

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in non-man accessible storm and sanitary sewers

Câbles à fibres optiques –

Partie 3-40: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles en égouts et les conduites installés par soufflage et/ou tirage dans les évacuations d'eaux sanitaires et pluviales non accessibles par l'homme



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in non-man accessible storm and sanitary sewers

Câbles à fibres optiques –

Partie 3-40: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles en égouts et les conduites installés par soufflage et/ou tirage dans les évacuations d'eaux sanitaires et pluviales non accessibles par l'homme

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-88912-748-1

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Symbols	7
4 Family specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in sewers (blank detail specification and minimum requirements)	8
4.1 Construction.....	8
4.1.1 General	8
4.1.2 Conduits.....	8
4.1.3 Sewer cables.....	8
4.1.4 Rodent protection	8
4.2 Optical fibres	9
4.2.1 Single-mode dispersion unshifted (B1.1) optical fibre	9
4.2.2 Single mode dispersion shifted (B2) optical fibre	9
4.2.3 Single mode non-zero dispersion (B4) optical fibre	10
4.2.4 Single mode (B6) optical fibre.....	10
4.2.5 Multimode fibres	10
4.3 Sewer cable constructions.....	11
4.3.1 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)	11
4.3.2 Cable for direct installation into the sewer duct.....	12
4.3.3 Conduit construction.....	13
4.4 Installation and operating conditions	13
4.4.1 Tests applicable to cables/cable elements	13
4.4.2 Installation conditions	14
4.5 Mechanical and environmental tests.....	14
4.5.1 Conduits.....	14
4.5.2 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)	17
4.5.3 Cables for direct installation into the sewer duct.....	21
Annex A (informative) Blank detail specification.....	25
Annex B (informative) OF cables for non-man accessible sewers.....	28
Annex C (informative) Examples of conduits and sewer cables	29
Annex D (informative) Examples of installation schemes.....	35
Figure C.1 – Dielectric optical fibre sewer cable.....	29
Figure C.2 – Dielectric optical fibre sewer cable.....	29
Figure C.3 – Optical fibre sewer cable within a conduit	30
Figure C.4 – Optical fibre sewer cable for direct installation – peripheral strength members.....	31
Figure C.5 – Optical fibre sewer cable for direct installation – steel wire armouring	31
Figure C.6 – Optical fibre sewer cable for spanning – peripheral strength members.....	32
Figure C.7 – Optical fibre sewer cable for spanning – steel wire armouring.....	32
Figure C.8 – Optical fibre sewer cable for laying – aluminium tape.....	33
Figure C.9 – Optical fibre sewer cable for laying – corrugated steel	33

Figure C.10 – Optical fibre sewer cable for laying – 2-layer-steel wire armouring	34
Figure D.1 – Conduit robotized installation.....	35
Figure D.2 – Spring loaded stainless-steel ring – conduit fastening.....	36
Figure D.3 – Schematic drawing robotized installation – Drilling.....	36
Figure D.4 – Schematic drawing – Spanning of optical fibre cables within sewers	37
Figure D.5 – Schematic drawing – laying on the ground of optical fibre cables within sewers	37
Table 1 – Single-mode dispersion unshifted (B1.1) optical fibre	9
Table 2 – Single mode dispersion shifted (B2) optical fibre	9
Table 3 – Single mode non-zero dispersion (B4) optical fibre.....	10
Table 4 – Single mode (B6) optical fibre	10
Table 5 – Characteristics – Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)	11
Table 6 – Characteristics – Cable for direct installation into the sewer duct	12
Table 7 – Characteristics – Conduit construction	13
Table 8 – Tests applicable to cables/cable elements.....	13
Table 9 – Conduits – Tests applicable	14
Table 10 – Optical fibre cable – Tests applicable	17
Table 11 – Tests applicable	21
Table A.1 – Sewer optical fibre cable description – Within conduits	25
Table A.2 – Sewer optical fibre description – Direct installation	26
Table A.3 – Conduit description	27
Table B.1 – Characteristics for optical fibre cables within non-man accessible sewers	28

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in non-man accessible storm and sanitary sewers

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60794-3-40 Ed. 1 has been prepared by sub-committee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics.

This standard is to be used in conjunction with IEC 60794-1-1, IEC 60794-1-2 and IEC 60794-3.

This bilingual version corresponds to the monolingual English version, published in 2008-10.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
86A/1228/FDIS	86A/1241/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

The French version of this standard has not been voted upon.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of IEC 60794 series, published under the general title *Optical fibre cables*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

OPTICAL FIBRE CABLES –

Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in non-man accessible storm and sanitary sewers

1 Scope

This part of IEC 60794 is a family specification that covers sewer cables and conduits for installation by blowing and/ or pulling in non-man accessible storm and sanitary sewers, also applicable for man-accessible and lateral ones. Systems built with components covered by this standard are subject to the requirements of sectional specification IEC 60794-3.

Sewer cable and conduit constructions have to meet the different requirements of the sewer operating companies and/or associations regarding chemical, environmental, operational, cleaning and in general maintenance conditions.

Preferential applications, describing sewer cable characteristics versus methods of installation is reported in Annex A and Annex B for non-man accessible sewers.

Clause 4 describes a blank detail specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in storm and sanitary sewers. It incorporates some minimum requirements.

Detail specifications may be prepared on the basis of this family specification.

The parameters specified in this standard may be affected by measurement uncertainty arising either from measurement errors or calibration errors due to lack of suitable standards. Acceptance criteria should be interpreted with respect to this consideration.

The number of fibres tested is representative of the sewer cable and should be agreed between the customer and the supplier.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60304:1982, *Standard colours for insulation for low-frequency cables and wires*

IEC 60793-1-20, *Optical fibres – Part 1-20: Measurement methods and test procedures – Fibre geometry*

IEC 60793-1-40, *Optical fibres – Part 1-40: Measurement methods and test procedures – Attenuation*

IEC 60793-1-44, *Optical fibres – Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength*

IEC 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications– General*

IEC 60793-2-50, *Optical fibres – Part 2-50: Product specifications – Sectional specification for class B single-mode fibres*

IEC 60794-1-1, *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General*

IEC 60794-1-2, *Optical fibre cables – Part 1-2: Generic specification – Basic optical cable test procedures*

IEC 60794-3, *Optical fibre cables – Part 3: Sectional specification – Outdoor cables*

IEC 60794-3-10, *Optical fibre cables – Part 3-10: Outdoor cables – Family specification for duct and directly buried optical telecommunication cables*

IEC 60811-1-1:1993, *Common test methods for insulating and sheathing materials of electric cables and optical cables – Part 1-1: Methods for general application – Measurement of thickness and overall dimensions – Tests for determining the mechanical properties*

IEC 60811-5-1:1990, *Insulating and sheathing materials of electric and optical cables – Common test methods – Part 5-1: Methods specific to filling compounds – Drop point – Separation of oil – Lower temperature brittleness – Total acid number – Absence of corrosive components – Permittivity at 23 °C – DC resistivity at 23 °C and 100 °C*

3 Symbols

For the purposes of this document, the following symbols apply.

APL Aluminium/polyethylene laminate

SPL Steel/polyethylene laminate

λ_{CC} cabled fibre cut-off wavelength

d nominal outer diameter of the sewer cable

d_c nominal outer diameter of the conduit

DS detail specification

$n \times d$ a value times cable outer diameter used for bends, mandrels, etc.

T_O threshold tensile load below which no attenuation and/or fibre strain increase should occur in the tensile performance test

T_M the acceptable amount of short-term tensile load that can be applied to the cable without permanent degradation of the characteristics of the fibres in the tensile performance test

T_{A1} temperature cycling test low-temperature limit according to IEC 60794-1-2, method FI

T_{A2} temperature cycling test low-temperature limit according to IEC 60794-1-2, method FI

T_{B1} temperature cycling test high-temperature limit according to IEC 60794-1-2, method FI

T_{B2} temperature cycling test high-temperature limit according to IEC 60794-1-2, method FI

t_1 temperature cycling dwell time

4 Family specification for sewer cables and conduits for installation by blowing and/or pulling in sewers (blank detail specification and minimum requirements)

4.1 Construction

4.1.1 General

In addition to the constructional requirements of sectional specification IEC 60794-3, the following considerations apply to the sewer cables and/or conduits.

The sewer cables and/or conduits shall be designed and manufactured for an expected operating lifetime of at least 15 years. It shall be possible to install or remove the cable in or from the sewer throughout the operational lifetime. Upon removal of the cable or conduit, no remnants which would snag normal sewage debris or which would affect laminar sewage flow shall remain. The materials in the sewer cable and/or as well as accessories including fixing elements and conduits shall not present a health hazard within its intended use.

4.1.2 Conduits

In case of use, the conduits with outer nominal diameters ranging from xx mm to yy mm shall be able to resist pressure differences needed for installation by blowing. They shall be circular and, if needed, corrugated in cross-section throughout their length. The material shall withstand all possible chemical attacks by the sewer liquid itself, as for instance the stainless steel type 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2), AISI 316L). Inner- and outer-diameter and overall minimum wall thickness shall be specified.

