.5.2.

#### 4.3. GESTEINSKÖRNUNG

Als Zuschlagstoff ist aufbereitetes Tunnelausbruchmaterial oder Fremdmaterial aus Schottergruben zugelassen.

Für aufbereitetes Ausbruchmaterial, das für die Betonherstellung verwendet wird, der Auftragnehmer muss die Erreichung Betonanforderungen nachweisen.

Die Gesteinskörnung muss den Anforderungen gemäß EN 12620.

Zuschlagstoffe für die Herstellung von Betonprüfung verwendet wird, der Alkali-Aggregat-Reaktion-Test nach Mikrobar AFNOR P18-588 erforderlich.

Aggregate mit einer Erweiterung auf die Probe microbar > 12:30% kann nicht für die Herstellung von Beton verwendet werden.

Die Verwendung von rezyklierten Gesteinskörnungen ist nicht erlaubt.

Gefrorene Gesteinskörnungen dürfen nicht verwendet werden. Die Temperatur der Gesteinskörnungen muss vor der Mischanlage mind. + 3 °C betragen.

Die Eignung der Gesteinskörnung ist durch Vorlage eines Prüfberichtes einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen.

#### 4.4. ZUSATZMITTEL

Es sind nur Zusatzmittel zulässig die der EN 934-2 entsprechen. Die Eignung der Zusatzmittel ist durch Vorlage eines Prüfberichtes einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen. Die Verwendung von Frostschutzmittel ist nicht zulässig.

Als Nachweis der Verträglichkeit von Luftporenbildnern mit anderen Zusatzmitteln (FM, BV, LP, VZ) ist ein Nachweis einer akkreditierten Prüfstelle vorzulegen.

#### 4.5. ANMACHWASSER

Als Anmachwasser ist Wasser oder Restwasser aus der Betonherstellung zulässig, das der EN 1008 entspricht. Dies ist durch einen Prüfbericht einer akkreditierten Prüfstelle nachzuweisen.

La quantità di aggiuntivi di Tipo II (conformi alle direttive EN 206-1) da utilizzare nel calcestruzzo devono essere dedotte sulla base delle prove iniziali.

Le aggiunte di Tipo II possono essere computate nella composizione del calcestruzzo con riferimento al dosaggio di cemento ed al rapporto acqua / cemento a condizione che ne sia stabilita l'idoneità.

Per la valutazione del valore k delle aggiunte è vincolante il concetto espresso nella EN 206-1 al pto. 5.2.5.2.

#### 4.3. AGGREGATI

Come aggregato è ammesso materiale di scavo trattato o materiale da cava.

Nel caso di utilizzo di aggregati per calcestruzzo con materiale di scavo, l'Appaltatore deve certificare il raggiungimento di tutti i requisiti progettuali richiesti.

L'aggregato deve essere conforme ai requisiti della EN 12620

Sugli aggregati utilizzati per la confezione del calcestruzzo è richiesta la verifica della reazione alcali-aggregati secondo prova microbar AFNOR P18-588.

Aggregate con un espansione alla prova microbar > 0.30% non possono essere utilizzati per la confezione di calcestruzzo.

L'utilizzo di aggregati riciclati non è permesso.

Non possono essere utilizzati aggregati gelati. La temperatura minima degli aggregati prima della miscelazione deve essere di + 3 °C.

L'idoneità degli aggregati deve essere accertata da un laboratorio accreditato tramite relazione di controllo.

#### 4.4. ADDITIVI

Sono consentiti solo additivi conformi alla EN 934-2. L'idoneità degli additivi dovrà essere accertata da un laboratorio accreditato e dimostrata mediante apposito certificato. Non è consentito l'utilizzo di prodotti antigelo.

Per dimostrare la compatibilità degli additivi aeranti con altri additivi (FM, BV, LP, VZ) deve essere presentata una certificazione da parte del laboratorio accreditato.

#### 4.5. ACQUA D'IMPASTO

Per l'impasto si può utilizzare acqua o acqua riciclata proveniente dalla produzione del calcestruzzo, conforme all'EN 1008. La conformità deve essere certificata con relazione di un laboratorio accreditato.

## 5. BETON

Die Konformitätserklärung nach der EN 206-1 durch akkreditierte Zertifizierung und Überwachung hat sich auf den Auftraggebern drei Monate vor dem Tag der Aufnahme der Produktion der Blöcke in der Fabrik geliefert werden.

Eignungsprüfung und Compliance auf der Frisch- und Festbeton muss durch eine externe Prüfstelle Materialien durchgeführt und in Übereinstimmung mit EN ISO 17025 und vom Auftragnehmer gewählt werden.

Für die ersten Tests und Compliance-Testfrequenzen sind in Kapitel 9.7 geregelt.

Beton wird in seiner Leistung (Beton garantierte Leistung) angegeben.

### 5.1. BETONSORTEN

Für die Herstellung von Fertigteile wird die Verwendung der folgenden Klassen von Beton:

- C30/37, XC3, XA1, Dmax22, F5
- C40/50, XC4, XA2, Dmax22, F5
- C50/60, XC4, XA2, Dmax22, F5
- C50/60, XC4, XA3, Dmax22, F5

Die Druckfestigkeit ist auf 15 cm Würfel bezogen und mit dieser Probekörpergröße auch nachzuweisen.

Das Prüfalter muss 28 56 Tage betragen. Von 28 Tagen abweichende Prüfalter sind in der Betonsortenbezeichnung durch die Angabe des Alters in Klammer hinter der Würfel Druckfestigkeit anzugeben (z.B. C50/60(56) für Prüfung nach 56 Tagen). Die Lagerung der Würfel hat gemäß EN 12390-2 zu erfolgen. Die Beurteilung der Konformität erfolgt gemäß EN 206.

Für die Herstellung aller vorgefertigten Elemente basiert auf der Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand eingeführt.

### 5.2. SCHWINDEN

Für Beton in Bauteilen muss das Schwinden mit Hilfe von entsprechenden Zusatzmitteln auf einen maximal zulässigen Wert von 0,015 % in 90 Tagen eingeschränkt werden.

Es obliegt ausschließlich dem Auftragnehmer die Rezeptur dahingehend anzupassen und die nötigen Zusätze vorzusehen, um diese Vorgaben zu erfüllen.

### 5.3. CHEMISCHER ANGRIFF

Die Grenzwerte (abweichend von der EN 206) für die einzelnen Expositionsklassen des chemischen Angriffs sind in der folgenden Tabelle enthalten:

## 5. CALCESTRUZZO

La dichiarazione di conformità EN 206-1 rilasciata dall'ente di certificazione e sorveglianza accreditato dovrà essere consegnata al Committente/DL 3 mesi prima della data di inizio della produzione dei conci in fabbrica.

Le prove di idoneità e conformità sul calcestruzzo fresco ed indurito devono essere eseguite da un laboratorio di prove materiali esterno ed accreditato ai sensi della norma EN ISO 17025 e scelto dall'Appaltatore.

Per le prove iniziali e di conformità le frequenze di prova sono regolate nel capitolo 9.7.

Il calcestruzzo è specificato nelle sue prestazioni (calcestruzzo a prestazione garantita).

### 5.1. CLASSI DI CALCESTRUZZO

Per la fabbricazione dei conci prefabbricati è previsto l'impiego delle seguenti classi di calcestruzzo:

- C30/37, XC3, XA1, Dmax22, F5
- C40/50, XC4, XA2, Dmax22, F5
- C50/60, XC4, XA2, Dmax22, F5
- C50/60, XC4, XA3, Dmax22, F5

La classe di resistenza è riferita e va verificata su cubetti di 15 cm di lato.

I provini devono essere maturati a 28 giorni. Tempi di maturazione diversi da 28 giorni devono essere indicati nella denominazione del tipo di calcestruzzo, tra parentesi, dopo la resistenza a compressione cubica (ad es. C50/60(56) per maturazione a 56 giorni. La conservazione dei cubetti deve essere conforme alla EN 12390-2. La valutazione della conformità si esegue ai sensi della EN 206.

Per la fabbricazione di tutti gli elementi prefabbricati è imposto l'uso di cemento con alta resistenza ai solfati.

### 5.2. RITIRO

Per i calcestruzzi negli elementi strutturali il ritiro deve essere limitato attraverso apposti additivi ad un valore massimo pari allo: 0.015 % a 90 gg.

È onere esclusivo dell'Appaltatore adattare il mix-design e prevedere le necessarie aggiunte onde rispettare il raggiungimento di questo requisito.

### 5.3. ATTACCO CHIMICO

La seguente tabella riporta i valori limite (in deroga alla EN 206) per le classi di esposizione all'attacco chimico:

		XA1	XA2	XA3
<b>Grundwasser - Bergwasser / Acqua di falda, acque di montagna</b>				
SO <sub>4</sub> mg/l	EN 196-2	≥ 200 – ≤ 600	> 600 – ≤ 1.500	> 1.500 – ≤ 6.000
pH-Wert	ISO 4316	≤ 6,5 – ≥ 5,5	< 5,5 – ≥ 4,5	< 4,5 – ≥ 4,0
CO <sub>2</sub> angreifend / aggressiva mg/l	EN 13577 <sup>1)</sup>	≥ 15 – ≤ 40	> 40 – ≤ 100	> 100
NH <sub>4</sub> mg/	ISO 7150-1	≥ 15 – ≤ 30	> 30 – ≤ 60	> 60 – ≤ 100
Mg mg/l	ISO 7980	≥ 300 – ≤ 1.000	> 1000 – ≤ 3.000	> 3.000
°dH	EN 13577 <sup>1)</sup>	0 – 3	-	-

Tabelle 1: Expositionsklassen chemischer Angriff

Tabella 1: Classi di esposizione per l'attacco chimico

1) Zusätzlich zur EN 13577 gilt:

- Für die Berechnung des Härtegrades gilt: °dH = 2,8 \* H<sub>1</sub>
- Zu Pkt 7.1.1 in EN 13577: Gemäß der Reaktionsgleichung:  
 $2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
entsprechen 2 Mole CO<sub>2</sub> einem Mol CaO, es ist daher LCD nicht mit 44/56 (=0,79) sondern mit 88/56 (=1,57) zu multiplizieren. Die Formel lautet daher: 14 \* (H<sub>2</sub> – H<sub>1</sub>).

Für die Klasseneinteilung gilt der höchste Wert. Liegen 2 Werte in derselben Klasse und sind beide Werte nicht im unteren Drittel der Klasse, so gilt die nächst höhere Klasse. Dies gilt nicht für eine Einteilung in die Klasse XA3.

Das Nachweisverfahren gemäß Punkt 5.4 ist nur bis zu einem SO<sub>4</sub> Grenzwert von 1500 mg/l vorgesehen. Daraus ergibt sich die Abweichung zur EN 206-1 in obiger Tabelle.

Die Klasseneinteilung für chemischen Angriff erfolgte aufgrund der prognostizierten chemischen Zusammensetzung des Bergwassers. Der anstehende kompakte Fels wurde nicht als Boden klassifiziert. Dies stellt eine Abweichung zur EN 206-1 dar.

#### 5.4. ANFORDERUNGEN AN DEN BETON BETREFFEND EXPOSITIONSKLASSEN

In den folgenden Tabellen sind die Anforderungen an den Beton betreffend w/z-Wert, Mindestzementgehalt, erforderlichen Zementtypen und mind. Betondruckfestigkeitsklasse dargestellt.

Für den Nachweis des Wassergehaltes ist folgende Formel zu verwenden:

$$\text{Wassergehalt} = (\text{Gesamtwassergehalt} - \text{Kernfeuchte})$$

Für den Nachweis des Mindestzementgehalts ist folgende Formel zu verwenden:

$$\text{Zementgehalt} = (\text{Zement} + k * \text{Zusatzstoffgehalt})$$

Für den Nachweis des w/z-Wertes ist folgende Formel zu verwenden:

$$\text{w/z-Wert} = (\text{Gesamtwassergehalt} - \text{Kernfeuchte}) / (\text{Zement} + k * \text{Zusatzstoffgehalt})$$

1) In aggiunta alla EN 13577:

- Per il calcolo del grado di durezza vale °dH = 2,8 \* H<sub>1</sub>
- Sul punto 7.1.1 nella EN 13577: in conformità all'equazione di relazione:  
 $2 \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CaO} = \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$   
2 moli di CO<sub>2</sub> corrispondono a una mole di CaO, quindi LCD deve essere moltiplicato non per 44/56 (=0,79) ma per 88/56 (=1,57). La formula è 14 \* (H<sub>2</sub> – H<sub>1</sub>).

La classificazione si riferisce al valore più alto riscontrato. Se due si trovano nella medesima classe e entrambi non si trovano nel terzo inferiore della classe, allora vale la classe successiva. Ciò non vale per l'attribuzione alla classe XA3.

I metodi di indagine di cui al successivo punto 5.4 hanno valore solamente fino al limite di 1500 mg/l per il SO<sub>4</sub>; ciò è la ragione della deviazione rispetto alla norma UNI EN 206-1 dei valori della tabella precedente.

La composizione chimica prevista per l'acqua di falda determina l'assegnazione delle classi per l'attacco chimico. La roccia compatta non è stata classificata come terreno, in difformità alla EN 206-1.

#### 5.4. REQUISITI PER IL CALCESTRUZZO SECONDO LE CLASSI DI ESPOSIZIONE

Le seguenti tabelle contengono i requisiti previsti dalle norme sul calcestruzzo riguardo a valore a/c, dosaggio minimo di cemento, tipi di cemento ammessi e classe minima di resistenza a compressione.

Per controllare il contenuto di acqua, si utilizza la seguente formula:

$$\text{Contenuto di acqua} = (\text{contenuto complessivo di acqua} - \text{assorbimento})$$

Per controllare il contenuto minimo di cemento si utilizza la seguente formula:

$$\text{Contenuto di cemento} = (\text{cemento} + k * (\text{contenuto di aggiunta}))$$

Per controllare il valore a/c si utilizza la seguente formula:

$$\text{Valore a/c} = (\text{contenuto complessivo di acqua} - \text{assorbimento}) / (\text{cemento} + k * (\text{contenuto di aggiunta}))$$

Die Kernfeuchte der Gesteinskörnung ist in der Erstprüfung nachzuweisen.

L'assorbimento dell'aggregato deve essere controllata mediante la prova preliminare.