4.1.3 Sewer cables

A sewer cable in accordance to this specification should be suitable for installation in non-man accessible storm and sanitary sewers by the following installation methods, also applicable for man-accessible sewers and for lateral sewer systems:

- blowing and/or pulling into a conduit, previously fixed to the sewer wall or, for laterals, placed in between the lateral sewer wall and the in-liner system;
- direct installation into the sewer duct, according to the following applications:
 - drilling and screwing to the inner wall;
 - spanning between manholes, etc. similarly to aerial cables;
 - laying on the ground of the sewer.

The attenuation of the installed cable at the operational wavelength(s) shall not exceed values agreed between the customer and the supplier.

There shall be no fibre splice in a delivery length unless otherwise agreed by the customer and the supplier.

It shall be possible to identify each individual fibre throughout the length of the sewer cable.

4.1.4 Rodent protection

Rodent protection is generally needed but there is presently no standard test to measure the level of rodent protection. Rodent protection can be provided by the cable or by the duct.

Tests and requirements are under consideration.

4.2 Optical fibres

4.2.1 Single-mode dispersion unshifted (B1.1) optical fibre

Table 1 – Single-mode dispersion unshifted (B1.1) optical fibre

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Uncabled optical fibre	5	IEC 60793-2-50		
Attenuation coefficient (cabled fibres)	5.2.1	According to DS	IEC 60793-1-40, method A, B or C	
at 1 310 nm at 1 550 nm and at 1 625 nm ¹ .		$\leq 0,40$ dB/km $\leq 0,35$ dB/km $\leq 0,40$ dB/km		
Attenuation discontinuities at 1 310 and 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB	IEC 60793-1-40, method C	
Cabled fibre cut-off wavelength	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda$ operational	IEC 60793-1-44, method B	
Fibre colouring	5.4	IEC 60304	Visual inspection	
Outer diameter including colouring	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20, method D	

4.2.2 Single mode dispersion shifted (B2) optical fibre

Table 2 – Single mode dispersion shifted (B2) optical fibre

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Uncabled optical fibre	5.1	IEC 60793-2		
Attenuation coefficient (cabled fibres)	5.2.1	According to DS	IEC 60793-1-40, method A, B or C	
at 1 550 nm	5.2.1	$\leq 0,35$ dB/km		
Attenuation discontinuities at 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40, method C	
Cabled fibre cut-off wavelength	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda$ operational	IEC 60793-1-44, method B	
Fibre colouring	5.4	IEC 60304	Visual inspection	
Outer diameter including colouring	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20, method D	

¹ Measurements at 1 625 nm are optional

4.2.3 Single mode non-zero dispersion (B4) optical fibre

Table 3 – Single mode non-zero dispersion (B4) optical fibre

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Uncabled optical fibre	5.1	IEC 60793-2		
Attenuation coefficient (cabled fibres)	5.2.1	According to DS	IEC 60793-1-40, method A, B or C	
at 1 550 nm	5.2.1	$\leq 0,35$ dB/km		
at 1 625 ² nm	5.2.1	$\leq 0,40$ dB/km		
Attenuation discontinuities at 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40, method C	
Cabled fibre cut-off wavelength	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda_{\text{operational}}$	IEC 60793-1-44, method B	
Fibre colouring	5.4	IEC 60304	Visual inspection	
Outer diameter including colouring	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20, method D	

4.2.4 Single mode (B6) optical fibre

Table 4 – Single mode (B6) optical fibre

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Uncabled optical fibre	5.1	IEC 60793-2		
Attenuation coefficient (cabled fibres)	5.2.1	According to DS	IEC 60793-1-40, method A, B or C	
at 1 550 nm	5.2.1	$\leq 0,30$ dB/km		
at 1 625 ³ nm	5.2.1	$\leq 0,40$ dB/km		
Attenuation discontinuities at 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB/km	IEC 60793-1-40, method C	
Cabled fibre cut-off wavelength	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda_{\text{operational}}$	IEC 60793-1-44, method B	
Fibre colouring	5.4	IEC 60304	Visual inspection	
Outer diameter including colouring	8.2.1.1	IEC 60793-2	IEC 60793-1-20, method D	

4.2.5 Multimode fibres

Under consideration.

² Measurements at 1 625 nm are optional

³ Measurements at 1 625 nm are optional

4.3 Sewer cable constructions

4.3.1 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)

**Table 5 – Characteristics – Cable for installation within conduits
(previously fixed to the sewer wall)**

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Lay-up	7.2	According to DS	Visual inspection	
Sewer cable core	7.3	According to DS		
Filling compound (if used)		According to DS	Either IEC 60794-1-2, method E14 or IEC 60811-5-1, Clause 4 IEC 60811-5-1, Clause 5 IEC 60811-5-1, Clause 8	
Dry blocking compound	7.3	According to DS	Under consideration	
Strength member	7.4	According to DS	Visual inspection	
- central				
- peripheral				
Moisture barrier	7.5	According to DS		
Metallic tapes (if any):				
Outer cable sheath	7.6			
Material				
Minimum sheath thickness		According to DS	IEC 60811-1-1	
Outer cable diameter		According to DS	IEC 60811-1-1	
Optional protection		According to DS		
Sheath marking	7.7			
Configuration, dimensions		According to DS	Visual inspection	
Abrasion resistance		According to DS	IEC 60794-1-2, method E2B	Method 1 Steel needle diameter $d = 1,0$ mm load: 4 N Method 2 with: felt pad consisting of either 1) water soaked wool felt or 2) rayon felt with < 30 % wool Weight: > 450 g
Sheath abrasion	9.2.8	According to DS	IEC 60794-1-2, method E2A	
Sewer cable length			Under consideration	

4.3.2 Cable for direct installation into the sewer duct

Table 6 – Characteristics – Cable for direct installation into the sewer duct

Characteristics (9)	IEC60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Lay-up	7.2	According to DS	Visual inspection	
Sewer cable core	7.3	According to DS		
Filling compound (if used)		According to DS	Either IEC 60794-1-2, method E14 or IEC 60811-5-1, Clause 4 IEC 60811-5-1, Clause 5 IEC 60811-5-1, Clause 8	
Dry blocking compound	7.3	According to DS	Under consideration	
Strength member	7.4	According to DS	Visual inspection	
- central				
- peripheral				
Moisture barrier	7.5	According to DS		
Metallic tapes:				
Outer cable sheath	7.6			
Material				
Minimum sheath thickness		According to DS	IEC 60811-1-1	
Outer cable diameter		According to DS	IEC 60811-1-1	
Optional protection		According to DS		
Sheath marking	7.7			
Configuration, dimensions		According to DS	Visual inspection	
Abrasion resistance		According to DS	IEC 60794-1-2 method E2B	Method 1 Steel needle diameter $d = 1,0 \text{ mm}$ load: 4 N Method 2 with: felt pad consisting of either 1) water soaked wool felt or 2) rayon felt with < 30 % wool Weight: > 450 g
Sheath abrasion	9.2.8	According to DS	IEC 60794-1-2 method E2A	
Sewer cable length			Under consideration	

4.3.3 Conduit construction

Table 7 – Characteristics – Conduit construction

Characteristics (9)	IEC 60794-3 as applicable Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Material(s)				
Conduit inner diameter		According to DS	IEC 60811-1-1	
Conduit outer diameter		According to DS	IEC 60811-1-1	
Corrugated conduit (metallic) - metallic tape thickness - corrugated depth - pitch Non-corrugated conduit Inner tube (if any): - tube wall thickness Moisture barrier (if any): - metallic tapes Additional outer sheath (if any): - thickness	Under consideration	Under consideration	Under consideration	Under consideration
Conduit length			Under consideration	

4.4 Installation and operating conditions

4.4.1 Tests applicable to cables/cable elements

Table 8 – Tests applicable to cables/cable elements

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
General requirements Tests applicable to loose tubes:	8.1	Agreement between customer and supplier		
Bend test	8.2.1.2	According to DS	IEC 60794-1-2, method G1	
Tube kinking	8.2.2.1	According to DS	IEC 60794-1-2, method G7	
Tests applicable to ribbons:				
- dimensions	8.2.3.1	IEC 60794-3, Table 1	IEC 60794-3, 8.2.3.1	
- separability of individual fibres from ribbon	8.2.3.2.1	IEC 60794-3, 7.2.3.2.1 or according to DS	IEC 60794-1-2, method G5 or according to DS	
- ribbon stripping	8.2.3.2.2	According to DS		
- torsion	8.2.3.2.3	According to DS	IEC 60794-1-2, method G6	

4.4.2 Installation conditions

Under consideration.

4.5 Mechanical and environmental tests

4.5.1 Conduits

4.5.1.1 Tests applicable

Tests listed in the following table are those relevant to IEC 60794-3 as applicable for conduits.