Expositionsklasse / Classe di esposizione		XC3	XC4
Mindestzementgehalt / Contenuto minimo di cemento	kg/m <sup>3</sup>	280	300
Max. zul. w/z-Wert gem. 5.4 / Valore a/c massimo ammesso secondo 5.4	-	0,55	0,50
Mind. Druckfestigkeitsklasse / Classe minima di resistenza a compressione	-	C30/37	C30/37
Zementtype / Tipo di cemento	-	Gemäss EN 197-1 Conforme alla EN 197-1	
Zusätzliche Anforderung am Festbeton Requisito aggiuntivo del calcestruzzo indurito	-	Wassereindringtiefe 50 mm Profondità di penetrazione dell'acqua 50 mm	Wassereindringtiefe 20 mm Profondità di penetrazione dell'acqua 20 mm

Tabelle 2: Anforderungen an den Beton, Expositionsclassen XC3 und XC4

Tabella 2: Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XC3 e XC4

Expositionsklasse / Classe di esposizione		XA1 ( /attacco chimico)	XA2 (treibend / attacco chimico)	XA3 <sup>1)</sup>
Zulässiger Sulfatgehalt / Contenuto di solfato ammesso		200 – 600 mg/l	600 – 1500 mg/l	> 1500 mg/l
Mindestzementgehalt / minimo di cemento	kg/m <sup>3</sup>	300	320	360
Max. zul. w/z-Wert gem. 5.3.3 / Valore a/c massimo ammesso secondo 5.3.3	-	0,55	0,50	0,45
Mind. Druckfestigkeitsklasse/ Classe minima di resistenza a compressione	-	C30/37	C30/37	C35/45
Zementtype Tipi di cemento	-	Gemäss EN 197-1 Conforme alla EN 197-1		
Zusätzliche Anforderung, Nachweis am Festbeton / Requisito aggiuntivo – Prova sul calcestruzzo indurito	-	XC3	XC4	XC4

Tabelle 3: Anforderungen an den Beton, Expositionsclassen XA1 ÷XA3

Tabella 3: Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XA1 ÷XA3

1) XA2 und konstruktive Maßnahmen erforderlich, wie Schutz durch Kunststoffabdichtungsbahnen (KDB)

Necessari XA2 e interventi, come protezione con guaine di impermeabilizzazione in materiale sintetico.

#### 5.5. NACHWEIS VON EXPOSITIONSKLASSEN AM FESTBETON

Der Nachweis der Expositionsclassen XC3, XC4, XA1, XA2 und XA3 hat gemäß den folgenden Festlegungen zu erfolgen:

#### 5.5. VERIFICA DELLE CLASSI DI ESPOSIZIONE SUL CALCESTRUZZO INDURITO

Le prove per le classi di esposizione XC3, XC4, XA1, XA2 e XA3 si eseguono secondo le seguenti indicazioni:

#### 5.5.1. EXPOSITIONSKLASSE XC3 UND XC4

Für den Nachweis der Expositionsklasse XC3 oder XC4 ist die Wassereindringtiefe am Festbeton, mit dem Prüfverfahren gemäß Anlage A2.6 nachzuweisen. Für die Expositionsklasse XC3 ist ein maximal zulässiger Wert von 50 mm und für die Expositionsklasse XC4 von 20 mm nachzuweisen. Bei der Erstprüfung müssen diese Werte um 20 % unterschritten werden.

#### 5.5.2. EXPOSITIONSKLASSE XA1 BEI TREIBENDEM ANGRIF (SULFATANGRIFF 200 – 600 MG/L SO<sub>4</sub> IM BERGWASSER)

Es ist „C3A-freier Zement“ gemäß der Norm EN197-1 zu verwenden. Der Anteil des Zusatzstoffes vom Typ II im Bindemittel muss mind. 20 % betragen. Es ist ein Nachweis der Expositionsklasse XC3 am Festbeton gemäß obigem Absatz zu erbringen. Die Wassereindringtiefe darf bei der Erstprüfung des Betons maximal 40 mm betragen.

#### 5.5.3. EXPOSITIONSKLASSE XA2 BEI TREIBENDEM ANGRIF (SULFATANGRIFF BIS MAX. 1500 MG/L SO<sub>4</sub> IM BERGWASSER)

Es ist „C3A-freier Zement“ gemäß der Norm 197-1 zu verwenden. Der Anteil des Zusatzstoffes vom Typ II im Bindemittel mind. 20 % betragen. Als Zusatzstoff ist nur Typ II als Flugasche gemäß EN 450. Es ist ein Nachweis der Expositionsklasse XC4 am Festbeton gemäß obigem Absatz zu erbringen. Die Wassereindringtiefe darf bei der Erstprüfung des Betons maximal 20 mm betragen

#### 5.5.4. EXPOSITIONSKLASSE XA2 BEI TREIBENDEM ANGRIF (SULFATANGRIFF MEHR ALS 1500 MG/L SO<sub>4</sub> IM BERGWASSER)

Es ist „C3A-freier Zement“ gemäß der Norm 197-1 zu verwenden. Der Anteil des Zusatzstoffes vom Typ II im Bindemittel mind. 20 % betragen. Als Zusatzstoff ist nur Typ II als Flugasche gemäß EN 450. Es ist ein Nachweis der Expositionsklasse XC4 am Festbeton gemäß obigem Absatz zu erbringen. Die Wassereindringtiefe darf bei der Erstprüfung des Betons maximal 20 mm betragen

#### 5.5.5. EXPOSITIONSKLASSE XA2 BEI TREIBENDEM ANGRIF (SULFATANGRIFF ÜBER 1500 MG/L SO<sub>4</sub> IM BERGWASSER)

Zusätzlich zu den Betonanforderungen der Expositionsklasse XA2, ist der Beton der Expositionsklasse XA3 mit einem hohe Sulfatbeständigkeit (HSR) zu herstellen. Es ist daher nur Zement mit hohem Sulfatwiederstand verwendet werden.

#### 5.5.1. CLASSI DI ESPOSIZIONE XC3 E XC4

Per la prova della classe di esposizione XC3 ovvero XC4 si deve verificare la profondità di penetrazione dell'acqua sul calcestruzzo indurito, con la procedura illustrata nell'allegato A2.6. Per la classe di esposizione XC3 il valore massimo ammesso è pari a 50 mm, per la classe di esposizione XC4 di 20 mm. Nella prova preliminare ci si deve mantenere 20% al di sotto di questi valori.

#### 5.5.2. CLASSE DI ESPOSIZIONE XA1 CON ATTACCO CHIMICO (ATTACCO SOLFATICO 200 – 600 MG/L SO<sub>4</sub> NELL'ACQUA DI MONTAGNA)

Si deve utilizzare cemento privo di C3A, in conformità alla norma EN 197-1. La frazione di aggiunta di tipo II nel legante deve essere minimo del 20%. Come aggiunte sono ammesse solo il tipo II, ceneri volanti, in conformità alla EN 450. Si deve inoltre eseguire una prova della classe di esposizione XC3 sul calcestruzzo indurito secondo il criterio di cui sopra. La massima profondità di penetrazione dell'acqua ammessa durante la prova preliminare è pari a 40 mm.

#### 5.5.3. CLASSE DI ESPOSIZIONE XA2 CON ATTACCO CHIMICO (OLTRE 1500 MG/L SO<sub>4</sub> NELL'ACQUA DI MONTAGNA)

Si deve utilizzare cemento privo di C3A, in conformità alla norma EN 197-1. La frazione di aggiunta di tipo II nel legante deve essere minimo del 20%. Come aggiunte sono ammesse solo il tipo II, ceneri volanti, in conformità alla EN 450. Si deve inoltre eseguire una prova della classe di esposizione XC4 sul calcestruzzo indurito secondo il criterio di cui sopra. La massima profondità di penetrazione dell'acqua ammessa durante la prova preliminare è pari a 20 mm.

#### 5.5.4. CLASSE DI ESPOSIZIONE XA2 CON ATTACCO CHIMICO (FINO A MAX 1500 MG/L SO<sub>4</sub> NELL'ACQUA DI MONTAGNA)

Si deve utilizzare cemento privo di C3A, in conformità alla norma EN 197-1. La frazione di aggiunta di tipo II nel legante deve essere minimo del 20%. Come aggiunte sono ammesse solo il tipo II, ceneri volanti, in conformità alla EN 450. Si deve inoltre eseguire una prova della classe di esposizione XC4 sul calcestruzzo indurito secondo il criterio di cui sopra. La massima profondità di penetrazione dell'acqua ammessa durante la prova preliminare è pari a 20 mm.

#### 5.5.5. CLASSE DI ESPOSIZIONE XA3 CON ATTACCO CHIMICO (MAGGIORE DI 1500 MG/L SO<sub>4</sub> NELL'ACQUA DI MONTAGNA)

In aggiunto a quanto prescritto per il calcestruzzo in classe di esposizione XA2, il calcestruzzo in classe di esposizione XA3 deve avere un'alta resistenza ai solfati (HSR). Devo quindi essere utilizzati cementi ad alta resistenza ai solfati.



## 5.6. BEWEHRUNG

Die Stahlbewehrung muss der Norm NTC 2008 entsprechen

Die Betonstärke für die Überdeckung der Bewehrungseisen entspricht  $C_{nom}$  40 mm.

## 5.6. ACCIAIO DI ARMATURA

L'acciaio per armatura deve essere conforme alla NTC2008.

Lo spessore del calcestruzzo di ricoprimento all'acciaio dell'armatura è pari a  $C_{nom}$  40 mm.

## 6. PROBENAHME BETON

Die Prüfungen am Frischbeton werden an einer Betonprobe vorgenommen, die während des Einbringens in die Form gezogen wurde (mindestens 50 l).

Mit der damit gezogenen Probe werden gleichzeitig auch folgende Probekörper für die Prüfungen am Festbeton hergestellt:

- Probewürfel Seitenlänge 150 mm für den Druckfestigkeitsnachweis
- Probeprismen (120x120x360) für den Nachweis der Karbonatisierungsfestigkeit
- Probewürfel Seitenlänge 150 mm für den Nachweis der Sulfatbeständigkeit (davon werden sechs Probekerne  $\varnothing$  28 mm gezogen)
- Probeprismen 70x70x282 mm für den Performance Test (Nachweis der Alkali-Aggregat-Reaktion RAA).

Die Proben unter Laborbedingungen nach EN 12390-2 gezogen und gelagert.

Das Ziehen der Proben und die Nachweisführung erfolgt durch Fachpersonal der jeweiligen Prüflabors.

Die Intervalle für die Prüfungen am Beton erfolgen nach den Vorgaben laut Kapitel 9.7 .

## 6. CAMPIONAMENTO DEL CALCESTRUZZO

Le prove su calcestruzzo fresco sono eseguite su un prelievo (min. 50 litri) di calcestruzzo preso durante lo scarico nella forma dell'elemento.

Con lo stesso prelievo sono confezionati i seguenti provini per le prove sul calcestruzzo indurito:

- Provini cubici lato 150 mm per le prove di resistenza alla compressione
- Provino prismatico dimensioni 120x120x360 mm per la resistenza alla carbonatazione
- Provini cubici lato 150 mm per la resistenza ai solfati (da cui prelevare 6 carote  $\varnothing$  28 mm)
- Provini prismatici dimensioni 70x70x282 mm per la prova Performance Test (reazione alcali-aggregati RAA)

I provini sono realizzati e maturati in condizioni di laboratorio in conformità alla EN 12390-2.

I campionamenti sono eseguiti dal personale qualificato dei rispettivi laboratori di prova.

Per le prove sul calcestruzzo le frequenze di prova sono regolate nel capitolo 9.7.

## 7. BETONPRÜFUNGEN

Der zur Herstellung der Tübbing-Elemente bestimmte Beton (Frisch- und Festbeton), wird folgenden Prüfungen unterzogen:

### Frischbeton

- Kontrolle der Temperatur
- Konsistenzprüfung nach EN 12350-5
- Prüfung der Betonrohddichte nach EN 12350-6
- Prüfung des Wassergehaltes und des Wasser/Zement-Verhältnisses gemäß dem Verfahren laut Anlage A2.7.
- Prüfung des Luftgehaltes nach EN 12350-7

### Festbeton

- Druckfestigkeit von Probekörpern nach 2 und 28 Tagen nach EN 12390-3
- Sulfatbeständigkeit nach 28 Tagen nach dem Verfahren gemäß Anhang A2.5.
- Beständigkeit gegen beschleunigte Karbonatisierung nach 28 Tagen gemäß Anhang A2.9
- Performance Test (Alkali-Aggregat-Reaktion RAA) nach AFNOR P18-454.

Die zulässigen Toleranzen für die einzelnen Prüfergebnisse im Verhältnis zu den vorschriftsmäßigen Werten oder Klassen richten sich nach der Norm EN 206-1 und den Vorgaben laut Übersicht 19a der besagten Norm.

## 7. PROVE SUL CALCESTRUZZO

Le prove previste e da eseguire sul calcestruzzo (fresco ed indurito) prodotto per la fabbricazione dei conci e soggette a controllo di produzione sono:

### Calcestruzzo fresco

- Controllo della temperatura del calcestruzzo
- Prova della consistenza del calcestruzzo secondo EN 12350-5
- Prova della massa volumica del calcestruzzo secondo norma EN 12350-6
- Prova del contenuto di acqua e rapporto acqua/cemento secondo procedura allegato A2.7.
- Prova del contenuto di aria nel calcestruzzo secondo EN 12350-7

### Calcestruzzo indurito

- Resistenza alla compressione a 2 e 28 giorni di maturazione secondo norma EN 12390-3
- Resistenza ai solfati a 28 giorni di maturazione secondo procedura allegato A2.5.
- Resistenza alla carbonatazione accelerata a 28 giorni di maturazione secondo allegato A2.9
- Performance Test (reazione alcali-aggregati RAA) eseguita conformemente alla AFNOR P18-454.

La tolleranza concessa sui singoli risultati di prova rispetto ai valori o classi prescritti sono definiti nella EN 206-1 e in accordo con le disposizioni riportate nel prospetto 19a della stessa norma.

## 8. PRÜFUNGEN FERTIGELEMENTE

Zur Gewährleistung der richtigen Anpassung des Tübbingrings an die verlangte Geometrie müssen Schalungen, Tübbinge und die eingestellten Ringe ständig kontrolliert werden.

Wenn die Tübbinge ausgeschalt und bereit für die Übergabe sind, müssen sie innerhalb der Herstellungshalle gemessen werden, zur Kontrolle der Einhaltung der Toleranzen (3D Messungen mit Theodolit oder manueller Einzelaufnahme).

Die geometrischen Toleranzen (erlaubte Abplatzungen) und die entsprechenden Aufnahmemethoden sind in Tabelle 4 definiert.

Bei jeder Schalung muss ein Probering montiert werden, damit die Toleranzen für das Endprodukt überprüft werden können (zwei Ringe aufeinander montiert, ohne Dichtungen, totale Abmessung jedes Ringes).

Es ist die Verantwortung des Auftragnehmer auf die folgenden Funktionen auf das fertige Produkt zu überprüfen:

- Geometrische Eigenschaften
- Dauerhaftigkeit

Die Prüfungen zur fertigen Produkt Testfrequenzen sind in Kapitel 9.7 geregelt.

### 8.5. GEOMETRISCHE ANFORDERUNGEN AN DIE TÜBBINGE

Die Messung der Größe der Elemente wird in Übereinstimmung mit Anhang J der EN 13369 - Gemeinsame Regeln für Betonfertigteile - durchgeführt.

Die Toleranzen für die dimensional Eigenschaften der Elemente sind in Tabelle 4 eingetragen:

## 8. PROVE SUL PRODOTTO FINITO

Per garantire che l'anello dei conci rispetti la geometria richiesta, le forme del cassero, gli stessi conci e gli anelli montati devono essere sottoposti a costanti controlli.

I conci, una volta scasserati e pronti per la consegna, devono essere misurati all'interno del capannone di fabbricazione per controllare che rispettino le tolleranze previste (rilevamento tridimensionale con teodolite o rilievo fotogrammetrico manuale).

Le tolleranze geometriche (scostamenti consentiti) e i relativi metodi di rilevamento sono definiti in Tabella 4.

In ciascun cassero si devono montare degli anelli di prova per verificare il rispetto delle tolleranze dell'anello finito (2 anelli montati uno sopra l'altro, senza guarnizioni, ogni anello deve essere misurato completamente).

È compito dell'Appaltatore verificare le seguenti caratteristiche sul prodotto finito:

- Proprietà geometriche
- Durabilità

Per le prove sul prodotto finito le frequenze di prova sono regolate nel capitolo 9.7.

### 8.1. REQUISITI GEOMETRICI DEI CONCI

La misurazione delle dimensioni degli elementi è eseguita in conformità all'Appendice J della EN 13369 – Regole comuni per prodotti prefabbricati in calcestruzzo.

Le tolleranze per le caratteristiche dimensional sono riportate nella Tabella 4 seguente:

<b>Gedichtete Tübbinge / Conci con impermeabilizzazione</b>	<b>Grenzabweichung / Tolleranza</b>	<b>Prüfmittel / Sistema di verifica</b>
<b>Abmessungen Gesamtsegment / Dimensioni dei conci</b>		
Einzelpunktabweichungen auf den Lastübertragung- flächen / Scostamenti puntuali sulla superficie di tra- missione del carico	± 1,0 mm	3D-Vermessung / Rilevamento 3D
Tübbingdicke / Spessore dei conci	± 3,0 mm	Präzisionsmaßband oder Präzisionsmessschieber / Metro di precisione o calibro di pre- cisione
Innenfläche (Einzelpunktabweichung) / Superficie interna (scostamento puntuale)	± 1,5 mm	3D-Vermessung / Rilevamento 3D
<b>Dichtungsnut / Incavo per la guarnizione</b>		
Breite der Dichtungsnut / Larghezza dell'incavo per la guarnizione	± 0,5 mm	Präzisionsschablone + Präzi- sionsfühlerlehre oder Präzisionsmessschieber / Dima di precisione+spessimetro di precisione o calibro di precisione
Tiefe der Dichtungsnut / Profondità dell'incavo per la guarnizione	± 0,5 mm	Digital - Tiefenmessschieber / calibro digitale di profondità
Lage der Dichtungsnut (von der Innenfläche aus ge- messen) / Posizione dell'incavo per la guarnizione (mi- surata partendo dalla superficie interna)	± 1,0 mm	Präzisionsmessschieber oder Mes- slatte / Calibro di precisione o asta graduata
<b>Ebenheit der Kontaktflächen / Planarità delle superfici di contatto</b>	1,0 mm **)	Präzisionsfühlerlehre + Präzisionsli- neal / Spessimetro di precisione + righello di precisione.
<b>Aussparungen (abhängig von den Systemanforde- rungen des Herstellers) / Aperture (in base ai requisiti del costruttore)</b>		
Position der Löcher und Aussparungen für die Anker und Verbindungselemente / Posizione di fori e aperture per tiranti e connettori	± 1,0 mm	Präzisionsmaßband / Metro di precisione
Aussparung für Montage / Aperture di montaggio	± 2,0 mm	Präzisionsmaßband / Metro di precisione
<b>Toleranzen am aufgebauten Ring (Probe-Ring) / Tol- leranza sull'anello di prova</b>		
Innendurchmesser (in 2 Höhen in jeweils in 3 Achsen gemessen) / Diametro interno (misurato a 2 diverse quote rispettiva- mente in 3 assi)	Mittelwert der 3 Achsen/ valore medio dei 3 assi: <b>± 10,0 mm</b> Maximaler Ein- zelwert / Valo- re singolo massimo:	Präzisionsmaßband / Metro di precisione
**) ..... Delta zwischen höchstem und tiefstem Punkt entlang einer beliebigen Kontaktfläche / Differenza tra il punto più alto e il punto più basso lungo una superficie di contatto qualsiasi		

Tabelle 4: Geometrische Toleranzen der Tübbinge

Tabella 4: Tolleranze geometriche dei conci

## 8.6. BEWEHRUNGSÜBERDECKUNG

Die Messung der Schichtstärke der Betonüberdeckung richtet sich nach Anhang C der Norm EN 13369.

Die Toleranzen für die Betonüberdeckung der der Bewehrungseisen sind die folgenden:

- Schichtstärke  $d = \pm 5$  mm von  $C_{nom}$

## 8.7. DAUERHAFTIGKEIT

Die Anforderungen werden an den Fertig-Elementen geprüft. Die Anforderungen sind im Detail in Tabelle 4, Kapitel 9.5 beschrieben.

- Wasseraufnahme  $< 6\%$

Der Nachweis für die Wasseraufnahme wird an Probekernen des Fertig-Elements gemäß Anhang G der EN 13369 geführt.

- Durchgehende Risse (über den gesamten Querschnitt) sind nicht zulässig
- Max. Rissbreite = 0.2 mm
- Kiesnester = max. Fläche 200 cm<sup>2</sup>

Weitere Anforderungen an die Fertigbauteile können Tabelle 2, Kapitel 8.7 entnommen werden.

## 8.8. ERSTPRÜFUNGEN

Vor Beginn der Serienproduktion sind mit der in der Erstprüfung festgelegten Betonzusammensetzung, der tatsächlich verwendeten Produktionsanlage und den Schalungselementen Probetübbinge herzustellen. Bei diesem Arbeitsschritt wird die erforderliche Konsistenz des Betons festgelegt. An den Probetübbingen sind die Nachweise für die Toleranzen des Bauteils, die Einbauteile, sowie die Oberflächenbeschaffenheit zu erbringen. Der Prüfbericht für die Erstprüfung, in dem alle qualitätsrelevanten Unterlagen enthalten sein müssen, ist dem Auftraggeber mind. 4 Wochen vor Produktionsbeginn der Tübbinge vorzu legen

Bei Änderungen in der Betonzusammensetzung, der Ausgangsstoffe, des Herstellungsverfahrens oder anderen Veränderungen, die zu einer wesentlichen Änderung der Eigenschaften des Produkts führen können, ist die Erstprüfung zu wiederholen.

Vor der Serienproduktion der Tübbingelemente muss der AN dem Auftraggeber/BL den Nachweis vorlegen, dass die Tübbingringe den vorgegebenen Toleranzen entsprechen. Bei jeder Schalung (pro Tübbingring) muss ein Probe- Tübbingring montiert werden (zwei Ringe aufeinander), damit die Toleranzen für das Endprodukt überprüft werden können.

- Im Zuge der Erstprüfungen für die Herstellung der Tübbing-Elemente muss der Auftragnehmer eine vollständige Prüfreihe an folgenden Elementen vornehmen:

## 8.2. COPRIFERRO

La misurazione dello spessore di ricoprimento in calcestruzzo è eseguita in conformità all'Appendice C della EN 13369.

Le tolleranze per il ricoprimento al ferro di armatura sono le seguenti:

- Spessore  $d = \pm 5$  mm di  $C_{nom}$

## 8.3. CARATTERISTICHE DI DURABILITÀ

I requisiti sono da verificare sull'elemento finito. I requisiti richiesti sono riportati in dettaglio nella Tabella 5 al capitolo 9.5.

- Assorbimento acqua  $< 6\%$

La prova dell'assorbimento di acqua è eseguita su carote prelevate dall'elemento finito ed eseguita in conformità all'Appendice G della EN 13369.

- Non sono ammesse fessure passanti (fessure attraverso tutta la sezione)
- Larghezza max delle fessure = 0.2 mm
- Nidi di ghiaia = superficie max 200 cm<sup>2</sup>

Altre esigenze richieste sugli elementi prefabbricati sono riportate nella tabella 2, capitolo 8.7

## 8.4. CAMPIONATURA DI COLLAUDO

Prima dell'inizio della produzione in serie si devono realizzare dei conchi di prova con la composizione del calcestruzzo definita in sede di prova preliminare, utilizzando gli impianti e i casseri che saranno effettivamente usati. In questa fase si definisce la consistenza necessaria del calcestruzzo. Sui conchi di prova si testano la tolleranza dell'opera, gli elementi costruttivi e le caratteristiche della superficie. La relazione sulla prova preliminare, che comprende tutta la documentazione rilevante per il controllo di qualità, deve essere presentata al Committente/DL almeno 3 mesi prima dell'inizio della produzione dei conchi.

In caso di cambiamenti della composizione del calcestruzzo, dei materiali costituenti, del metodo di produzione o di altro, che modificano significativamente le proprietà del prodotto, la prova preliminare va ripetuta.

Prima della produzione in serie dei conchi prefabbricati l'Appaltatore deve fornire al Committente/DL la verifica del rispetto delle tolleranze dell'anello finito. Per ciascun cassero (quindi per ogni tipologia di anello) si devono montare degli anelli di prova (2 anelli montati uno sopra l'altro) e ogni anello deve essere misurato completamente.

Nell'ambito del collaudo della produzione dei conchi prefabbricati, l'Appaltatore deve eseguire una serie completa di prove su:

- le materie prime per la produzione del calcestruzzo

- Rohstoffe für die Betonherstellung
- Prüfungen am Frisch- und Festbeton
- Geometrischer Nachweis an den einzelnen Tübbing-Elementen.

Die Ergebnisse der Erstprüfung müssen vollständig und umfassend dokumentiert sein und dem Auftraggeber/BL drei Monate vor Aufnahme der Serienfertigung der Tübbingelemente ausgehändigt werden.

Die Produktion der Tübbing-Elemente wird mit der Bestätigung und Genehmigung durch den Auftraggeber/BL aufgenommen.

- le prove sul calcestruzzo fresco ed indurito
- la verifica geometrica dei singoli conci prefabbricati

Gli esiti del collaudo deve essere completa, documentata e consegnata al Committente/DL 3 mesi prima prima dell'inizio della produzione in serie dei conci.

La produzione dei conci prefabbricati inizia con la conferma ed autorizzazione rilasciata dal Committente/DL all'Appaltatore.

## 9. KONTROLLE UND PRÜFUNGEN

### 9.1. ABWICKLUNG DER PRÜFUNGEN AN DEN TÜBBINGEN

Der Auftragnehmer muss einvernehmlich mit dem Auftraggeber/BL einen eigenen Prüfplan für sämtliche Produktionsstufen erstellen (Handbuch werkseigene Produktionskontrolle MQ).

Eine Kopie des Handbuchs wird mit der Zertifizierungserklärung der werkseigenen Produktionskontrolle dem Auftraggeber/BL ausgehändigt.

Das Handbuch muss Angaben zu folgende Schwerpunkten enthalten:

- Verantwortliche(r) der Produktionskontrolle
- Schulung der mit der Tübbingherstellung beauftragten Mitarbeiter
- Produktionsverfahren für Beton und Tübbinge
- Handhabung, Kontrolle und Wartung der Produktionsanlagen
- Informationen zu den Rohstoffen
- Zusammensetzung und Mix Design des Betons
- Festlegung der Produktionslose, Tages-, Monats- und Jahresproduktionsleistung
- Prüfkalender und –intervalle an Beton und den Fertigelementen
- Festlegung des externen Prüflabors
- Prüfberichte und –nachweise, Vorlage
- Formulare und Dokumentenablage
- Festlegen der Annahme- und Ablehnungskriterien
- Handhabung der Abweichungen (Nicht-Konformität) und Korrektur – Fehlerbeseitigung
- Lagerung der fertigen Elemente
- Überwachungskalender der externen Zertifizierungsbehörde

### 9.2. LABROPRÜFUNGEN

Zur Ausführung sämtlicher vorschriftsmäßiger Prüfungen an den Betonfertigteilen gemäß dem gegenständlichen Dokument werden folgende Labors für Materialprüfungen festgelegt.

Externes Labor des Auftragnehmers (Akkreditierung nach EN ISO 17025)

#### **LabA extern**

Das Labor wird vom Auftragnehmer gewählt.

Das externe LabA muss als Labor für Materialprüfungen nach

## 9. GESTIONE DEI CONTROLLI E DELLE PROVE

### 9.1. GESTIONE DELLE PROVE DEI CONCI PREFABBRICATI

L'Appaltatore, in accordo con il Committente/DL, deve redigere un proprio Piano per la gestione delle verifiche per tutte le fasi di produzione da controllare (manuale controllo di produzione in fabbrica – MQ).

Una copia del MQ è consegnata con la dichiarazione di certificazione del controllo di produzione al Committente/DL.

Il MQ deve contenere indicazioni circa i seguenti punti:

- Responsabile/i del Controllo di Produzione
- Istruzione del personale preposto alla produzione dei conci
- Processi di produzione del calcestruzzo e dei conci
- Gestione, controlli e manutenzioni delle attrezzature di produzione
- Informazioni sulle materie prime
- Composizione e mix design dei calcestruzzi
- Definizione dei lotti di produzione, produzioni giornaliere, mensili e annuali
- Calendario e frequenze di prova sul calcestruzzo e sugli elementi finiti
- Definizione del laboratorio esterno per le prove
- Rapporti e certificati di prova, trasmissione
- Modulistica e archiviazione dei documenti
- Definizione dei criteri di accettazione e rifiuto
- Gestione delle non conformità e correzione - eliminazione di errori
- Stoccaggio degli elementi finiti
- Calendario sorveglianza dell'ente di certificazione esterno

### 9.2. LABORATORI PER PROVE MATERIALI

Per l'esecuzione di tutte le prove previste sugli elementi prefabbricati in calcestruzzo e descritte nel presente documento sono definiti i seguenti tipi di laboratori prove materiali.

Laboratorio esterno dell'Appaltatore (accreditato EN ISO 17025)

#### **LabA Esterno**

Laboratorio la cui scelta spetta all'Appaltatore.

Al LabA Esterno è richiesto l'accreditamento come laboratorio



EN ISO 17025 akkreditiert sein.

Die Akkreditierung ist für alle Prüfungen für die Kontrollen am Frisch- und Festbeton erforderlich.

#### Externes Labor des Auftraggebers/BL (Akkreditierung nach EN ISO 17025)

##### **Externes LabC**

Der Auftraggeber benennt ein eigenes externes Labor, das für die Durchführung von Parallel- und Kreuztests mit dem Labor des Auftragnehmers akkreditiert ist.

Die von Seiten des Auftraggeber/BL in Auftrag gegebenen Nachweise können unmittelbar im Werk des Auftragnehmers oder an Stichproben der an die Baustelle gelieferten Tübbingelemente geführt werden.

Das externe LabC muss weiter auch als Labor für Materialprüfungen und als Prüflabor für Beton EN ISO 17025 akkreditiert sein.

Auftraggeber/BL und Auftragnehmers müssen zwei verschiedene externe Labors benennen.

Weichen die Prüfergebnisse der jeweiligen Prüflabors voneinander ab, und handelt es sich um Abweichungen, die in jedem Fall innerhalb des Reproduzierbarkeitsrahmens laut den einschlägigen Bestimmungen liegen, wird die Konformität der erzielten Werte anhand des Mittelwertes der in den betreffenden Labors erzielten Ergebnisse ermittelt.

Gehen die Ergebnisse weit auseinander und können von den akkreditierten Labors nicht bereinigt werden, wird eine gemeinsame Prüfung vorgenommen.

Alle Kosten, die durch falsche oder ungenaue Ergebnisse entstehen, werden dem jeweiligen Labor in Rechnung gestellt.