Table 9 – Conduits – Tests applicable

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Tensile performance	9.1	4.5.1.2.2	IEC 60794-1-2, methods E1A and E1B	See 5.6.2.1
Installation capability (selection from the following)	9.2			
- bending under tension	9.2.1	According to DS	IEC 60794-1-2, method E18	
- repeated bending	9.2.2	na	IEC 60794-1-2, method E6	
- impact	9.2.3	4.5.1.2.5	IEC 60794-1-2, method E4	
- kink	9.2.4	4.5.1.2.3	IEC 60794-1-2, method E10	
- torsion	9.2.5		IEC 60794-1-2, method E7	
Conduit bend	9.3	According to DS	IEC 60794-1-2, method E11	See 5.6.2.5
Crush	9.4	4.5.1.2.4	IEC 60794-1-2, method E3	See 5.6.2.6
Flexibility		4.5.1.2.6		
Ageing	9.6	na		
- finished conduit	9.6.2	Under consideration		
Pressure		4.5.1.2.1		
Induced voltage (for tubes with metallic elements)	9.9	Under consideration		
Chemical exposure (fluid and contaminant)	Under consideration	4.5.1.2.7	Under consideration	

4.5.1.2 Details of family requirements and test conditions for conduits

Tests shall be selected from those of Table 9 and the following described hereinafter:

4.5.1.2.1 Pressure

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the conduit.

b) Test conditions

Method: under consideration

All conduits shall resist an air pressure of at least $[2,5 \times \text{the installation pressure}]$ at a temperature of 20 °C for a period of 0,5 h.

Additionally, the same performance shall be demonstrated after a sample of conduit has been maintained at 60 °C for a period of 12 weeks.

All conduits shall resist a proof test pressure of at least $[1,3 \times \text{the installation pressure}]$ at a temperature of 20 °C for a period of 24 h, after tensile and bending tests.

4.5.1.2.2 Tensile performance

a) Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage and the diameter shall not change by more than $\times \%$.

b) Test conditions

Method: under consideration

Tube length under tension: under consideration

Tensile load on tube: under consideration

Diameter of test pulleys: under consideration

4.5.1.2.3 Kink

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no kink to the conduits.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2, E10

Minimum diameter: 20 times the outer diameter of the conduit

4.5.1.2.4 Crush

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no damage to the conduit. There shall be no residual deformation greater than 15 % of the tube diameter, no splitting or permanent damage after removing the load. The imprint of the anvil on the jacket is not considered as mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2, E3

Sample length: 250 mm

load (plate/plate): $50 \times d_c$ (N) (d_c in mm) or 450 N whichever is lower

Duration time: 60 s

Recovery time: 1 h

4.5.1.2.5 Impact

a) Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the conduit. There shall be no residual deformation greater than 15 % of the conduit diameter, no splitting or permanent damage. The imprint of the striking surface on the tube is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method:	under consideration
Striking surface radius:	10 mm
Impact energy:	1 J
Recovery time:	1 h
Number of impacts:	one in 3 different places spaced not less than 500 mm apart

4.5.1.2.6 Flexibility

a) Family requirements

The outer and inner diameter of the conduits shall show, under visual examination without magnification, no damage and no reduction of diameter greater than 15 %.

b) Tests conditions

Method: ten turns of the conduit shall be wrapped tightly and secured around a mandrel of diameter 12 times the outer diameter of the conduit itself

Duration: 30 min

4.5.1.2.7 Chemical exposure

a) Family requirements

Under consideration

b) Test conditions

Under consideration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-3-40:2008

4.5.2 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)

4.5.2.1 Tests applicable

Table 10 – Optical fibre cable – Tests applicable

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Tensile performance	9.1	4.5.2.2.1	IEC 60794-1-2, methods E1A and E1B	
Installation capability (selection from the following)	9.2			
- bending under tension	9.2.1	According to DS	IEC 60794-1-2, method E18	
- repeated bending	9.2.2	4.5.2.2.2	IEC 60794-1-2, method E6	
- impact	9.2.3		IEC 60794-1-2, method E4	
- kink	9.2.4	According to DS	IEC 60794-1-2, method E10	
- torsion - blowing	9.2.5	4.5.2.2.3 According to DS	IEC 60794-1-2, method E7	
Cable bend	9.3	4.6.2.2.4	IEC 60794-1-2, method E11	
Crush	9.4	4.5.2.2.5	IEC 60794-1-2, method E3	
Impact	9.2.3	4.5.2.2.6	IEC 60794-1-2, method E4	
Temperature cycling	9.5	4.5.2.2.7	IEC 60794-1-2, method F1	
Ageing	9.6			
- coating adhesion stability	9.6.1	According to DS	IEC 60794-1-2, method E5	
- finished cable	9.6.2	Under consideration		
Water penetration	9.7	According to DS	IEC 60794-1-2, method F5B	
Pneumatic resistance (for unfilled cable)	9.8	According to DS (under consideration)	IEC 60794-1-2, method F6	
Induced voltage (for cables with metallic elements)	9.9	Under consideration		
Chemical exposure (fluid and contaminant)	Under consideration	Under consideration	Under consideration	

4.5.2.2 Details of family requirements and test conditions for sewer cable tests

The expression of "no change in attenuation" means that any change in measurement value, either positive or negative, within the uncertainty of measurement shall be ignored. The uncertainty of measurement for this standard shall be < 0,05 dB for attenuation.

Tests shall be selected from those given in Table 10 and the following described hereinafter:

4.5.2.2.1 Tensile performance⁴

a) Family requirements

Under long term tensile load (T_L) the fibre strain shall not exceed 20 % of the fibre proof strain and there shall be no change in attenuation during the test. Under installation load (T_M) the fibre strain shall not exceed 60 % of the fibre proof strain and the attenuation change during test shall be measured and recorded. Other criteria may be agreed between the customer and the supplier.

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

There shall be no change after test in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer, at room temperature.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-2, E1A and E1B
Cable length under tension:	not less than 50 m. Taking into account the measurement accuracy and end effects, shorter lengths may be used by agreement between the customer and the supplier
Fibre length:	finished cable length
Tensile load on cable:	long term tensile load (T_L) and installation load (T_M). Other loads may be applied in accordance with particular user conditions
Diameter of test pulleys:	1 m but not less than the minimum loaded bending diameter specified for the cable
T_M :	equivalent to weight of 1 km of sewer cable or 50 N whichever is greater
T_L :	equivalent to weight of 500 m of sewer cable or 25 N whichever is greater (ffs)

4.5.2.2.2 Repeated bending

a) Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath and to the cable elements.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-2, E6
Bending radius:	20 d or 30 mm whichever is greater
Load:	adequate to assure uniform contact with the mandrel
Number of cycles:	25
Duration of cycle:	approximately 2 s

4.5.2.2.3 Torsion

a) Family requirements

⁴ Cables for blowing in ducts with thin sheath constructions are not designed for long distance pulling (i.e. 300 m)

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

The variation on attenuation for each fibre shall be less than or equal to 0,10 dB at 1 550 nm, or at the operational wavelength when specified by the customer.

There shall be no permanent change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2, E7

Length under test: 2 m

Number of turns: one half turn (through 180°) over the length of 2 m in each direction

Number of cycles: 5

4.5.2.2.4 Bend

a) Family requirements

There shall be no change in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer, at room temperature.

The change in attenuation when tested at -30 °C shall be $\leq 0,1$ dB if required.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2, E11

Diameter of mandrel: $\leq 40 d$ or 60 mm whichever is greater

Number of turns/helix: 4

Number of cycles: 3

4.5.2.2.5 Crush

a) Family requirements

Immediately after removal of the load, there shall be no increase in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer.

Under visual examination, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements after removing the load. The imprint of the plate or mandrel on the sheath is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2, E3

Load (plate/plate): 450 N

Duration of load: 1 min

4.5.2.2.6 Impact

a) Family requirements

The cable shall be tested in accordance with IEC 60794-1-2, method E4.

b) Test conditions:

Striking surface radius: 10 mm

Impact energy: 1J with striking surface radius of 10 mm

Number of impacts: one in 3 different places spaced not less than 500 mm apart

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the anvil on the sheath is not considered as mechanical damage.

There shall be no change after test in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer, at room temperature.

4.5.2.2.7 Temperature cycling

a) Family requirements

During the last cycle, there shall be no change in attenuation between the initial room temperature measurement and T_{A1} or T_{B1} . For 1 625 nm applications, performance criteria shall be mutually agreed upon between the customer and supplier.

During the last cycle, the attenuation change from the room temperature measurement and T_{A2} or T_{B2} shall be $< 0,15$ dB/km at 1 550 nm. For 1 625 nm applications, performance criteria shall be mutually agreed upon between the customer and supplier. On completion of the test, there shall be no change in attenuation.