### **9.3. PRÜFERGEBNISSE**

Der Auftragnehmer muss dem Auftraggeber/BL innerhalb der nachstehend angeführten Fristen die Prüfergebnisse zu Beton-Fertigbauteilen aushändigen.

#### Prüfergebnisse für Frischbeton: innerhalb von 24 Stunden nach der Probeentnahme

- Wassergehalt und Wasser/Zement-Verhältnis
- Rohdichte
- Konsistenz
- Luftgehalt

#### Prüfergebnisse für Festbeton innerhalb von 24 Stunden nach Testende

- Druckfestigkeit
- Beständigkeit gegen Karbonatisierung
- Sulfatbeständigkeit
- Performance Test (Alkali-Aggregat-Reaktion RAA)

di prove materiali in conformità alla norma EN ISO 17025.

L'accreditamento è richiesto per tutte le prove previste nell'ambito dei controlli sul calcestruzzo fresco ed indurito.

#### Laboratorio esterno Committente/DL (accreditato EN ISO 17025)

##### **LabC Esterno**

Il Committente/DL nomina un suo proprio laboratorio esterno accreditato per l'esecuzione di prove parallele ed incrociate con il laboratorio dell'Appaltatore.

Le prove del Committente/DL possono riguardare la produzione dei conci prefabbricati direttamente presso lo stabilimento dell'Appaltatore o a campione sugli elementi finiti forniti al cantiere.

Al LabC Esterno è pure richiesto l'accreditamento come laboratorio di prove materiali e l'accreditamento sulle prove previste per il prodotto calcestruzzo, in conformità alla norma EN ISO 17025.

Il LabC Esterno della Committente/DL non può essere lo stesso di quello scelto dall'Appaltatore.

In caso di divergenza dei risultati ottenuti fra i diversi laboratori di prova coinvolti nell'esecuzione delle prove, differenze che comunque rientrano nei limiti di riproducibilità definiti dalle norme relative, la conformità dei valori ottenuti verrà giudicata sul valore medio ottenuto dai laboratori coinvolti.

In caso d'opinioni discordanti non risolvibili tra i laboratori accreditati è organizzata una prova in contraddittorio.

Eventuali costi derivanti da risultati errati o imprecisi saranno addebitati al rispettivo laboratorio.

### **9.3. RISULTATI PROVE**

I risultati delle prove eseguite dall'Appaltatore degli elementi prefabbricati in calcestruzzo devono essere consegnate, in modi da definire, al Committente/DL (DL) entro tempi stabiliti di seguito.

#### Entro 24 ore dal prelievo i risultati delle prove su calcestruzzo fresco

- Contenuto di acqua e rapporto acqua/cemento
- Massa volumica
- Consistenza
- Contenuto di aria

#### Entro 24 ore dal termine delle prove su calcestruzzo indurito

- Resistenza alla compressione
- Resistenza alla carbonatazione
- Resistenza ai solfati
- Performance test (reazione alcali-aggregati RAA)

#### Innerhalb von 24 Stunden nach den geometrischen Prüfungen

- Geometrische Merkmale der Elemente
- Oberflächenbeschaffenheit
- Dauerhaftigkeit

#### **9.4. PRÜFUNGSERGEBNIS**

Die erreichten Produktwerte werden kontinuierlich von Auftragnehmer und Auftraggeber/BL nach den Vorgaben des gegenständlichen Dokuments und zugehörigem Kontroll- und Prüfplan kontrolliert. Unzureichende und abweichende Ergebnisse (Nichtkonformitäten) werden fallweise und einzeln vom Auftraggeber/BL geprüft und es werden Korrekturmaßnahmen angeordnet.

Solche Maßnahmen können eine Wiederholung der Versuche, die gesteigerte Prüffrequenz und /oder Preisabzüge für die Materiallieferungen je nach Umfang der festgestellten Mängel vorsehen. Diese Maßnahmen gehen zu Lasten des AN.

Im Falle einer Nichtkonformität muss der Auftragnehmer folgende Schritte einleiten:

- Überprüfen der Prüfergebnisse; stellen sich diese als falsch heraus, sind entsprechende Maßnahmen zur Fehlerbeseitigung zu treffen
- Bestätigt sich die Nichtkonformität, zum Beispiel nach Wiederholen einer Prüfung, ist eine Korrekturmaßnahme anzuordnen, die auch die Revision der wichtigsten Schritte der Kontrollverfahren für den Produktionsprozess umfasst
- Die zu den o.g. Punkten unternommenen Maßnahmen sind festzuhalten

#### **9.5. KONTROLLE DER TÜBBINGELEMENTE**

In Tabelle 5 sind die Zulassungsprüfungen für Tübbingelemente angeführt.

#### Entro 24 ore dal termine delle verifiche geometriche

- Proprietà geometriche degli elementi
- Caratteristiche della superficie
- Caratteristiche sulla durabilità

#### **9.4. ESITO DELLE PROVE**

Le qualità raggiunte sono controllate in continuo da parte dell'Appaltatore degli elementi prefabbricati e da parte del Committente/DL, secondo i concetti del presente documento con relativo piano di controllo e di prove. I risultati insufficienti e non conformi saranno analizzati caso per caso dal Committente/DL e determineranno dei provvedimenti di correzione.

I provvedimenti possono riguardare la ripetizione delle prove, l'aumento delle frequenza di prova e/o eventualmente delle penalità economiche sulla fornitura del materiale in funzione dell'entità dei difetti riscontrati. Misure queste a carico del Appaltatore.

Nel caso di non conformità del prodotto l'Appaltatore è tenuto a intraprendere le seguenti azioni:

- Verificare i risultati di prova e se questi risultano errati, prendere disposizioni per eliminare gli errori
- Se la non conformità è confermata, per esempio a seguito della ripetizione della prova, intraprendere un'azione correttiva che includa la revisione dei procedimenti di controllo del processo di produzione più importanti
- Registrare le azioni intraprese per i punti sopraelencati

#### **9.5. VERIFICA CONCI PREFABBRICATI**

Nella Tabella 5 sono riportate le verifiche di ammissibilità da eseguire sui conchi prefabbricati.

Schaden Danno	Kriterien und Massnahmen Criteri e provvedimenti		Zugelassen für den Einbau Amnesso per la posa		
			Sì	No	
Risse Fessure	Oberflächliche Risse /Fessure superficiali	Rissbreite < 0.3 mm Larghezza della fessura < 0.3mm	Kontrolle des Produktionsprozesses, der Fertigungstechnik und der Optimierungsverfahren/Controllo del processo di produzione, della tecnologia del calcestruzzo messa in atto delle misure di ottimizzazione	X	
		Rissbreite < 0.5 mm Larghezza della fessura < 0.5 mm	Kontrolle der Geometrie der Tübbingelemente. Eine Sanierung ist nur zulässig, wenn die Fertigungstoleranzen eingehalten wurden/ Controllo della geometria dei conci prefabbricati. Risanamento permesso solo se la tolleranza di produzione è stata rispettata	X	
		Rissbreite ≥ 0.5 mm Larghezza della fessura ≥ 0.5 mm	Nicht sanierbar/Non risanabile		X
	Durchgehende Risse (über den gesamten Querschnitt)/Fessure passanti (fessure attaverso tutta la sezione)		Nicht sanierbar/ Non risanabile		X
Nester Nidi di ghiaia	Kiesnester/Nidi di ghiaia	Fläche < 200 cm <sup>2</sup> oder Tiefe < 5 cm Superficie < 200 cm <sup>2</sup> o profondità < 5 cm	Nester beseitigen/sanieren Eliminare / risanare i nidi di ghiaia	X	
		Fläche < 200 cm <sup>2</sup> oder Tiefe > 5 cm Superficie < 200 cm <sup>2</sup> o profondità > 5 cm	Nicht sanierbar/ Non risanabile		X
		In Bereichen mit Zug- und Druckbewehrung der Tübbinge (Schlussstein)/ Nella zona con armatura a trazione o a flessione dei conci in chiave della volta	Nicht sanierbar/ Non risanabile		X
Schäden an Betonoberfläche Superficie di calcestruzzo danneggiato	Schäden an der Kanten / Danneggia- mento di angoli e spigoli	Länge der schadhafte Kanten < 30cm Lunghezza degli spigoli danneggiati < 30 cm	An max. drei Stellen. Gesamtlänge der schadhafte Kanten < 50 cm. Sanieren der schadhafte Stellen vor dem Einbringen In al massimo 3 punti. Lunghezza totale degli spigoli danneggiati < 50 cm. Risanare i danneggiamenti prima della posa	X	
		Länge der schadhafte Kanten > 30 cm Lunghezza degli spigoli danneggiati > 30cm	Nicht sanierbar/ Non risanabile		X
	Oberflächensch äden im Außenbereich/ Danneggia- menti superficiali in estradosso	Schadhafte Fläche < 50cm <sup>2</sup> Superficie danneggiata < 50 cm <sup>2</sup>	Sanierung/ Risanamento	X	
		Schadhafte Fläche > 50 cm <sup>2</sup> Superficie danneggiata > 50 cm <sup>2</sup>	Nicht sanierbar/ Non risanabile		X
Luftblasen/ Bolle d'aria	Luftblasen im Außenbereich/ Bolle d'aria in estradosso	Sanierung/Risanamento Bei vermehrten Auftreten engmaschige Kontrolle und Verbesserung des Produktionsprozesses /In caso di riscontro frequente controllo e miglioramento del processo di produzione	X		

Tabelle 5: Zulassungsprüfungen

Tabella 5 Verifiche di ammissibilità

## 9.6. MASSPRÜFUNGEN DES AUSBAUS

Der korrekte Einbau und die Geometrie des Ausbaus müssen über dreidimensionale Ringprüfungen erfolgen, um etwaige Verlagerungen und Verformungen (Ovalisierung) zu erheben, und zwar grundsätzlich in mindestens 100m und maximal 20m Abstand vom Schildschwanz.

Die Massprüfung wird in der Regel ausnahmslos an allen Ringen vorgenommen, in der vorschriftsmässigen Entfernung vom Schild.

Bei heiklen Gebirgsbedingungen und allgemein immer dann, wenn dies für notwendig erachtet wird, erfolgt eine erste Prüfung unmittelbar nach Absetzen des Ringes aus dem Schutze des Schildes, vorbehaltlich der Endprüfung bei der vorschriftsmässigen Entfernung.

Die Massprüfung jedes Ringes muss dokumentiert und archiviert werden. Weiter ist sie auf Anfrage des Auftraggeber/BL vorzulegen.

Soweit die Prüfung für einen oder mehrere Ringe positive Ergebnisse bringt, d.h. wenn die geometrische Ringkonfiguration nicht mit den vorgeschriebenen Einbautoleranzen übereinstimmt, muss jede weitere Entscheidung in Absprache mit dem Auftragnehmer/BL festgelegt werden.

## 9.7. FREQUENZ DER KONTROLLE DER TÜBBING

In der folgenden Tabelle 6 sind die mindesten Prüfungshäufigkeit, die während dem Herstellung der Tübbingen durchzuführen sind.

## 9.6. CONTROLLI DIMENSIONALI DEL RIVESTIMENTO

La corretta posa e geometria del rivestimento deve essere verificata tramite misurazioni tridimensionali sugli anelli, al fine di rilevarne eventuali spostamenti e deformazioni (ovalizzazione), a distanza comunque non inferiore, di norma, a 100m dalla coda dello scudo, né superiore a 200m.

La verifica dimensionale deve essere di norma eseguita su tutti gli anelli, nessuno escluso, alla prescritta distanza dallo scudo.

Nelle zone critiche dell'ammasso roccioso ed in generale ogni qual volta ritenuto opportuno, una prima verifica deve essere effettuata subito dopo l'uscita dell'anello dallo scud, fermo restando la verifica finale alla distanza prescritta.

La verifica dimensionale di ogni anello deve essere documentata ed archiviata. Deve inoltre essere messa a disposizione del Committente/DL qualora richiesto.

Nel caso che la verifica su uno o più anelli dia risultati positivi, ovvero quando la configurazione geometrica dell'anello non è compatibile con le prescritte tolleranze di posa, ogni decisione in merito deve essere di comune accordo con il Committente/DL

## 9.7. FREQUENZA DELLE PROVE SUGLI ELEMENTI PREFABBRICATI

Nella Tabella 6 sotto riportata indica la frequenza minima di ogni prova con cui devono essere eseguiti i controlli durante la produzione dei conci prefabbricati.

<i>Descrizione</i>		<i>Frequenza delle prove</i>	
		Luogo di produzione	In opera
<b>Calcestruzzo fresco</b>	Misura della temperatura	Ogni 1000 m <sup>3</sup>	-
	Consistenza		-
	Massa volumica apparente		-
	Contenuto di acqua e rapporto acqua / cemento		-
	Contenuto di aria		-
<b>Calcestruzzo indurito</b>	Resistenza alla compressione, 2+28 gg	Ogni 1000 m <sup>3</sup>	-
	Resistenza alla carbonatazione	Ogni 6000 m <sup>3</sup>	-
	Resistenza ai solfati	Ogni 6000 m <sup>3</sup>	-
	Performance Test, RAA	Ogni 20000 m <sup>3</sup>	-
<b>Prodotto finito</b>	Esame visivo, fessure	Continuo	-
	Esame visivo, nidi di ghiaia		
	Esame visivo, danni agli spigoli		
	Caratteristiche della superficie		
	Assorbimento di acqua	Ogni 1000 m <sup>3</sup>	-
	Tolleranze geometriche singoli elementi	Ogni 50 anelli	-
	Controlli dimensionali del rivestimento (in stabilimento)	Ogni 50 anelli	-
	Controlli dimensionali del rivestimento (posati in opera)	-	v. capitolo 9.6

*Tabelle 6: Frequenz der geometrischen Kontrollen der Tübbingstoleranzen*

*Tabella 6: Frequenza delle tolleranze dei controlli geometrici dei conci*

## 10. VERZEICHNISSE

### 10.1. TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Expositionsclassen chemischer Angriff .....	14
Tabelle 2: Anforderungen an den Beton, Expositionsclassen XC3 und XC4 .....	15
Tabelle 3: Anforderungen an den Beton, Expositionsclassen XA1 ÷XA3 .....	15
Tabelle 4: Geometrische Toleranzen der Tübbinge .....	21
Tabelle 5: Zulassungsprüfungen .....	27
Tabelle 6: Frequenz der geometrischen Kontrollen der Tübbingstoleranzen .....	29

### 10.2. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Behälter für die Prüfung der Wärmeentwicklung des Zementes/Bindemittels .....	38
Abbildung 2: Prüfung der Wassereindringtiefe .....	43

### 10.3. ANLAGENVERZEICHNIS

#### Anlage A2 - Prüfblätter

- Anlage A2.1: Prüfblatt Ausgangsstoffe

#### Allegato A2 – Prüfverfahren

- Anlage A2.1: Prüfverfahren, Allgemeines
- Anlage A2.2: Prüfverfahren, Wasserabsonderung
- Anlage A2.3: Prüfverfahren, Hydratationswärme von Bindemittel
- Anlage A2.4: Prüfverfahren, Ermittlung des k-Wertes
- Anlage A2.5: Prüfverfahren, Expositionsklasse XA1, XA2 e XA3
- Anlage A2.6: Prüfverfahren, Wassereindringtiefe – XC3 und XC4
- Anlage DA2.7: Prüfverfahren, Prüfung des Gesamtwassergehaltes von Frischbeton
- Anlage A2.8: Prüfung des plastischen Schwindens
- Anlage A2.9: Karbonatisierungswiderstand

## 10. ELENCHI

### 10.1. ELENCO DELLE TABELLE

Tabella 1: Classi di esposizione per l'attacco chimico.....	14
Tabella 2: Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XC3 e XC4 .....	15
Tabella 3: Requisiti del calcestruzzo, classi di esposizione XA1 ÷XA3 .....	15
Tabella 4: Tolleranze geometriche dei conci .....	21
Tabella 5: Verifiche di ammissibilità .....	27
Tabella 6: Frequenza delle tolleranze dei controlli geometrici dei conci .....	29

### 10.2. ELENCO DELLE ILLUSTRAZIONI

Illustrazione 1: Contenitore per la verifica dello sviluppo termico del cemento/legante.....	38
Illustrazione 2: Verifica della profondità di penetrazione dell'acqua .....	43

### 10.3. ELENCO APPENDICI

#### Allegato A1 – Fogli di verifica

- Allegato A1.1: Foglio di verifica materie prime

#### Allegato A2 – Metodi di verifica

- Allegato A2.1: Metodi di verifica, generalità
- Allegato A2.2: Metodi di verifica, essudazione
- Allegato A2.3: Metodi di verifica, calore di idratazione del legante
- Allegato A2.4: Metodi di verifica, determinazione del valore k
- Allegato A2.5: Metodi di verifica, classe di esposizione XA1, XA2 e XA3
- Allegato A2.6: Metodi di verifica, profondità di penetrazione dell'acqua – XC3 e XC4
- Allegato DA2.7: Metodi di verifica, verifica del contenuto totale d'acqua nel calcestruzzo fresco
- Allegato A2.8: Verifica del ritiro
- Resistenza alla carbonatazione

#### 10.4. PROJEKTSPEZIFISCHE GRUNDLAGEN

##### 10.4.1. EINGANGSDOKUMENTE

###### 10.4.1.1. AUSFÜHRUNGSPROJEKT BAULOS MAULS 2-3

- [1] 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11110 Technische Vergabebedingungen: Untertagebau, konventioneller Vortrieb
- [2] 02\_H61\_DT\_990\_KTB\_D0700\_11115 Technische Vergabebedingungen: Untertagebau, TBM-Vortrieb
- [3] 02-H61-DT-990-KTB-D0700-11130 Technische Vergabebedingungen, Anlage A: Normen

##### 10.5. NORMEN UND RICHTLINIEN

- [4] Allgemeinen technische Vertragsbedingungen (ATV 2011), Kap. 3.5, der autonomen Provinz Bozen, 2012
- [5] ASTM C 403 – Erstarrungsverhalten von Mörtel und Beton
- [6] ASTM C 123 – Bestimmung des Glimmergehalts von Gesteinskörnungen
- [7] Ministerium für Infrastruktur: Dekret vom 14.01.2008, (Amtsblatt vom 4. Februar 2008 Nr. 29 – Ordentliches Beiblatt Nr. 30) Neue technische Normen für Baukonstruktionen (NTC 2008) und Rundschreiben 2 vom Februar 2009, Nr. 617: Anweisungen für die Anwendung der “Neue technische Normen für Baukonstruktionen” gemäß Ministerialdekret vom 14. Jänner 2008
- [8] UNI 6555:1973 - Beton aus Gesteinskörnungen von bis zu maximal 30 mm hergestellt. Bestimmung des plastischen Schwindens.

#### 10.4. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

##### 10.4.1. DOCUMENTI IN INGRESSO

###### 10.4.1.1. PROGETTO ESECUTIVO LOTTO MULES 2-3

- [1] 02-H61-DT-990-KTB-D0700-11110 Disposizioni tecniche del contratto, Lavori in sotterraneo, lavori in scavo tradizionale
- [2] 02-H61-DT-990-KTB-D0700-11115 Disposizioni tecniche del contratto, Lavori in sotterraneo, lavori discavo con TBM
- [3] 02-H61-DT-990-KTB-D0700-11130 Disposizioni tecniche del contratto, Allegato A: Normative

##### 10.5. NORMATIVE E LINEE GUIDA

- [4] Disposizioni tecnico contrattuali (DTC 2011) cap. 3.5 della Provincia Autonoma di Bolzano, 2012
- [5] ASTM C 403 – Comportamento di presa di malta e calcestruzzo
- [6] ASTM C 123 – Definizione del contenuto di mica dell'aggregato
- [7] Ministero delle Infrastrutture: Decreto 14 gennaio 2008, (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - S. O. n. 30) Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008) e Circolare 2 febbraio 2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008
- [8] UNI 6555:1973 - Calcestruzzo confezionato con inerti della dimensione massima fino a 30 mm. Determinazione del ritiro idraulico.

**ANLAGE A1: PRÜFBLÄTTER**

**ALLEGATO A1: FOGLI DI VERIFICA**

**A1.1 AUSGANGSSTOFFE**

**A1.1 MATERIE PRIME**

Prüfgut / Materiale da verificare	Prüfung / Prova					Häufigkeit / Frequenza		Prüfverfahren und Ergänzungen / Metodo di verifica e integrazioni
	Material / Materiale	Parameter / Parametri	EP	KP	IP	KP	IP	
<b>Beton, für die Tübbingherstellung / Calcestruzzo per conci prefabbricati</b>	<b>Zement / Cemento</b>	Rückstellproben / Provini di riserva	C	A	D	14-tägig / ogni 14 giorni		Mindestmenge 10 kg / Quantità minima 10 kg
		Kontrolle Lieferschein / Controllo della bolla di consegna				jede Lieferung / ogni consegna		Bestätigung durch Unterschrift / Conferma con firma
		Druckfestigkeit 1, 28d / Resistenza a compressione 1, 28gg				1x monatlich je Zementsorte *) / 1 volta al mese per tipo di cemento *)		EN 196-1
		Blainewert / Finezza Blaine						EN 196-6
		Erstarren / Indurimento						EN 196-3
		Wasserabsonderung / Separazione						gemäß Anlage C3, Pkt. 0 / In conformità all'allegato 3, punto 0
		Hydratationswärme / Calore di idratazione						gemäß Anlage C3, Pkt. 0 / In conformità all'allegato 3, punto 0
		C <sub>3</sub> A-Gehalt / Contenuto di C <sub>3</sub> A						EN 196-2 und Berechnung nach Bogue, nur für C <sub>3</sub> A freiem Zement erforderlich / EN 196-2 e calcolo secondo Bogue, solo per cementi senza C <sub>3</sub> A
		k-Wert / valore k						gemäß Anlage 3, Pkt. 0 / In conformità all'allegato 3, punto 0
		Liefertemperatur / Temperatura di consegna						kalibriertes Thermometer / termometro calibrato
	<b>Zusatzstoff Typ II / Aggiunta tipo II</b>	Rückstellprobe / Provini di riserva	C	A	D	14-tägig / ogni 14 giorni		Mindestmenge 5 kg / Quantità minima 5 kg
		Druckfestigkeit 1d, 28d / Resistenza a compressione 1g, 28gg				jede Lieferung / ogni consegna		Bestätigung durch Unterschrift / Conferma con firma
		Blainewert / Finezza Blaine				1 x monatlich *) / 1 volta al mese *)		EN 196-6
		Feinheit / Finezza						EN 451-2
	<b>Steinmehl / Finissimi</b>	Lieferschein / Bolla di consegna	C	A	D	jede Lieferung / ogni consegna		Bestätigung durch Unterschrift / Conferma con firma
		Rückstellprobe / Provino di riserva				14-tägig / ogni 14 giorni		Mindestmenge 5 kg / Quantità minima 5 kg
		CaCO <sub>3</sub> -Gehalt / Contenuto di CaCO <sub>3</sub>				-		Prüfverfahren ist mit dem AG abzustimmen / La procedura va concordata con la DL
	<b>Bentonit / Betonite</b>	Lieferschein / Bolla di consegna	C	A	D	jede Lieferung / ogni consegna		Bestätigung durch Unterschrift / Conferma con firma
		Rückstellprobe / Provino di riserva				14-tägig / ogni 14 giorni		Mindestmenge 1 kg / Quantità minima 1 kg
	<b>Zugabewasser / Acqua d'impasto</b>	chem. Prüfung / Prova chimica	C	A	D	1x alle 6 Monate, oder bei Oberflächenwasser gemäß EN 1008 / 1 volta ogni 6 mesi, in caso di acque in superficie come alla EN 1008		Prüfung gemäß EN 1008 / Verifica ai sensi della EN 1008
	<b>Gesteinskörnung (angelieferte Gesteinskörnung) / Aggregato (aggregato fornito)</b>	Rückstellprobe / Provino di riserva	C	A	D	1x wöchentlich Sand, 1x monatlich grobe Fraktionen / 1 volta alla settimana sabbia, 1 volta al mese frazioni grossolane		Mindestmenge 50 kg/Korngruppe / Quantità minima 50 kg per granulometria
		Kornzusammensetzung fein / Granulometria fine				EN 933-1 (Naßsiebung / setacciatura per via umida )		
		Kornzusammensetzung grob / Granulometria grossolana				1x wöchentlich / 1 volta a settimana		EN 933-1
		Gehalt an Feinteilen / Contenuto di fini						EN 933-1
		Wasseraufnahme / Coefficiente di imbibizione						EN 1097-5
		Wassergehalt / Contenuto di acqua				2x wöchentlich / 2 volte a settimana		EN 1097-6

Die Überprüfung erfolgt stichprobenartig, mind 2x jährlich /  
Verifica su campionamento, almeno 2 volte l'anno



<b>Beton, für die Tübingherstellung / Calcestruzzo per conci prefabbricati</b>	Ausgangsstoffe / Materie prime	Gesteinskörnung (aufbereitetes Ausbruchmaterial) / Aggregato (materiale di scavo lavorato)	Rückstellprobe / Provino di riserva	C	A	D	1x wöchentlich Sand, 1x monatlich grobe Fraktionen / 1 volta alla settimana sabbia, 1 volta al mese frazioni grossolane	Die Überprüfung erfolgt stichprobenartig, mind 2x jährlich / Verifica su campionamento, almeno 2 volte l'anno	Mindestmenge 50 kg/Korngruppe / Quantità minima 50 kg per granulometria
			Kornzusammensetzung fein / Granulometria fine				1x wöchentlich / 1 volta a settimana		EN 933-1 (Naßsiebung / setacciatura per via umida )
			Kornzusammensetzung grob / Granulometria grossolana						EN 933-1
			Gehalt an Feinteilen / Contenuto di fini						EN 933-1
			Korndichte und Wasseraufnahme / Densità dei granuli e coefficiente di imbibizione				2x wöchentlich / 2 volte a settimana		EN 1097-6
			Wassergehalt / Contenuto di acqua						EN 1097-5
			Kornform grober Gesteinskörnung / Forma dei granuli grossolani				1x wöchentlich / 1 volta a settimana		EN 933-4
			Frost-Tauwiderstand / Resistenza a gelo e disgelo				1x auf Anordnung des AG / 1 volta su richiesta della DL		EN 1367-1
			Chlorid Gehalt / Contenuto di cloruri				1 x monatlich / 1 volta al mese		EN 1744-1
			Säurelöslicher Sulfatgehalt / Contenuto di solfati solubili in acido				Zumindest 1x auf Anordnung des AG. Bei grenzwertigem Ergebnis weitere Prüfhäufigkeit auf Anordnung des AG. / Almeno 1 volta su richiesta della Commit-tenza. In caso di risultato limite, ulteriori prove, su richiesta della DL.		UNI 8520-22
			Alkali-Silika Reaktion / Reazione alcali-silice						
			Glimmergehalt / Contenuto di mica				1x wöchentlich / 1 volta a settimana		In Anlehnung an ASTM C 123 / In base a ASTM C123

\*) Je Zementsorte, die verwendet wird

\*) Ogni tipo di cemento utilizzato

Für die Betonausgangsstoffe sind zusätzlich folgende Unterlagen  
vorzulegen:

Per le materie prime del calcestruzzo si deve presentare anche la seguente  
documentazione:

Zement / Cemento:	Vorlage des EG-Konformitätszertifikates / Certificato di conformità CE
Zusatzstoffe / Aggiunte:	Vorlage des EG-Konformitätszertifikates, bzw. des Konformitätsnachweises gemäß ÖN B 3309 / Certificato di conformità CE ovvero ai sensi della ÖN B 3309
Zuschlag / Inerti:	Vorlage des EG-Konformitätszertifikates und der Herstellererklärung / Certificato di conformità CE e dichiarazione del Appaltatore
Zusatzmittel / Additivi:	Für Zusatzmittel ist die Erstprüfung (max. 3 Jahre alt) vorzulegen und das EG-Konformitätszertifikat. Bei Verwendung mehrer Zusatzmittel ist die Verträglichkeit der Zusatzmittel untereinander nachzuweisen. / Per gli additivi si devono presentare la prova iniziale (risalente a massimo 3 anni prima) e il certificato di conformità CE. Se si utilizzano diversi additivi, la loro compatibilità va verificata.



## ANLAGE A2: PRÜFVERFAHREN

### A2.1 ALLGEMEIN

In der Folge sind Prüfverfahren beschrieben, die zu verwenden sind, wenn kein europäisches einheitliches Prüfverfahren gibt, oder die aus nationalen Normen oder Richtlinien stammen, die in die jeweilige Sprache (Deutsch oder Italienisch) nicht übersetzt wurden. Die Prüfverfahren sind so beschrieben, dass ein qualifiziertes Prüflabor die Prüfungen durchführen kann.

### A2.2 WASSERABSONDERUNG

Dieses Prüfverfahren wird zum Nachweis verwendet, dass bei einem Bindemittel unter genormten Prüfbedingungen eine maximale Wasserabsonderung (Bluten) nicht überschritten wird.

Die sich nach Probenherstellung auf der Probenoberfläche absetzende Wassermenge wird gemessen und der Wert 120 Minuten nach Wasserzugabe als Wasserabsonderung registriert.

#### A2.2.1 GERÄTE

Folgende Geräte sind notwendig:

- Magnetrührer (regelbare Umdrehungszahl von 0 U/min bis 1000 U/min) mit Rührstab (Durchmesser 6 mm und Länge 35 mm);
- 250-ml-Becherglas (Rührgefäß);
- 100-ml-Messzylinder mit 1 ml Ablesegenauigkeit aus Glas;
- Glasstab, Länge etwa 200 mm, Durchmesser etwa 3 mm;
- Lagerraum mit einer Temperatur von  $20 \pm 2$  °C;
- Uhrglas zum Abdecken des Messzylinders
- Waage

#### A2.2.2 PROBENANZAHL UND VORBEREITUNG DES PROBENMATERIALS

Für die Prüfung sind aus der zu prüfenden Probe zwei Teilproben herzustellen. Der Mittelwert des Prüfergebnisses dieser 2 Proben muss der Anforderung entsprechen. Die Ausgangsstoffe, das Becherglas und der Messzylinder sind auf eine Temperatur von  $20 \pm 2$  °C einzustellen.