Definition of a cycle: T_{B2} to T_{A2}

Definition of the last cycle: T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} with a final measurement at room temperature.

b) Test conditions

Sample length: finished cable length of at least 1 000 m

High temperature, T_{B2} : +60 °C to +70 °C, depending on customer requirements

High temperature, T_{B1} : +30 °C to +60 °C, depending on customer requirements

Low temperature, T_{A1} : –10 °C to –15 °C, depending on customer requirements

Low temperature, T_{A2} : T_{A1} to –40 or –45 °C, depending on customer requirements

Rate of heating: sufficiently slow that the effect of changing the cooling temperature does not cause temperature shock

t_1 : temperature cycling test dwell time until a stable temperature is reached

Number of cycles: 2, but additional cycles may be required in accordance with particular customer requirements

4.5.2.2.8 Chemical exposure

a) Family requirements

Under consideration

b) Test conditions

Under consideration

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-3-40:2008

4.5.3 Cables for direct installation into the sewer duct

4.5.3.1 Tests applicable

Table 11 – Tests applicable

Characteristics (9)	IEC 60794-3 Clause/subclause (10)	Family requirements (11)	Test methods (12)	Remarks (13)
Tensile performance	9.1	4.5.3.2.1 and according to DS	IEC 60794-1-2, methods E1A and E1B	
Installation capability (selection from the following)	9.2			
- bending under tension	9.2.1	According to DS	IEC 60794-1-2, method E18	
- repeated bending	9.2.2	4.5.3.2.2	IEC 60794-1-2, method E6	
- impact	9.2.3	4 5.3.2.6	IEC 60794-1-2, method E4	
- kink	9.2.4	According to DS	IEC 60794-1-2, method E10	
- torsion	9.2.5	4.5.3.2.3	IEC 60794-1-2, method E7	
Cable bend	9.3	According to DS and 4.5.3.2.4	IEC 60794-1-2, method E11	
Crush	9.4	According to DS and 4.5.3.2.5	IEC 60794-1-2, method E3	
Temperature cycling	9.5	According to DS and 4.5.3.2.7	IEC 60794-1-2, method F1	
Ageing	9.6			
- coating adhesion stability	9.6.1	According to DS	IEC 60794-1-2, method E5	
- finished cable	9.6.2	Under consideration		
Water penetration	9.7	According to DS	IEC 60794-1-2, method F5A, F5B	
Pneumatic resistance (for unfilled cable)	9.8	According to DS (under consideration)	IEC 60794-1-2, method F6	
Induced voltage (for cables with metallic elements)	9.9	Under consideration		
Mould growth	Under consideration	Under consideration	Under consideration	
Chemical exposure (fluid and contaminant)	Under consideration	Under consideration	Under consideration	

4.5.3.2 Details of family requirements and test conditions for sewer cables

The expression of "no change in attenuation" means that any change in measurement value, either positive or negative, within the uncertainty of measurement shall be ignored. The uncertainty of measurement for this standard shall be < 0,05 dB for attenuation.

Tests shall be selected from those given in Table 11 and the following described hereinafter:

4.5.3.2.1 Tensile performance⁵

a) Family requirements

Under long term tensile load (T_L) the fibre strain shall not exceed 20 % of the fibre proof strain and there shall be no change in attenuation during the test. Under installation load (T_M) the fibre strain shall not exceed 60 % of the fibre proof strain and the attenuation change during test shall be measured and recorded. Other criteria may be agreed between the customer and the supplier.

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

There shall be no change after test in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer, at room temperature.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-2, E1A and E1B
Cable length under tension:	not less than 50 m. Taking into account the measurement accuracy and end effects, shorter lengths may be used by agreement between the customer and the supplier
Fibre length:	finished cable length
Tensile load on cable:	long term tensile load (T_L) and installation load (T_M) Other loads may be applied in accordance with particular user conditions
Diameter of test pulleys:	1 m but not less than the minimum loaded bending diameter specified for the cable
T_M :	equivalent to weight of 1 km of sewer cable or 50 N whichever is greater
T_L :	equivalent to weight of 500 m of sewer cable or 25 N whichever is greater (ffs)

4.5.3.2.2 Repeated bending

a) Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath and to the cable elements.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-2, E6
Bending radius:	20 d or 30 mm whichever is greater
Load:	adequate to assure uniform contact with the mandrel
Number of cycles:	25
Duration of cycle:	approximately 2 s

4.5.3.2.3 Torsion

a) Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements.

The variation on attenuation for each fibre shall be less than, or equal to, 0,10 dB at 1 550 nm, or at the operational wavelength when specified by the customer.

There shall be no permanent change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method:	IEC 60794-1-2, E7
---------	-------------------

⁵ Cables for blowing in ducts with thin sheath constructions are not designed for long distance pulling (i.e. 300 m)

Length under test: 2 m

Number of turns: one half turn (through 180°) over the length of 2 m in each direction

Number of cycles: 5

4.5.3.2.4 Bend

a) Family requirements

There shall be no change in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer, at room temperature.

The change in attenuation when tested at -30 °C shall be $\leq 0,1$ dB.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2-E11

Diameter of mandrel: $\leq 40 d$ or 60 mm whichever is greater

Number of turns/helix: 4

Number of cycles: 3

4.5.3.2.5 Crush

a) Family requirements

Immediately after removal of the load, there shall be no increase in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer.

Under visual examination, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements after removing the load. The imprint of the plate or mandrel on the sheath is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-2, E3

Load (plate/plate): 2 500 N

Duration of load: 1 min

4.5.3.2.6 Impact

a) Family requirements

The cable shall be tested in accordance with IEC 60794-1-2, method E4.

b) Test conditions

Striking surface radius: 10 mm

Impact energy: 10 J with striking surface radius of 10 mm

Number of impacts: one in 3 different places spaced not less than 500 mm apart

Under visual examination without magnification, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements. The imprint of the anvil on the sheath is not considered as mechanical damage.

There shall be no change after test in attenuation when measured in the 1 550 nm region or at the operational wavelength when specified by the customer, at room temperature.

4.5.3.2.7 Temperature cycling

a) Family requirements

During the last cycle, there shall be no change in attenuation between the initial room temperature measurement and T_{A1} or T_{B1} . For 1 625 nm applications, performance criteria shall be mutually agreed upon between the customer and supplier.

During the last cycle, the attenuation change from the room temperature measurement and T_{A2} or T_{B2} shall be $< 0,15$ dB/km at 1 550 nm. For 1 625 nm applications,

performance criteria shall be mutually agreed upon between the customer and supplier. On completion of the test, there shall be no change in attenuation.

Definition of a cycle: T_{B2} to T_{A2}

Definition of the last cycle: T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} with a final measurement at room temperature.

b) Test conditions

Sample length: finished cable length of at least 1 000 m

High temperature, T_{B2} : +60 °C to +70 °C, depending on customer requirements

High temperature, T_{B1} : +30 °C to +60 °C, depending on customer requirements

Low temperature, T_{A1} : –10 °C to –15 °C, depending on customer requirements

Low temperature, T_{A2} : T_{A1} to –40 or –45 °C, depending on customer requirements

Rate of heating: sufficiently slow that the effect of changing the cooling temperature does not cause temperature shock

t_1 : temperature cycling test dwell time until a stable temperature is reached

Number of cycles: 2, but additional cycles may be required in accordance with particular customer requirements

4.5.3.2.8 Chemical exposure

a) Family requirements

Fluids and gas for which the cable shall be tested will be agreed between the customer and the supplier, preferably taken from IEC 62362/TR

At the conclusion of the recovery period, the cables shall meet the requirements of the relevant detail or sectional specification for the following properties, unless otherwise specified:

- visual inspection of all construction elements;
- tensile strength and elongation at break of sheath;
- no change in attenuation.

b) Test method

IEC 62362/TR, 4.3.4 and 4.3.5

Annex A (informative)

Blank detail specification

A.1 Sewer cables description

A.1.1 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)

Such a sewer cable has to be blown or pulled into the conduits described in 4.1.2.

Table A.1 – Sewer optical fibre cable description – Within conduits

(1)	Prepared by		(2) Document No.: Issue: Date:
(3)	Available from	(4)	Generic specifications: IEC 60794-1-1 and IEC 60794-1-2 Sectional specification: IEC 60794-3
(5) Additional references:			
Construction - tube - unfilled - tube - filled Inner sheath Outer sheath Additional armouring - non-metallic armouring - metallic armouring Additional outer sheath Marking identification - customer requirement - identification of supplier			Additional remarks
(8) Application information:			
Maximum outer diameter (d) Rated maximum tensile load Minimum bending radius for no-load bending Minimum bending radius for rated-load bending Temperature range: - transport and storage - installation - operation Delivery length - typical - nominal/tolerances			mm N mm or $n \times d$ mm or $n \times d$ °C °C °C m -0 + 1%

A.1.2 Cables for direct installation into the sewer duct

Such cables are directly screwed on the sewer wall by means of proper “hooks” using a special designed robot, or spanned – similar to aerial cables – by means of anchors between two man-holes limiting sag and interference with lateral tubes, or laid and fixed on the ground of the sewer mainly by gravity and a certain number of anchor devices.