## ALLEGATO A2: METODI DI VERIFICA

### A2.1 GENERALITÀ

Di seguito si riporta una descrizione dei metodi di verifica da adottare nei casi in cui non esiste una procedura standard europea o che si basano su norme e direttive nazionali che non sono state tradotte nella rispettiva lingua (in italiano o tedesco). I metodi sono descritti in modo da consentire ai laboratori qualificati l'esecuzione delle verifiche.

### A2.2 ESSUDAZIONE

Questo metodo di verifica serve a dimostrare che con un legante in condizioni di verifica standard non viene superata la quantità massima di acqua essudata.

Si misura la quantità di acqua che si deposita sulla superficie dopo la produzione del provino e si registra il valore dopo 120 minuti dall'aggiunta di acqua .

#### A2.2.1 APPARECCHIATURE

Sono necessarie le seguenti apparecchiature:

- Agitatore magnetico (numero di giri regolabile da 0 G/min fino a 1000 G/min) con ancoretta magnetica (diametro 6 mm e lunghezza 35 mm);
- Becher da 250 ml (per mescolamento);
- Cilindro graduato da 100 ml in vetro con precisione di 1 ml;
- Bacchetta di vetro, lunghezza circa 200 mm, diametro circa 3 mm
- Locale di conservazione con temperatura di  $20 \pm 2$  °C;
- Coperchio in vetro del cilindro graduato
- Bilancia

#### A2.2.2 NUMERO DI CAMPIONI E PREPARAZIONE DEL MATERIALE DI PROVA

Per la verifica si devono estrarre due campioni dai provini. Il valore medio dei risultati della prova eseguita su questi 2 campioni deve essere conforme ai requisiti. Le materie prime, il becher e il cilindro graduato devono essere portati a temperatura di  $20 \pm 2$  °C.

### A2.2.3 DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG

1. Einwaagen je Mische: Bindemittel 115 g, Wasser: 98 g
2. Mischvorgang:  
Das 250-ml-Becherglas wird mit dem Rührstab und 98 g Wasser auf den Magnetrührer gestellt und dieser wird auf etwa 800 Umdrehungen je Minute eingestellt. Innerhalb von  $25 \pm 5$  SeAuftraggebern werden 115 g Bindemittel in das Becherglas gegeben. Die Umdrehungszahl wird so eingestellt, dass der Drehtrichter der Suspension etwa bis in halbe Probentiefe reicht.  
Die Mischzeit ab Ende der Bindemittelzugabe dauert 120 SeAuftraggebern.
3. Probenherstellung und Messvorgang:  
In dem erschütterungsfrei gelagerten 100-ml-Glasmesszylinder wird der Bindemittelleim unter Zuhilfenahme eines Glasstabes bis zur 100-ml-Marke gefüllt. Der Bindemittelleim ist so langsam einzufüllen, dass keine Luftblasen in dem Leim im Messzylinder verbleiben. Ein Verschmieren der Messzylinderwand hat zu unterbleiben. Unmittelbar nach dem Einfüllen wird der Messzylinder mit einem Uhrglas abgedeckt. 120 Minuten nach Beginn der Zugabe des Bindemittels zum Wasser wird das Volumen des klaren Wassers über dem Bindemittelleim auf ml genau abgelesen.

### A2.2.4 ERMITTLUNG DER WASSERABSONDERUNG

Als Wasserabsonderung gilt der Mittelwert der an den beiden Proben 120 Minuten nach Wasserzugabe ermittelten Menge an klarem Wasser über dem Bindemittelleim. Der Wert ist auf 1 ml genau anzugeben. Des Weiteren anzugeben sind die an den beiden Proben ermittelten Einzelwerte. Liegen die beiden Einzelwerte um mehr als 2 ml auseinander, ist die Prüfung zu wiederholen.

### A2.2.5 PRÜFBERICHT

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Herkunft und Kennzeichnung des Bindemittels und eventuell seiner Bestandteile;
- gemäß 0 ermitteltem Wert für die Wasserabsonderung (Einzelwerte und Mittelwert)
- Datum der Prüfung;
- alle Abweichungen vom Referenzprüf-verfahren;
- Bestätigung, dass die Prüfung gemäß diesem Prüfverfahren durchgeführt wurde.

### A2.2.3 ESECUZIONE DELLA PROVA

1. Peso netto per miscela: legante 115 g, acqua 98 g
2. Procedura di miscelazione:  
Il becher da 250 ml viene posto con la bacchetta e 98 g di acqua sull'agitatore magnetico e questo viene regolato a 800 giri al minuto. Entro  $25 \pm 5$  secondi vengono aggiunti nel becher 115 g di legante. Il numero di giri viene regolato in modo che la rotazione della sospensione raggiunga all'incirca la metà della profondità del campione. Il tempo di mescolamento a partire dalla fine dell'aggiunta di legante dura 120 secondi.
3. Produzione dei provini e procedura di misurazione:  
il cilindro graduato di vetro da 100 ml, tenuto al sicuro da scosse, va riempito di pasta di legante con l'aiuto di una bacchetta di vetro, fino alla tacca di 100 ml. La pasta di legante deve essere versata lentamente, per evitare la formazione di bolle. Sulle pareti del cilindro non devono rimanere residui. Subito dopo il riempimento, il cilindro viene chiuso con il coperchio in vetro e 120 minuti dopo l'inizio dell'aggiunta di legante all'acqua si misura il volume dell'acqua pulita sopra la pasta di legante, con precisione di 1 ml.

### A2.2.4 CALCOLO DELL'ESSUDAZIONE

Come valore di essudazione si prende il valore medio calcolato sui due provini, sull'acqua pulita sopra la pasta di legante, 120 minuti dopo l'aggiunta di acqua. Il valore deve essere indicato con precisione di 1 ml. Si devono inoltre indicare i singoli valori calcolati sui provini. Se la differenza fra tali valori è maggiore di 2 ml, la prova verrà ripetuta.

### A2.2.5 RELAZIONE DI VERIFICA

La relazione di verifica deve contenere le seguenti indicazioni:

- Provenienza e indicazione del legante ed eventualmente dei suoi componenti;
- Valore calcolato in conformità a 0 per l'acqua essudata (valori singoli e valore medio);
- Data della prova;
- Ogni deviazione rispetto alla presente procedura
- Dichiarazione che la prova è stata eseguita in accordo a tale procedura.

## A2.3 HYDRATATIONSWÄRME VON BINDEMITELEN

Dieses Prüfverfahren wird zum Nachweis verwendet, dass durch die Hydratationswärme unter gleichbleibenden Prüfbedingungen bis zum Erreichen der Höchsttemperatur eine maximale Wärmeabgabe nicht überschritten wird, oder ein Bindemittel eine gleichbleibende Wärmeentwicklung aufweist. Der Temperaturverlauf bei der Erhärtung der Probe in einem isolierten Gefäß wird gemessen und der Temperaturanstieg aus der Differenz zwischen der höchsten Probenoberfläche und einer Temperatur von 24 °C errechnet.

### A2.3.1 GERÄTE

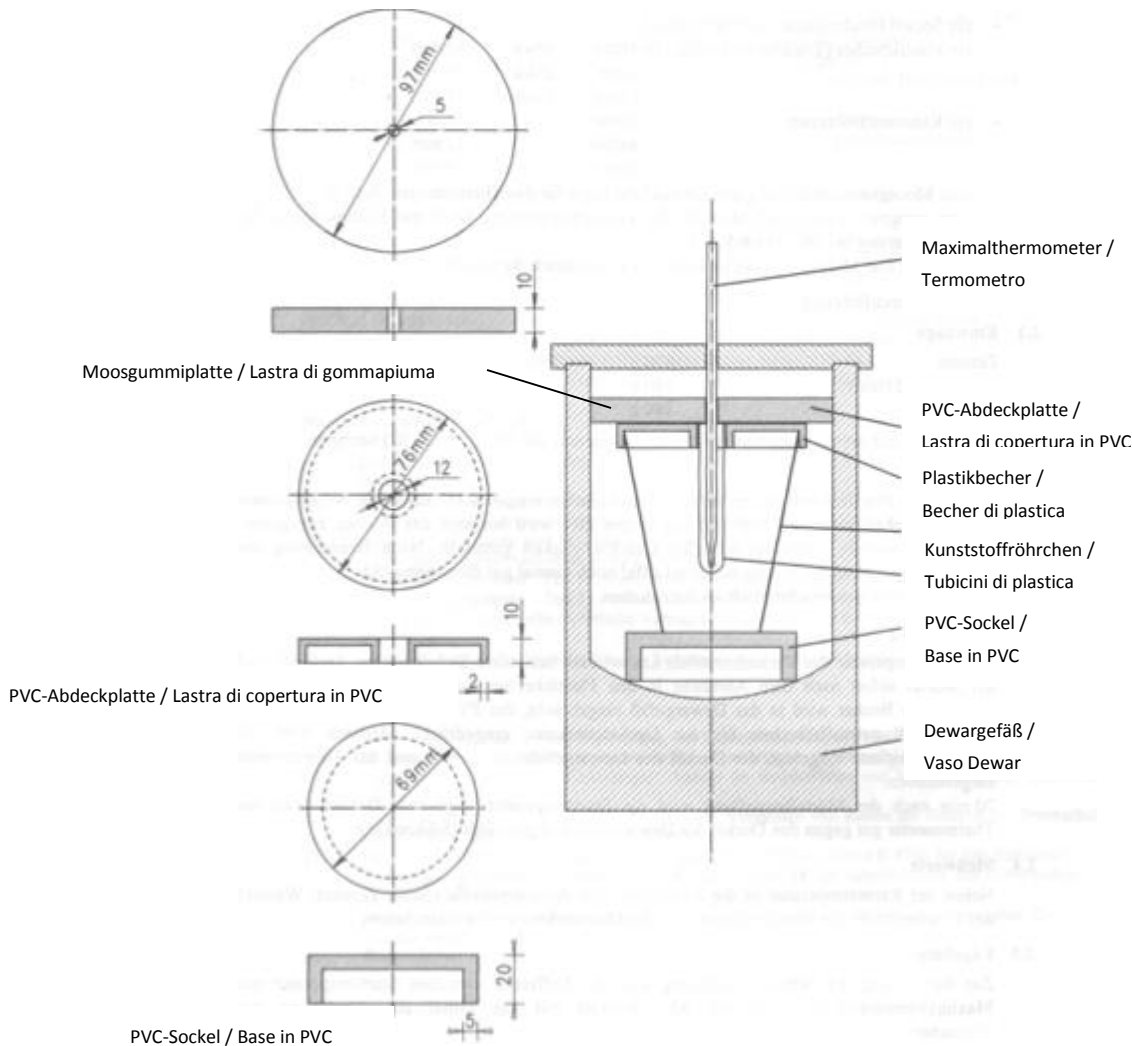
- Ausrüstung/Gerätschaft zum Herstellen von Probekörpern
- Mörtelmischer nach EN 196-1
- Zwei Behälter gemäß Abbildung 1: für die Temperaturmessung und Lagerung der Probe, bestehen jeweils aus:  
1-l-Dewargefäß, Innendurchmesser etwa 100 mm, mit nicht verengtem Hals und dicht schließendem Deckel (Hohlraum zwischen Deckelober- und Deckelunterseite mit geschäumtem Polystyrol oder geschäumtem Polystyren ausgefüllt) mit einem zentrischen 10 mm Loch zur Durchleitung der Messfühler.
- etwa 30 g schwere Sockelplatte
- 0,2 l Plastikbecher (etwa 4 g schwer)
- etwa 20 g schwere Abdeckplatte für den Plastikbecher. Im eingebauten Zustand muss der lichte Abstand zwischen der Oberseite dieser Abdeckung und der Unterseite des Deckels des Dewargefäßes mindestens 2 mm betragen, andernfalls ist der Plastikbecher entsprechend zu kürzen.
- Thermoelement-Ausgleichsleitung als in die Probe einbaubarer Messfühler.
- Bei Bedarf auf Grund der Kalibrierung auf den Deckel des Dewar-Gefäßes aufgeklebte, bis zum Deckelrand reichende Polystyrol- oder Polystyren- Schaumstoffplatte in der laut Kalibrierung erforderlichen Dicke.
- Temperaturmessgerät (mind. 5 Kanäle) mit einer Messgenauigkeit von mind. 0,5 K und der Möglichkeit einer Registrierhäufigkeit von 1 Messung pro Minute, geeignet für die Thermoelement-Messfühler.
- Thermometer mit einer Messgenauigkeit von mindestens 0,5 K
- Lagerraum mit einer Temperatur von  $20 \pm 1$  °C.

## A2.3 CALORE DI IDRATAZIONE DEL LEGANTE

Questa prova serve a dimostrare che, per mezzo del calore di idratazione in condizioni di verifica costanti fino al raggiungimento della temperatura massima, non si supera l'emissione massima di calore, ovvero che il legante presenta uno sviluppo termico costante. Si misura l'andamento della temperatura durante l'indurimento del provino in un recipiente isolato e si calcola l'aumento della temperatura sulla base della differenza tra la temperatura massima di verifica e una temperatura di 24 °C.

### A2.3.1 APPARECCHIATURA

- Attrezzatura per la produzione di provini
- Mescolatore per malta secondo la EN 196-1
- Due contenitori come in Illustrazione 1: per il calcolo della temperatura e la conservazione dei campioni, formati rispettivamente da:  
1 vaso di Dewar da 1 l, diametro interno circa 100 mm, collo non ristretto e coperchio a tenuta (cavità tra la parte superiore e inferiore del coperchio riempite di schiuma di polistirolo o polistirene) con foro centrale di 10 mm per inserirvi un sensore.
- base da circa 30 g
- Becher in plastica da 0,2 l (peso circa 4 g)
- Piastra di copertura del peso di circa 20 gr per il becher in plastica. Dopo il montaggio la distanza netta tra la parte superiore della copertura e la parte inferiore del coperchio del vaso di Dewar deve misurare minimo 2 mm, in caso contrario il becher di plastica deve essere accorciato.
- Termocoppia con circuito di compensazione come sensore montato sul provino
- In caso di necessità in base alla calibrazione, piastra di polistirolo o polistirene incollata sul coperchio del vaso di Dewar, che raggiunga il margine del coperchio e che sia dello spessore richiesto dalla calibrazione.
- Rilevatore di temperatura (almeno 5 canali) con precisione di misurazione di almeno 0,5 K e possibilità di frequenza di registrazione di 1 misurazione al minuto, idoneo all'elemento termico-sensore
- Termometro con precisione di misurazione di almeno 0,5 K
- Locale per la conservazione con temperatura di  $20 \pm 1$  °C.



**Abbildung 1:** Behälter für die Prüfung der Wärmeentwicklung Zementes/Bindemittels

**Illustrazione 1:** Contenitore per la verifica dello sviluppo termico del cemento/legante

### A2.3.2 KALIBRIERUNG DES BEHÄLTERS ZUR TEMPERATURMESSUNG

Die Kalibrierung ist vor der erstmaligen Verwendung und danach 1 x jährlich durchzuführen.

In das Dewargefäß werden 500 ml Wasser mit ca. 80 °C eingefüllt, ohne die Behälterwand über dem Wasserspiegel zu benetzen. Der Deckel wird sofort dicht verschlossen, der Messfühler durch das Durchführungsloch im Deckel in das Wasser gesteckt. Das Durchführungsloch ist zu verschließen (abdichten).