Table A.2 – Sewer optical fibre description – Direct installation

(1) Prepared by		(2) Document No.: Issue: Date:
(3) Available from	(4) Generic specifications: Sectional specification:	IEC 60794-1-1 and IEC 60794-1-2 IEC 60794-3
(5) Additional references:		
Construction - tube - unfilled - tube - filled Inner sheath Outer sheath Additional armouring - non-metallic armouring - metallic armouring Additional outer sheath Marking identification - customer requirement - identification of supplier		Additional remarks
(8) Application information:		
Maximum outer diameter (d) Rated maximum tensile load Minimum bending radius for no-load bending Minimum bending radius for rated-load bending Temperature range: - transport and storage - installation - operation Delivery length - typical - nominal/tolerances		mm N mm or $n \times d$ mm or $n \times d$ °C °C °C m -0 + 1%

A.1.3 Conduit description

Such conduit is directly attached on the sewer wall by means of proper fittings. In the case of use of stainless-steel-conduits, the conduit is fixed by clamps to spring loaded stainless-steel rings installed into the cleaned and inspected sewer tube, distanced about 1,5 m, using a special installation robot.

Table A.3 – Conduit description

(1)	Prepared by		(2) Document No.: Issue: Date:
(3)	Available from	(4)	Generic specifications: IEC 60794-1-1 and IEC 60794-1-2 Sectional specification: IEC 60794-3 (all as applicable to conduits)
(5) Additional references:			
Construction		IEC 60794-3-40:2008	
- corrugated conduit (metallic) - non-corrugated conduit			
Additional armouring			
- metallic - non-metallic			
Additional outer sheath			
Marking identification			
- customer requirement - identification of the supplier			
(8) Application information:			
Maximum outer diameter (<i>d</i>)		mm	
Rated maximum tensile load		N	
Minimum bending radius for no-load bending		mm	
Minimum bending radius for rated-load bending		mm	
Temperature range:		°C	
- transport and storage		°C	
- installation		°C	
- operation			
Delivery tube length			
- typical		m	
- nominal/tolerances		-0 + 1 %	

Annex B (informative)

OF cables for non-man accessible sewers

Table B.1 – Characteristics for optical fibre cables within non-man accessible sewers

Cable characteristics versus cable installation methods	Screwed on the sewer wall	Installed within conduits previously fixed to the sewer wall	Spanning between manholes (type “aerial” cables)	Laying on the ground of the sewer
International specification No.	IEC 60794-3-10	IEC 60794-3-10	IEC 60794-3-20 as applicable IEC 60794-4 as applicable	IEC 60794-3-20 as applicable IEC 60794-4 as applicable
Dimensions maximum outer diameter ^a	< yy mm	< yy mm (conduit)	< yy mm	< yy mm
Additional requirements besides the International specification				
Preferential environmental protection	Metallic corrugated steel / SPL / APL / Al sheath	Metallic (conduit) corrugated (stainless) steel / SPL sheath	Metallic (stainless) steel / tube(s) / SPL / APL / Al sheath	Metallic corrugated steel / SPL / APL / Al sheath
Need for chemicals resistance	YES	YES	YES	YES
Rodent protection	YES	No	YES	YES
^a Cable/conduit maximum outer diameter should be agreed case by case between the cable supplier and the customer (sewer owner, etc.).				

Annex C (informative)

Examples of conduits and sewer cables

C.1 Cables for installation within conduits

C.1.1 Dielectric sewer cables

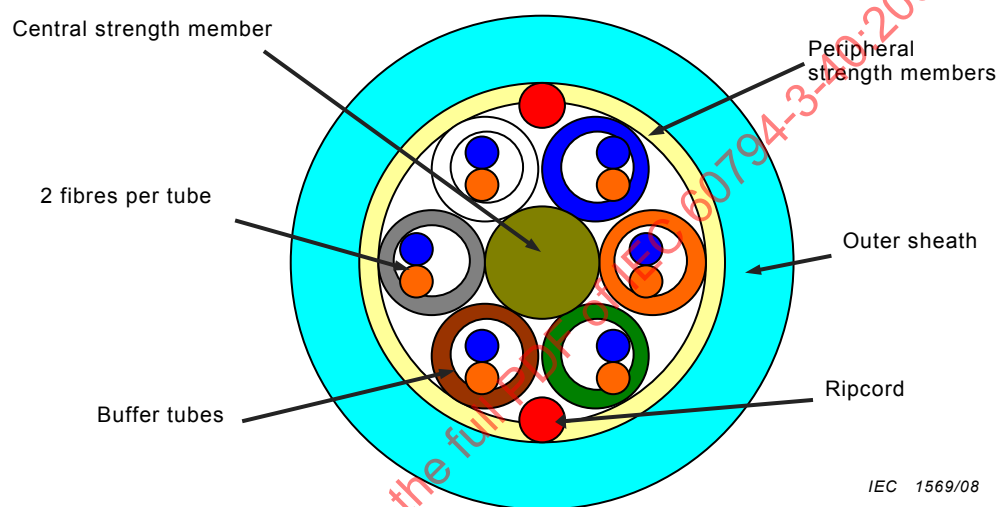


Figure C.1 – Dielectric optical fibre sewer cable

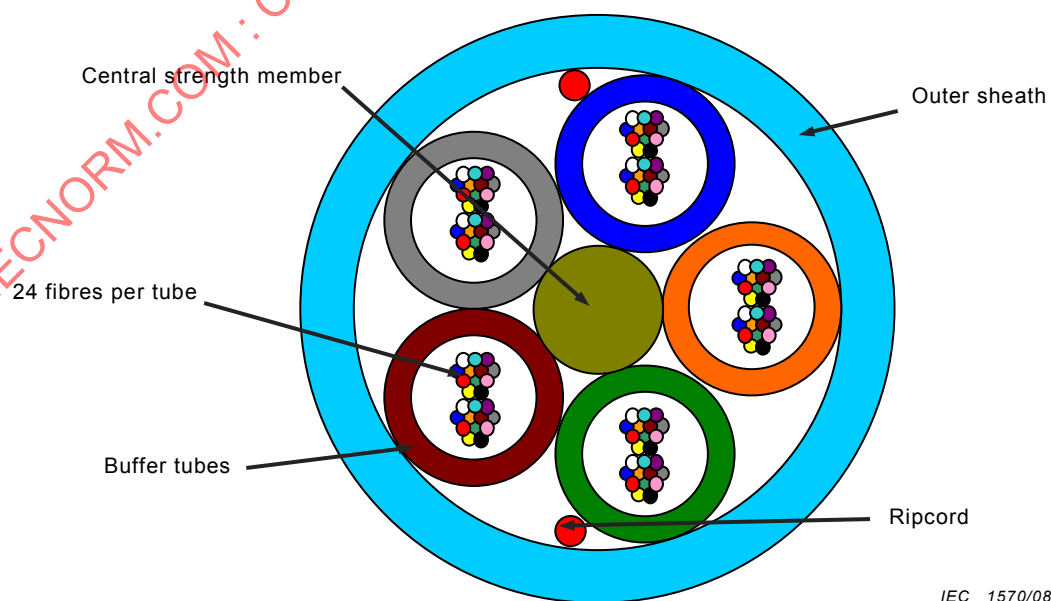


Figure C.2 – Dielectric optical fibre sewer cable

C.1.2 Sewer cable installed within a conduit

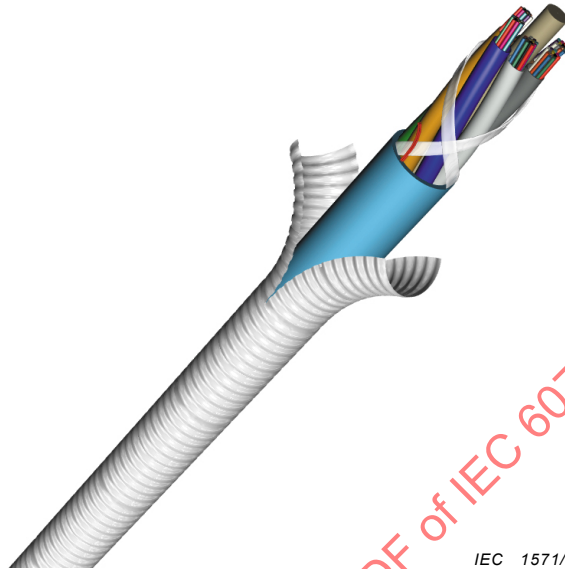


Figure C.3 – Optical fibre sewer cable within a conduit

C.2 Cables for direct installation into the sewer duct

C.2.1 Cables to be screwed to the sewer inner wall

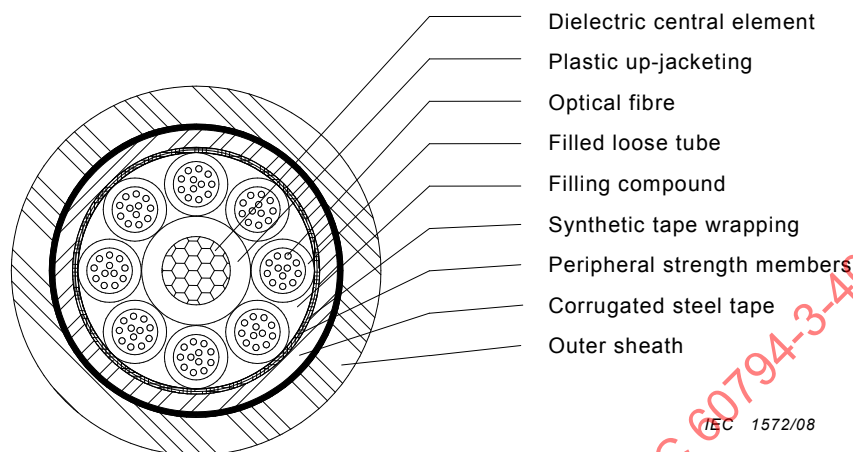


Figure C.4 – Optical fibre sewer cable for direct installation – peripheral strength members