Die Wassertemperatur wird in 1 Minuten Abständen so lange registriert bis die Wassertemperatur auf 65 °C abgesunken ist. Die Beurteilung erfolgt über die Zeitspanne in der die Wassertemperatur von 70,0 °C auf 65,0 °C abgefallen ist. Der Temperaturabfall muss linear erfolgen, ist dies nicht der Fall war die Wassertemperatur am Beginn der Prüfung zu gering. Das Gerät entspricht den Anforderungen, wenn für den Temperaturabfall eine Zeitspanne von 52 bis 60 Minuten

### A2.3.2 CALIBRAZIONE DEL RECIPIENTE PER RILEVAMENTO DELLA TEMPERATURA

La calibrazione avviene prima del primo utilizzo e poi annualmente.

Nel vaso Dewar si versano 500 ml d acqua a 80 °C, senza che la parete del contenitore al di sopra del livello dell'acqua venga bagnata. Si chiude immediatamente il coperchio a tenuta e s'inscrive il sensore nell'acqua attraverso l'apposito foro. Il foro deve essere chiuso (con guarnizione).

La temperatura dell'acqua si registra a intervalli di 1 minuto finché non scende fino a 65 °C. La valutazione avviene nel lasso di tempo in cui la temperatura scende da 70 °C a 65,0 °C. Se temperatura non diminuisce in modo lineare, significa che era troppo bassa all'inizio della prova. Lo strumento risponde ai requisiti se si rileva un intervallo di tempo da 52 a 60 minuti per la diminuzione della temperatura.

ermittelt wurde.

Ist die Zeitspanne kleiner, so ist eine Polystyrol- oder Polystyren Schaumstoffplatte in entsprechender Dicke am Deckel des Dewargefäßes zu kleben. Bei ermittelten größeren Zeitspannen ist die Dicke zu verringern.

Der Vorgang ist zu wiederholen bis der Temperaturabfall im geforderten Zeitraum liegt. Für die Prüfung dürfen nur Dewar-Gefäße verwendet werden die den geforderten Temperaturverlust im vorgegebenen Zeitraum aufweisen.

#### A2.3.4 TEMPERATUR DER AUSGANGSSTOFFE UND DER PRÜFEINRICHTUNGEN

Die Ausgangsstoffe, der Behälter und der Mörtelmischer sind auf eine Temperatur von  $20 \pm 1$  °C einzustellen.

#### A2.3.5 DURCHFÜHRUNG

Einwaage je Mische:

Zement	800 g
CEN Normensand gemäß EN 196-1 (homogenisiert)	200 g
Wasser	280 g

#### A2.3.6 MISCHVORGANG

Die Einwaage ist für die Herstellung von 2 Proben ausreichend. Die Temperatur der Ausgangsstoffe ist vor Mischbeginn zu ermitteln und zu registrieren.

Bei betriebsbereitem Mischer ist das Wasser in den Trog zu schütten und der Zement zuzugeben. Unmittelbar danach ist der Mischer bei einer Geschwindigkeit von  $140 \pm 5$  Umdrehungen pro Minute zu starten. Nach 30 sec. ist der Sand gleichmäßig während der nächsten 30 sec. hinzuzufügen. Danach ist der Mischer auf eine Geschwindigkeit von  $285 \pm 10$  Umdrehungen pro Minute zu stellen und das Mischen während der nächsten 30 sec. fortzusetzen. Der Mischer ist danach für 1 Minute und 30 sec. abzuschalten. Während der ersten 15 sec. ist der Mörtel, der an der Wand und am unteren Teil des Troges klebt, mit einem Gummischaber zu entfernen und in der Mitte des Troges zu geben. Sodann ist das Mischen während 60 sec. bei der erhöhten Geschwindigkeit von  $285 \pm 10$  Umdrehungen pro Minute fortzusetzen. Nach dem Mischende ist die Mörteltemperatur zu ermitteln und zu dokumentieren.

#### A2.3.7 PROBENHERSTELLUNG UND MESSVORGANG

- 325 g der Probe werden unmittelbar nach dem Mischende in jeden der beiden Plastikbecher eingefüllt und in diesen durch mehrmaliges Aufstoßen auf einer harten Unterlage verdichtet.
- Die Becher wird in jeweils ein Dewar-Gefäß auf die PVC

Se l'intervallo è minore, si deve incollare al coperchio del vaso Dewar una piastra di schiuma di polistirolo o polistirene, dello spessore richiesto. Se l'intervallo rilevato è maggiore, si riduce lo spessore.

La procedura va ripetuta finché la diminuzione della temperatura non avviene entro il tempo previsto. Per la prova possono essere utilizzati solo vasi Dewar che presentano l'abbassamento di temperatura richiesto nel tempo previsto.

#### A2.3.4 TEMPERATURA DELLE MATERIE PRIME E DEGLI IMPIANTI DI VERIFICA

Le materie prime, il contenitore e il miscelatore per la malta devono essere portati a una temperatura di  $20 \pm 1$  °C.

#### A2.3.5 ESECUZIONE DELLA PROVA

Peso della miscela

Cemento	800 gr
CEM Sabbia normalizzata secondo la EN 196-1 (omogeneizzata)	200 gr
Acqua	280 gr

#### A2.3.6 PROCEDURA DI MISCELAZIONE

La massa totale è sufficiente per la produzione di due provini. La temperatura delle materie prime deve essere rilevata e registrata prima dell'inizio della miscelazione.

L'acqua e il cemento vanno versati nel contenitore quanto il mescolatore è pronto per il funzionamento e si aziona poi questo a una velocità di  $140 \pm 5$  giri al minuto. Dopo 30 secondi si aggiunge la sabbia con flusso costante per i successivi 30 secondi, si porta il mescolatore a una velocità di  $285 \pm 10$  giri al minuto e si prosegue la miscelazione per altri 30 secondi. Il mescolatore si arresta quindi per 1 minuto e 30 secondi. Durante i primi 15 secondi si rimuove con un raschietto di gomma la malta che aderisce alla parete e al fondo del contenitore e si pone al centro. Quindi si continua a mescolare per altri 60 secondi aumentando la velocità a  $285 \pm 10$  giri al minuto. Alla fine del mescolamento si registra e si documenta la temperatura della malta.

#### A2.3.7 PRODUZIONE DEI PROVINI E PROCEDURA DI MISURAZIONE

- Si trasferiscono 325 gr dei provini direttamente dopo la miscelazione nei due becher di plastica e si compattano con ripetute scosse su un piano rigido.
- Ogni becher va posto in un vaso Dewar su piastra in PVC, coperto con il coperchio in PVC e il sensore che passa

Bodenplatte gestellt, mit dem PVC Deckel abgedeckt und der durch den Deckel des Dewar-Gefäßes geführte Messfühler durch den Probendeckel etwa in Probenmitte gesteckt. Der Messfühler muss in direktem Kontakt mit der Probe sein. Anschließend wird der Deckel des Dewar-Gefäßes aufgesetzt und geschlossen.

- Mit dem Temperaturmessgerät wird die Proben-temperatur und die Raumtemperatur mindestens alle 10 Minuten registriert.
- Zu ermitteln ist die Höchsttemperatur der Probe und das Probenalter bei Erreichen der Höchsttemperatur.
- Die Temperaturregistrierung hat so lange zu erfolgen, bis die Proben-temperatur um mindestens 5 °K unter die Höchsttemperatur absinkt, mindestens jedoch 22 Stunden lang.

#### A2.3.8 ERMITTLUNG DES TEMPERATURANSTIEGS

Als Temperaturanstieg gilt der Mittelwert der 2 gemessenen Temperaturdifferenzen. Die Temperaturdifferenz wird jeweils zwischen einer Temperatur von 24 °C und der Höchsttemperatur in der Probe berechnet.

#### A2.3.9 PRÜFBERICHT

Der Prüfbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:

- Verweis, dass die Prüfung gemäß dieser Beschreibung durchgeführt wurde.
- Herkunft und Kennzeichnung der Ausgangsstoffe
- Temperatur aller Ausgangsstoffe unmittelbar vor dem Mischbeginn
- Proben-temperatur nach dem Mischende
- bei der Durchführung der Prüfung aufgenommenes Temperaturprotokoll der Proben und des Raumes
- gemäß Kap. 0 ermittelte Temperaturdifferenzen (Einzelwerte und Mittelwert)
- Zeitspanne zwischen Wasserzugabe und Höchsttemperatur, auf 15 Minuten genau
- Alle Abweichungen zum beschriebenen Prüfverfahren
- Die Nummer der verwendeten Dewar-Gefäße

#### A2.4 ERMITTLUNG DES K-WERTES

Es werden Mörtelprismen mit reinem Zement (d.h. 450 g) und Mörtelprismen mit demselben Zement, aber mit einem Zement zu Zusatzstoffverhältnis wie für die Betonherstellung vorgesehen hergestellt.

Die Herstellung und Lagerung der Mörtelprismen muss gemäß EN 196-1 erfolgen.

Die Mörtelprismen mit reinem Zement werden als Nullproben

attraverso il coperchio del vaso va inserito in prossimità del centro del campione. Il sensore deve essere a diretto contatto con il campione. Infine si applica e si chiude il coperchio del vaso.

- Utilizzando l'apposito strumento si rilevano la temperatura del campione e del locale almeno ogni 10 minuti.
- Si devono rilevare il picco di temperatura del campione e l'età del campione al momento del suo raggiungimento.
- La temperatura deve essere registrata finché la temperatura del provino scende ad almeno 5 °K sotto il picco, in ogni caso almeno per 22 ore.

#### A2.3.8 CALCOLO DELL'AUMENTO DELLA TEMPERATURA

Come aumento della temperatura vale il valore medio delle 2 differenze di temperatura rilevate. La differenza di temperatura viene calcolato rispetto a un valore di 24 °C e alla temperatura massima sul campione.

#### A2.3.9 RELAZIONE DI VERIFICA

La relazione di verifica deve contenere le seguenti informazioni:

- Dichiarazione che la prova è stata eseguita in accordo alla presente descrizione
- Provenienza e marcatura delle materie prime
- Temperatura di tutte le materie prime immediatamente dopo l'inizio del mescolamento
- Temperatura dei campioni dopo il mescolamento
- Verbale di rilievo della temperatura durante la prova sui campioni e nel locale
- Differenze di temperatura calcolate in conformità al cap. 0 (valori singoli e medi)
- Intervallo di tempo intercorso tra l'aggiunta di acqua e il picco di temperatura, con precisione di 15 minuti
- Ogni deviazione rispetto alla presente procedura
- Numero di vasi Dewar utilizzati

#### A2.4 DETERMINAZIONE DEL VALORE K

Vengono confezionati prismi di malta con cemento puro (ovvero 450 g) e prismi di malta con lo stesso cemento, ma con un rapporto con gli additivi uguale a quello utilizzato per la produzione di calcestruzzo.

La produzione e lo stoccaggio di prismi di malta devono avvenire in conformità alla EN 196-1.

I prismi di malta con cemento puro vengono contraddistinti



bezeichnet. Die Mörtelproben mit dem Bindemittel aus Zement und Zusatzstoff werden als Prüfproben bezeichnet.

Die Druckfestigkeit von je 3 Prismen Nullproben und 3 Prismen Prüfproben ist im Alter von 28 und 56 Tagen gemäß EN 196-1 zu prüfen.

Der Aktivitätsindex ist aus dem Mittelwert der Druckfestigkeit je Prüftermin wie folgt zu berechnen:

$$\text{Aktivitätsindex [\%]} = \frac{\text{Prüfproben}}{\text{Nullproben}}$$

$$\text{Indice di attività [\%]} = \frac{\text{campioni di verifica}}{\text{campioni zero}}$$

Der zulässige k-Wert ist wie folgt zu berechnen:

$$k = \frac{A - \%Z}{\%F}$$

A Aktivitätsindex in %

%Z Zementanteil im Bindemittel in M-%

%F Zusatzstoffanteil im Bindemittel in M-%

come „campioni zero“; i campioni di malta con cemento e additivo, come „campioni di verifica“.

La resistenza a compressione di 3 prismi „campioni zero“ e 3 prismi „campioni di verifica“, deve essere verificata, rispettivamente, dopo 28 e 56 giorni, come da EN 196-1.

L'indice di attività deve essere calcolato dal valore medio della resistenza a compressione per ciascuno dei due termini di verifica, come segue:

Il rapporto k ammesso va calcolato come segue:

A Indice di attività in %

%Z Componente di cemento nel legante in M-%

%F Componente additivo nel legante in M-%

## A2.5 EXPOSITIONSKLASSE XA1, XA2 UND XA3

## A2.5 CLASSE DI ESPOSIZIONE XA1, XA2 E XA3

### A2.5.1 BETON

### A2.5.1 CALCESTRUZZO

#### A2.5.1.1 XA1 (treibender Angriff)

#### A2.5.1.1 XA1 (attacco chimico)

Für den Nachweis von XA1 ist der Nachweis XC3 bzw. der Wassereindringtiefe von max. 50 mm (bei der Erstprüfung von max. 40 mm) durch eine Prüfung gemäß Kap. A2.6 zu erbringen. Des Weiteren müssen die Anforderungen an die Betonzusammensetzung und die Druckfestigkeitsklasse gemäß den technischen Vertragsbedingungen erbracht werden.

Presupposto per la prova della classe XA1 è la prova della classe XC3, ovvero la profondità di penetrazione dell'acqua di massimo 50 mm (40 mm in sede di prova preliminare), da verificare secondo la procedura descritta al capitolo A2.6. Inoltre devono essere soddisfatti i requisiti della composizione del calcestruzzo e della classe di resistenza a compressione in conformità alle disposizioni tecniche contrattuali.

#### A2.5.1.1 XA2 (treibender Angriff bis zu einem Sulfatgehalt von 1500 mg/l)

#### A2.5.1.2 XA2 (attacco chimico fino a un contenuto di solfati di 1500 mg/l)

Für den Nachweis von XA2 ist der Nachweis einer maximalen Wassereindringtiefe von max. 20 mm (bei der Erstprüfung von max. 16 mm) durch eine Prüfung gemäß A2.6 zu erbringen. Des Weiteren müssen die Anforderungen an die Betonzusammensetzung und die Druckfestigkeitsklasse gemäß den technischen Vertragsbedingungen erbracht werden.

Presupposto per la prova della classe XA2 è la prova di una profondità di penetrazione dell'acqua di massimo 20 mm (16 mm in sede di prova preliminare), da verificare secondo la procedura descritta al cap. A2.6. Inoltre devono essere soddisfatti i requisiti della composizione del calcestruzzo e della classe di resistenza a compressione in conformità alle disposizioni tecniche contrattuali.

#### **A2.5.1.1 XA2 (treibender Angriff über Sulfatgehalt von 1500 mg/l)**

Für den Nachweis von XA3 ist der Nachweis einer maximalen Wassereindringtiefe von max. 20 mm (bei der Erstprüfung von max. 16 mm) durch eine Prüfung gemäß A2.6 zu erbringen. Des Weiteren müssen die Anforderungen an die Betonzusammensetzung und die Druckfestigkeitsklasse gemäß den technischen Vertragsbedingungen erbracht werden. Im Besonderen ist nur Zement mit hohem Sulfatwiderstand zu verwendet.