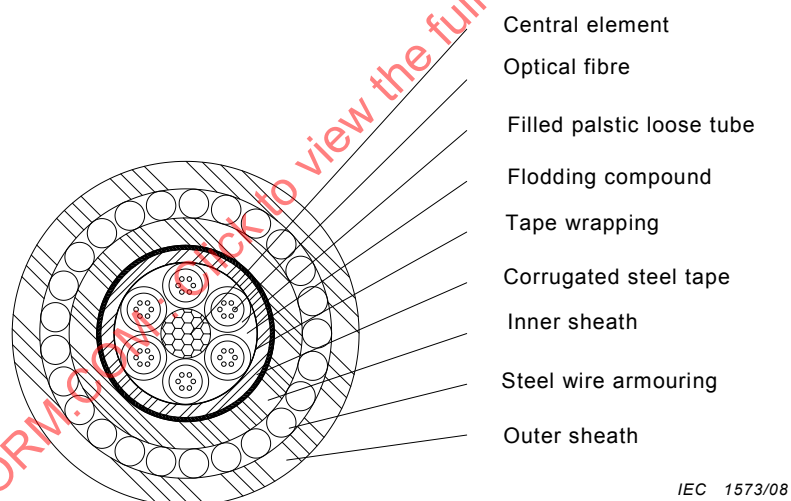


Figure C.5 – Optical fibre sewer cable for direct installation – steel wire armouring

C.2.2 Cables for spanning between manholes, similarly to aerial cables

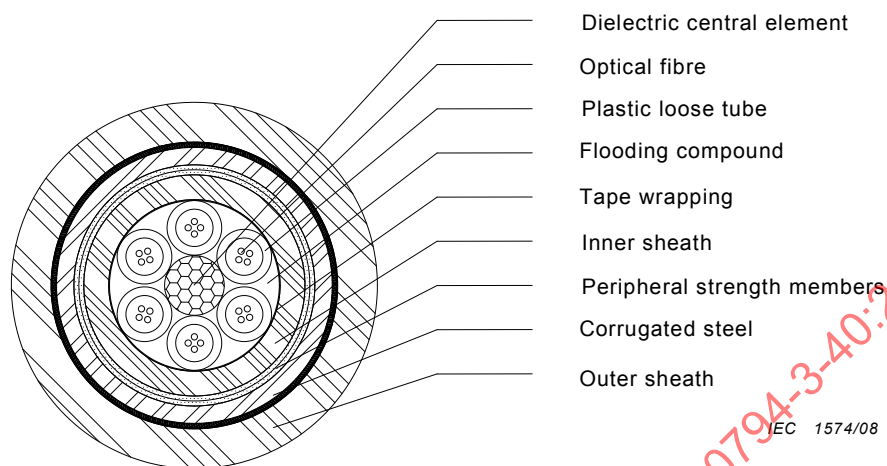


Figure C.6 – Optical fibre sewer cable for spanning – peripheral strength members

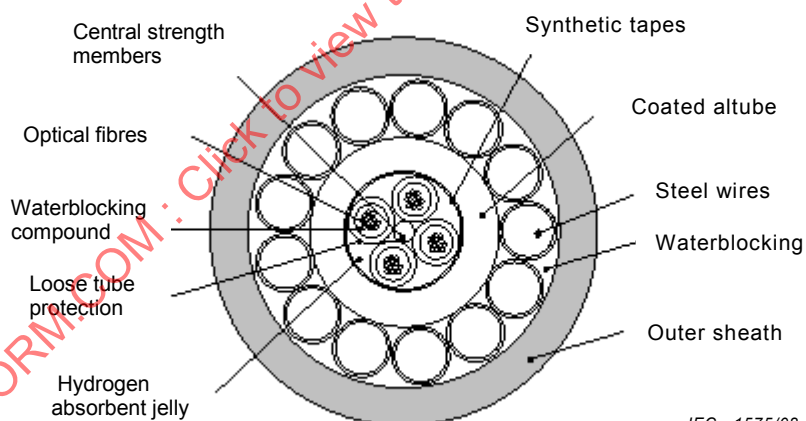


Figure C.7 – Optical fibre sewer cable for spanning – steel wire armouring

C.2.3 Cables for laying on the ground of the sewer

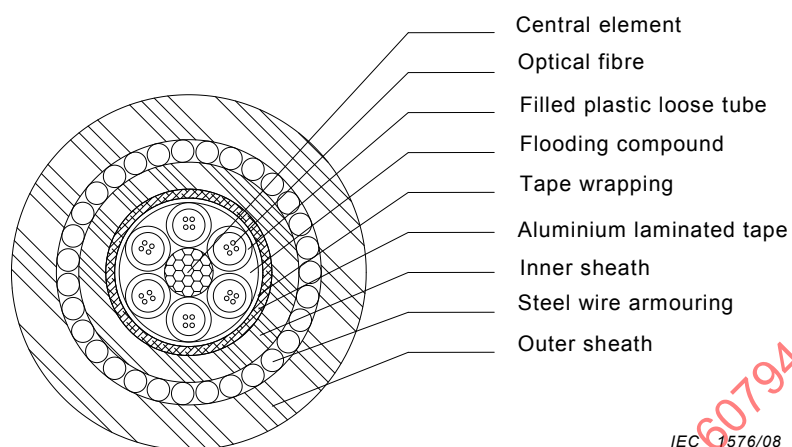


Figure C.8 – Optical fibre sewer cable for laying – aluminium tape

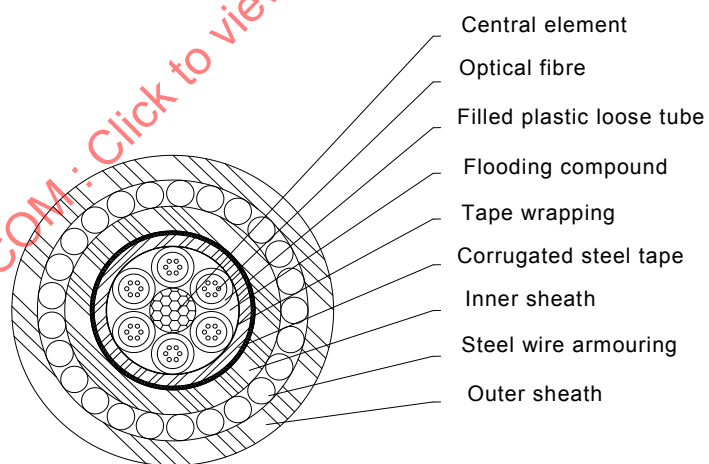


Figure C.9 – Optical fibre sewer cable for laying – corrugated steel

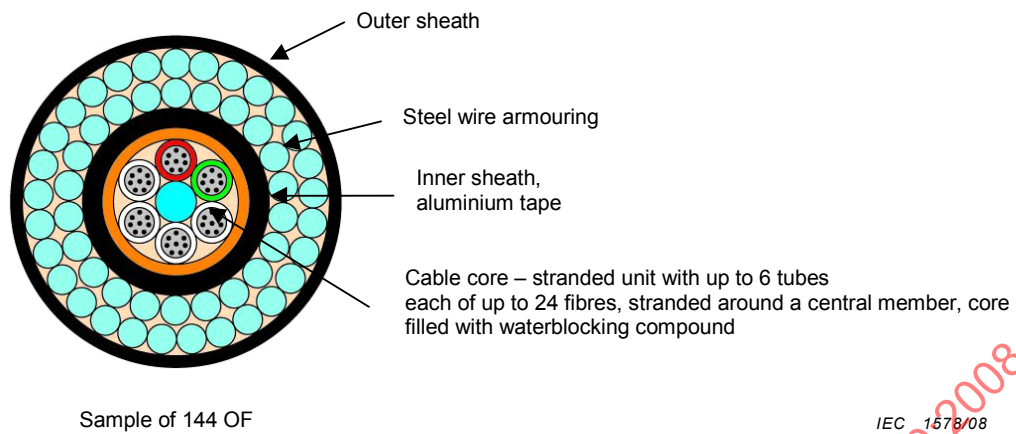


Figure C.10 – Optical fibre sewer cable for laying – 2-layer-steel wire armouring