#### **A2.5.1.3 XA3 (attacco chimico fino a un contenuto di solfati di maggiore di 1500 mg)**

Presupposto per la prova della classe XA3 è la prova di una profondità di penetrazione dell'acqua di massimo 20 mm (16 mm in sede di prova preliminare), da verificare secondo la procedura descritta al cap. A2.6. Inoltre devono essere soddisfatti i requisiti della composizione del calcestruzzo e della classe di resistenza a compressione in conformità alle disposizioni tecniche contrattuali. In particolare quindi essere utilizzati cementi ad alta resistenza ai solfati.

## A2.6 WASSEREINDRINGTIEFE – XC3 UND XC4

### A2.6.1 PROBEKÖRPER AUS BETON

3 Probekörper aus Beton sind mit den Abmessungen 200x200x120 bis 200 mm herzustellen.

### A2.6.2 PRÜFUNG

Für die Prüfung sind Probekörper aus den gemäß gewonnen Bohrkernen oder gemäß Kap. 0 hergestellte Probekörper zu verwenden. Für die Prüfung von Beton sind die Probekörper bis zur Prüfung unter Wasser zu lagern. Die Prüfung ist im Probenalter von 28 Tagen durchzuführen.

Die Prüfung ist gemäß EN 12390-8 mit folgender Abweichung dazu durchzuführen:

- Es sind jeweils 3 Proben zu prüfen
- 1. bis 3. Tag: Wasserdruckstufe 1 (1,75 bar)
- 4. bis 14. Tag: Wasserdruckstufe 2 (7,0 bar)
- Die Wassereindringtiefe einer Probe ist die Tiefe der mittlere Fläche des eingedrungenen Wassers über die Prüffläche (siehe Abbildung 2:).
- Das Prüfergebnis ist der Mittelwert der Wassereindringtiefe der drei geprüften Proben.
- Die Verwendung von Leitungswasser (Trinkwasser) ist zulässig.

## A2.6 PROFONDITÀ DI PENETRAZIONE DELL'ACQUA – XC3 E XC4

### A2.6.1 PROVINI IN CALCESTRUZZO

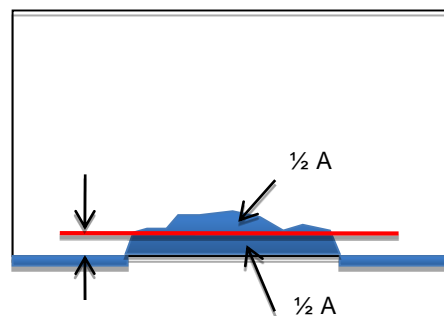
I 3 provini in calcestruzzo devono avere dimensioni 200x200x120 fino a 200 mm.

### A2.6.2 PROVA

Per la prova si utilizzano carote estratte come descritto in o provini realizzati come al cap. 0. I provini per la prova sul calcestruzzo devono essere conservati in acqua fino al momento della prova, per cui è necessaria una maturazione di 28 giorni.

La prova si esegue in conformità alla EN 12390-8 con le seguenti differenze:

- Sono da sottoporre alla prova 3 provini
- Dal 1° al 3° giorno: livello di pressione idraulica 1 (1,75 bar)
- Dal giorno 4 a 14: livello di pressione idraulica 2 (7,0 bar)
- La profondità di penetrazione dell'acqua di un provino è la profondità del fronte medio dell'acqua penetrata sotto l'area di prova (si veda l'illustrazione 2:)
- Il risultato della prova è dato dal valore medio della profondità di penetrazione dell'acqua su tre provini testati.
- È consentito utilizzare acqua potabile.



Wassereindringtiefe / Profondità di penetrazione dell'acqua

Abbildung 2: Prüfung der Wassereindringtiefe

Illustrazione 2: Verifica della profondità di penetrazione dell'acqua

## A2.7 PRÜFUNG DES GESAMTWASSERGEHALTES VON FRISCHBETON

Die Masse der zu untersuchenden Probe wird vor und nach Trocknung bestimmt. Die Trocknung erfolgt im Mikrowellenherd. Der Gesamtwassergehalt wird aus dem Masseverlust berechnet. Mit diesem Prüfverfahren wird die Kernfeuchte der Gesteinskörnungen voll mitbestimmt.

### A2.7.1 GERÄTE

Es ist zu verwenden:

1. Waage, mit der die zu ermittelnde Masse auf 1 g genau bestimmt werden kann. Die Waage muss mindestens einmal jährlich kalibriert werden.
2. Mikrowellenherd mit einer Leistung von 1000 Watt, der für Probenteller mit einem Durchmesser von mindestens 28 cm, besser 32 cm geeignet ist.
3. Probenteller aus einem für die Verwendung im Mikrowellenherd geeigneten Material (als Einwegteller z. B. Papierteller) mit einem Durchmesser von mindestens 28 cm, besser 32 cm, wenn der Mikrowellenherd dafür geeignet ist.

### A2.7.2 PROBENAHEME

Frischbetonproben sind gemäß EN 12350-1 zu entnehmen und vor Entnahme der Prüfprobe erneut zu homogenisieren.

### A2.7.3 DURCHFÜHRUNG DER PRÜFUNG

Die Prüfung ist vor Witterungseinflüssen geschützt durchzuführen. Der Probenteller ist auf ganze Gramm genau zu wägen. Der Probenteller ist 2 Minuten im Mikrowellenherd zu trocknen. Das Gewicht des Probentellers ist zu bestimmen ( $t_{tr}$ ).

2,0 ± 0,1 kg von dem entnommenen Probenmaterial sind lose, gleichmäßig verteilt, auf den Probenteller zu legen und auf ganze Gramm genau zu wägen. Es ist darauf zu achten, dass diese Teilprobe dem Probendurchschnitt entspricht. Während der folgenden Arbeitsschritte ist sicherzustellen, dass kein Probenmaterial, außer Wasser, verloren geht.

Der Probenteller mit der Probe ist in den Mikrowellenherd zu geben und die Trocknungszeit von 25 Minuten ist einzustellen. Ein Unterschreiten dieser Trocknungszeit ist unzulässig. Nach Ende der eingestellten Trocknungszeit ist die Probe mit dem Teller zu wägen und anschließend weitere 2 min in der Mikrowelle zu trocknen. Die hierauf festgestellte Masse ( $m_{tr}$ ) darf von der vorher bestimmten Masse um nicht mehr als 5 g abweichen. Andernfalls ist eine neuerliche Probe zu verwenden und mit entsprechend verlängerter Trocknungszeit zu prüfen.

## A2.7 VERIFICA DEL CONTENUTO TOTALE D'ACQUA NEL CALCESTRUZZO FRESCO

Si rileva la massa dei provini da verificare prima e dopo l'essiccazione, che avviene in un forno a microonde. Il contenuto totale di acqua si calcola sulla base della massa persa. Questa procedura consente anche di definire l'umidità dell'aggregato.

### A2.7.1 APPARECCHIATURE

Si devono utilizzare:

1. Bilancia che consenta di pesare la massa con precisione di 1 g, da calibrare almeno una volta all'anno.
2. Forno a microonde da 1000 Watt, adatto per piatti di diametro di almeno 28 cm, meglio 32 cm.
3. Piatti in materiale idoneo ad essere usato nel forno a microonde (usa e getta, per es. piatti di carta) del diametro di 28 cm, meglio 32 cm, se il forno a microonde lo consente.

### A2.7.2 CAMPIONATURA

I campioni di calcestruzzo fresco devono essere estratti in conformità alla EN 12350-1 e omogeneizzati nuovamente prima dell'estrazione del provino.

### A2.7.3 ESECUZIONE DELLA PROVA

La prova deve essere svolta a riparo dagli influssi atmosferici. Il piatto per la prova deve essere pesato con precisione al grammo e asciugato per 2 minuti nel forno a microonde. Si pesa il piatto ( $t_{tr}$ ).

Viene posta una quantità di 2,0 ± 0,1 kg del materiale campionato sfuso, distribuita uniformemente sul piatto e si pesa con precisione al grammo. È importante che il campione rispecchi le caratteristiche medie del materiale. Durante le successive fasi si deve fare attenzione che non venga perduto il materiale di prova, ad eccezione dell'acqua.

Il piatto con il campione viene messo nel forno a microonde e si imposta un tempo di asciugatura di 25 minuti, un valore inferiore non è consentito. Alla fine dell'asciugatura si pesa il campione con il piatto e si lascia asciugare per altri 2 minuti nel forno a microonde. La differenza tra il peso della massa alla prima e alla seconda pesata non può essere superiore a 5 g, in caso contrario la prova va ripetuta su un altro campione aumentando adeguatamente il tempo di essiccazione.

Die Trocknungszeit darf um nicht mehr als 10 % überschritten werden, da sonst der Mikrowellenherd beschädigt werden kann und bei einem Papierteller als Probenteller dieser verglosen kann.

Achtung: Probenteller und Probe haben nach Trocknungsende eine Temperatur von über 110 °C.

Wenn nicht sichergestellt ist, dass der Probenteller bei der Betontrocknung keine Masse verliert, ist der Probenteller anschließend sorgfältig von der Probe zu reinigen und ebenfalls auf ganze Gramm genau zu wägen. Für Probenteller aus Papier kann ein Gewichtsverlust von 5 % der Tellermasse für den Gewichtsverlust an Wasser für die Berechnung verwendet werden.

#### A2.7.4 PRÜFERGEBNISSE

Aus den gemäß 0 ermittelten Massen ist der Gesamtwassergehalt für Gesteinskörnungen und der Gesamtwassergehalt für Frischbeton gemäß den nachfolgenden Formeln zu ermitteln. Das Ergebnis in % ist auf 0,1 % genau anzugeben.

Es bedeutet:

$t_{tr}$	Masse des getrockneten Probentellers in g, nach Trocknung des Tellers
$m_f$	Masse der eingewogenen Probenmenge und des Probentellers, in g vor Prüfbeginn
$m_{tr}$	Masse der eingewogenen Probenmenge und des Probentellers, in g nach Prüfbeginn
$W_{ges}$	Gesamtwassergehalt der Probe, angegeben in l/m <sup>3</sup>

$$W_{ges} = 100 * \frac{(m_f - t_{tr}) - (m_{tr} - t_{tr})}{m_f - t_{tr}} \text{ in \%}$$

Aus dem Gesamtwassergehalt des Frischbetons in % und der Rohdichte des Frischbetons ist der Gesamtwassergehalt in l/m<sup>3</sup> gemäß nachfolgender Formel zu errechnen und auf 1 l/m<sup>3</sup> genau anzugeben:

$$W_{ges} (l/m^3) = W_{ges} (\%) * Frischbetonrohichte (kg/m^3)/100$$

$$W_{ges} (l/m^3) = W_{ges} (\%) * Densità del calcestruzzo fresco (kg/m^3)/100$$

#### A2.7.5 PRÜFBERICHT

Der Prüfbericht muss folgende Angaben enthalten:

- Ort der Probenahme und Prüfung;
- Datum und Uhrzeit der Prüfung (auf mindestens 15 min genau);
- Alter der Probe ab erstmaliger Wasserzugabe im Mischer (auf mindestens 15 min genau)
- Gesamtwassergehalt  $W_{ges}$  in l/m<sup>3</sup> (auf 1 l/m<sup>3</sup> genau);
- wirksamer Wassergehalt  $W$ , errechnet aus der

Il tempo di essiccazione non può essere superato di più del 10 %, poiché si rischia di danneggiare il forno a microonde e il piatto da prova, se si tratta di un piatto di carta.

Attenzione: dopo l'essiccazione il piatto di prova e il campione raggiungono una temperatura di 110 °C.

Se non viene garantito il fatto che il piatto non diminuisce di peso durante l'essiccazione del calcestruzzo, è necessario dopo la prova ripulirlo attentamente dal campione e pesarlo con precisione al grammo. Per i piatti di carta si può considerare nel calcolo una perdita di peso del 5 % a seguito della perdita di acqua.

#### A2.7.4 RISULTATI DELLA PROVA

Partendo dalle masse calcolate come descritto in 0 si calcola il contenuto totale di acqua per l'aggregato e per il calcestruzzo fresco, secondo la seguente formula. Il risultato in percentuale va espresso con precisione dello 0,1 %.

Questo significa:

$t_{tr}$	Massa in g del piatto di prova asciugato, dopo l'asciugatura del piatto
$m_f$	Massa in g del campione pesato e del piatto, prima dell'inizio della prova
$m_{tr}$	Massa in g del campione pesato e del piatto, dopo la prova
$W_{ges}$	Contenuto totale d'acqua del campione, espresso in l/m <sup>3</sup>

Partendo dalla quantità totale di acqua del calcestruzzo fresco in % e dal peso specifico apparente del calcestruzzo si calcola il contenuto totale di acqua in l/m<sup>3</sup> secondo la seguente formula e lo si esprime con precisione di 1 in l/m<sup>3</sup>:

#### A2.7.5 RELAZIONE DI PROVA

La relazione di prova deve contenere quanto segue:

- luogo di prelievo dei campioni e della verifica;
- data e ora della verifica (con precisione di almeno 15 minuti)
- maturazione del campione al momento della prima aggiunta di acqua nel mescolatore (con precisione di almeno 15 minuti)
- contenuto totale di acqua  $W_{ges}$  in l/m<sup>3</sup> (con precisione di

Subtraktion von Gesamtwassergehalt und Kernfeuchte, falls diese in der Erstprüfung angegeben wurde.

- f. jede Abweichung vom festgelegten Prüfverfahren (wenn zutreffend);

1 l/m<sup>3</sup>)

- e. contenuto di acqua efficace W, calcolato sottraendo il contenuto totale di acqua e l'umidità del nucleo, se indicata in sede di prova iniziale;
- f. Ogni deviazione rispetto alla presente procedura (se pertinente).

## A2.8 SCHWINDPRÜFUNG

Die Verfahren für die Bestimmung von Warte in der UNI 6555 etabliert. Die Bestimmung der axialen Rückzug erfolgt an Proben der Abmessung 10 x 10 x 50 cm durchgeführt.

## A2.9 KARBONATISIERUNGSWIDERSTAND

Der Widerstand gegen Karbonisierung sollte durch Messen der Tiefe der Karbonisierung von Proben in einem Raum mit einem hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt gesetzt bestimmt werden.

Die Toleranz auf das Testergebnis ist 0,5 mm / year<sup>1/2</sup> in Bezug auf den vorgeschriebenen Wert und in Übereinstimmung mit den im Prospekt 19. EN 206-1 enthaltenen Bestimmungen.

## A2.8 VERIFICA DEL RITIRO

Le modalità per la determinazione del ritiro sono stabilite nella norma UNI 6555:1973 [8]. La determinazione del ritiro assiale viene svolta su provini di dimensioni 10 x 10 x 50 cm.

## A2.9 RESISTENZA ALLA CARBONATAZIONE

La resistenza alla carbonatazione va determinata misurando la profondità di carbonatazione di campioni posti in una camera con elevato tenore di CO<sub>2</sub>.

La tolleranza sul risultato di prova è +0.5 mm/6 mesi rispetto al valore prescritto e in accordo con le disposizioni riportate nel prospetto 19a della EN 206-1.