Annex D (informative)

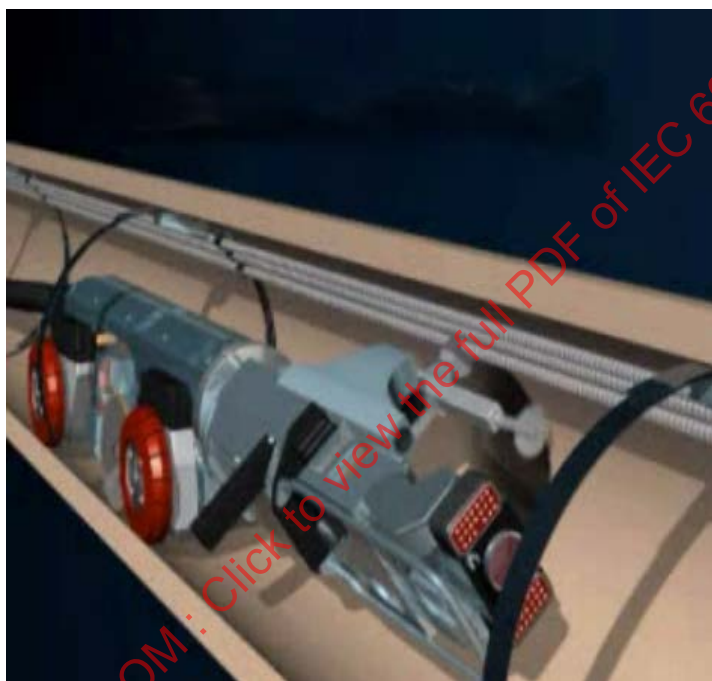
Examples of installation schemes

D.1 Installation within conduits

Conduits are fixed, for example by clamps to spring loaded stainless-steel rings installed into the sewer tube using a special designed robot.

Sewer cables will be blown or pulled later within such conduits.

D.1.1 Conduit robotized installation



IEC 1579/08

Figure D.1 – Conduit robotized installation

D.1.2 Spring loaded stainless-steel ring

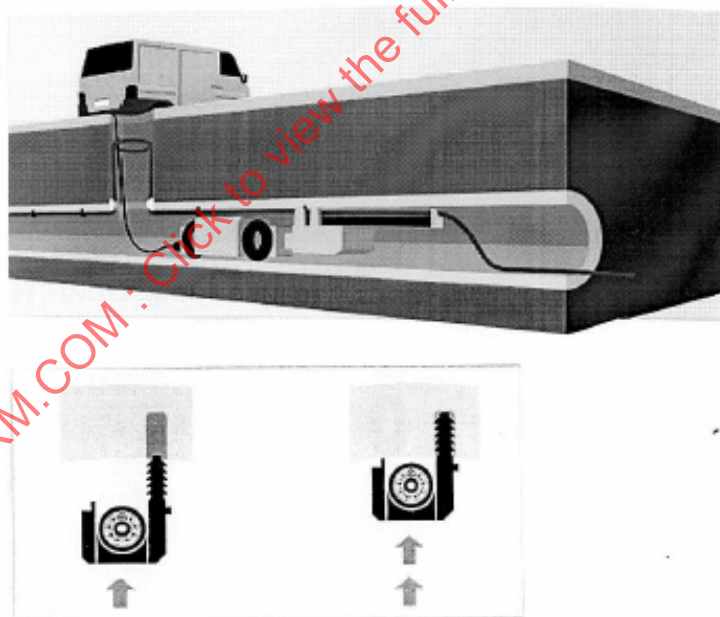


IEC 1580/08

Figure D.2 – Spring loaded stainless-steel ring – conduit fastening

D.2 Installation directly into the sewer

D.2.1 Cable screwed to the inner sewer wall by means of an installation robot



IEC 1581/08

Figure D.3 – Schematic drawing robotized installation – Drilling

D.2.2 Cable spanned between manholes, similarly to aerial cables

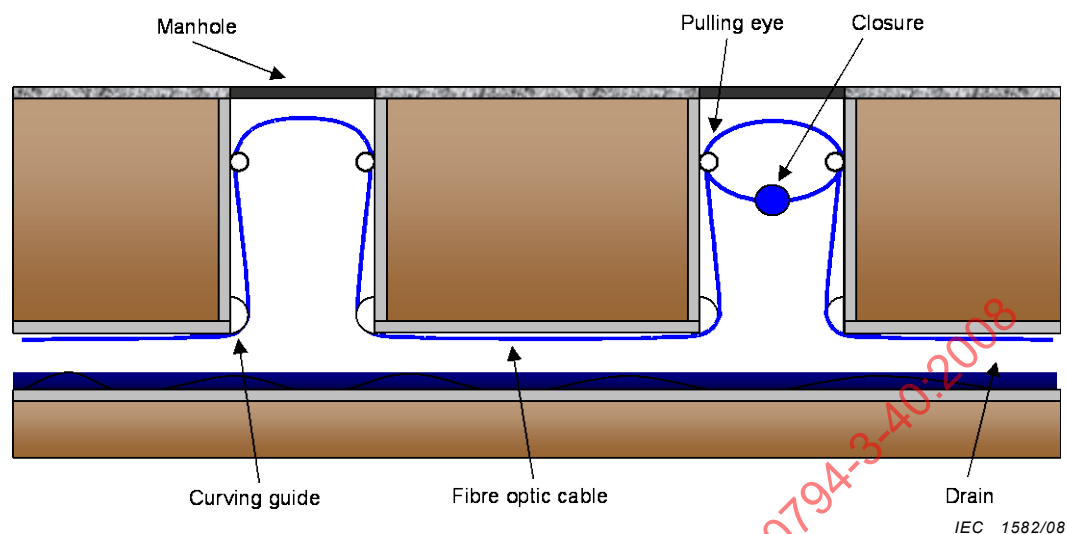


Figure D.4 – Schematic drawing – Spanning of optical fibre cables within sewers

D.2.3 Cable laid on the ground of the sewer

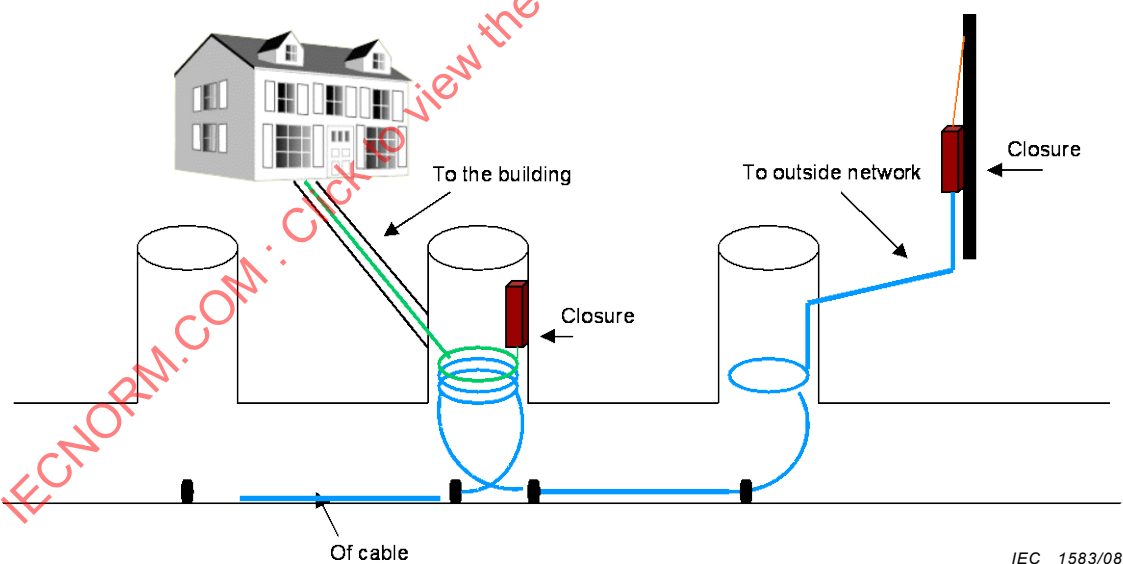


Figure D.5 – Schematic drawing – laying on the ground of optical fibre cables within sewers

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	40
1 Domaine d'application	42
2 Références normatives	42
3 Symboles	43
4 Spécification de famille pour les câbles en égouts et les conduites installés par soufflage et/ou tirage dans les égouts (spécification particulière cadre et exigences minimales)	44
4.1 Construction	44
4.1.1 Généralités	44
4.1.2 Conduites	44
4.1.3 Câbles en égouts	44
4.1.4 Protection contre les rongeurs	45
4.2 Fibres optiques	45
4.2.1 Fibres optiques unimodales à dispersion non décalée (B1.1)	45
4.2.2 Fibres optiques uni-modales à dispersion décalée (B2)	46
4.2.3 Fibres optiques unimodales à dispersion non nulle (B4)	46
4.2.4 Fibre optique uni-modale (B6)	47
4.2.5 Fibres multimodales	47
4.3 Constructions des câbles en égouts	48
4.3.1 Câble pour installation dans les conduites (fixées au préalable à la paroi de l'égout)	48
4.3.2 Câble pour installation directe dans la canalisation d'égout	49
4.3.3 Construction de la conduite	50
4.4 Installation et conditions de fonctionnement	50
4.4.1 Essais applicables aux câbles/éléments du câble	50
4.4.2 Conditions d'installation	51
4.5 Essais mécaniques et environnementaux	51
4.5.1 Conduits	51
4.5.2 Câble pour installation dans les conduites (fixé au préalable à la paroi de l'égout)	54
4.5.3 Câbles pour installation directe dans la canalisation d'égout	58
Annexe A (informative) Spécification particulière cadre	62
Annexe B (informative) Câbles à fibres optiques pour les égouts non-accessibles par l'homme	65
Annexe C (informative) Exemples de conduites et de câbles en égouts	66
Annexe D (informative) Exemples d'installations	72
Figure C.1 – Câble à fibres optiques en égouts diélectrique	66
Figure C.2 – Câble à fibres optiques en égouts diélectrique	66
Figure C.3 – Câble en égouts à fibres optiques dans une conduite	67
Figure C.4 – Câble à fibres optiques en égouts pour installation directe – membrures de renfort périphérique	68
Figure C.5 – Câble en égouts à fibres optiques pour installation directe – armure en fil d'acier	68
Figure C.6 – Câble en égouts à fibres optiques destinés à être tendus – membrures de renfort périphériques	69

Figure C.7 – Câble en égouts à fibres optiques destinés à être tendus – armure en fil d'acier	69
Figure C.8 – Câble en égouts à fibres optiques pour pose – bande d'aluminium	70
Figure C.9 – Optical fibre sewer câble for laying – corrugated steel	70
Figure C.10 – Câble en égouts à fibres optiques pour pose au sol – Armure en double couche de fil d'acier	71
Figure D.1 – Installation robotisée de la conduite	72
Figure D.2 – Anneau d'acier inoxydable à ressort – Fixation à la conduite	73
Figure D.3 – Vue schématique du robot d'installation – Perçage	73
Figure D.4 – Vue schématique – Montage des câbles à fibres optiques tendus dans les égouts	74
Figure D.5 – Vue schématique – Pose au sol des câbles à fibres optiques dans les égouts	74
Tableau 1 – Fibres optiques unimodales à dispersion non décalée (B1.1)	45
Tableau 2 – Fibres optiques uni-modales à dispersion décalée (B2)	46
Tableau 3 – Fibres optiques unimodales à dispersion non nulle (B4)	46
Tableau 4 – Fibre optique uni-modale	47
Tableau 5 – Caractéristiques – Câble pour installation dans les conduites (fixées au préalable à la paroi de l'égout)	48
Tableau 6 – Caractéristiques – Câble pour installation directe dans la canalisation d'égout	49
Tableau 7 – Caractéristiques – Construction de la conduite	50
Tableau 8 – Essais applicables aux câbles/éléments du câble	50
Tableau 9 – Conduites – Essais applicables	51
Tableau 10 – Câble à fibres optiques – Essais applicables	54
Tableau 11 – Essais applicables	58
Tableau A.1 – Description des câbles à fibres optiques pour les égouts – Dans des conduits	62
Tableau A.2 – Description des fibres optiques en égouts – Installation directe	63
Tableau A.3 – Description de la conduite	64
Tableau B.1 – Caractéristiques des câbles à fibres optiques dans les égouts non-accessibles par l'homme	65

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 3-40: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles en égouts et les conduites installés par soufflage et/ou tirage dans les évacuations d'eaux sanitaires et pluviales non accessibles par l'homme

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme Internationale IEC 60794-3-40 Ed.1 a été préparée par le sous-comité 86A. Fibres et câbles, du comité technique 86 de la CEI: Fibres optiques.

La présente norme doit être utilisée conjointement à la CEI 60794-1-1, la CEI 60794-1-2 et la CEI 60794-3.

La présente version bilingue correspond à la version anglaise monolingue, publiée en 2008-10.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 86A/1228/FDIS et 86A/1241/RVD.

Le rapport de vote 86A/1241/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Cette publication a été rédigée conformément aux spécifications des Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série de normes CEI 60794, publiée sous le titre général *Câbles à fibres optiques*, est disponible sur le site internet de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous « <http://webstore.iec.ch> » dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

Partie 3-40: Câbles extérieurs –

Spécification de famille pour les câbles en égouts et les conduites installés par soufflage et/ou tirage dans les évacuations d'eaux sanitaires et pluviales non accessibles par l'homme

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60794 est une spécification de famille qui s'applique aux câbles en égouts et aux conduites, installés par soufflage et/ou tirage dans les évacuations d'eaux pluviales et sanitaires non accessibles par l'homme, elle s'applique également aux égouts et aux conduits secondaires accessibles par l'homme. Les systèmes intégrant des éléments couverts par la présente norme sont soumis aux exigences de la spécification intermédiaire CEI 60794-3.

Les constructions des câbles en égouts et des conduites doivent satisfaire aux différentes exigences d'ordre chimique, environnemental, fonctionnel, et aux conditions générales en matière de nettoyage et de maintenance qui incombent aux entreprises et/ou aux organismes de maintenance des égouts.

Les applications préférentielles, qui décrivent les caractéristiques des câbles en égouts en fonction des méthodes d'installation sont rapportées dans l'Annexe A et l'Annexe B pour les égouts non-accessibles par l'homme.

L'Article 4 décrit une spécification particulière cadre pour les câbles en égouts et les conduites en vue de leur installation par soufflage et/ou tirage dans des égouts d'eaux pluviales et sanitaires. Il donne certaines exigences minimales.

Les spécifications particulières peuvent être préparées sur la base de cette spécification de famille.

Les paramètres spécifiés dans la présente norme peuvent être affectés par l'incertitude de mesure provenant soit d'erreurs de mesure, soit d'erreurs d'étalonnage en raison du manque d'étalons appropriés. Il convient d'interpréter les critères d'acceptation en conséquence.

Le nombre de fibres soumises à l'essai est représentatif du câble en égouts et il convient qu'il fasse l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

2 Références normatives

Les documents énumérés ci-après sont indispensables pour l'application de la présente norme. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

CEI 60304:1982, *Couleurs de référence de l'enveloppe isolante pour câbles et fils pour basses fréquences*

CEI 60793-1-20, *Fibres optiques – Partie 1-20: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Géométrie de la fibre*

CEI 60793-1-40, *Fibres optiques – Partie 1-40: Méthodes de mesure et procédures d'essai – Affaiblissement*

CEI 60793-1-44, *Optical fibres – Part 1-44: Measurement methods and test procedures – Cut-off wavelength* (disponible uniquement en anglais)

CEI 60793-2, *Fibres optiques – Partie 2: Spécifications de produits – Généralités*

CEI 60793-2-50, *Fibres optiques – Partie 2-50: Spécifications de produits – Spécification intermédiaire pour les fibres unimodales de classe B*

CEI 60794-1-1, *Optical fibre cables – Part 1-1: Generic specification – General* (disponible uniquement en anglais)

CEI 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures de base applicables aux essais des câbles optiques*

CEI 60794-3, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Spécification intermédiaire – Câbles extérieurs*

CEI 60794-3-10, *Optical fibre cables – Part 3-10: Outdoor cables – Family specification for duct and directly buried optical telecommunication cables* (disponible uniquement en anglais)

CEI 60811-1-1:1993, *Méthodes d'essais communes pour les matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et des câbles optiques – Partie 1-1: Méthodes d'application générale – Mesure des épaisseurs et des dimensions extérieures – Détermination des propriétés mécaniques*

CEI 60811-5-1:1990, *Matériaux d'isolation et de gainage des câbles électriques et des câbles optiques – Méthodes d'essais communes – Part 5-1: Méthodes spécifiques pour les matières de remplissage – Point de goutte – Séparation d'huile – Fragilité à basse température – Indice d'acide total – Absence de composants corrosifs – Permittivité à 23 °C – Résistivité en courant continu à 23 °C et 100 °C*

3 Symboles

Pour les besoins du présent document, les symboles suivants s'appliquent:

APL	Aluminium/polyéthylène laminé
SPL	Acier/polyéthylène laminé
λ_{cc}	longueur d'onde de coupure de la fibre câblée
d	diamètre extérieur nominal du câble en égouts
d_c	diamètre extérieur nominal de la conduite
DS	spécification particulière
$n \times d$	valeur multipliée par le diamètre extérieur du câble utilisée pour les pliages, les mandrins, etc.
T_o	seuil de la charge de traction sous lequel il convient qu'aucun affaiblissement et/ou augmentation de la déformation de la fibre ne se produise à l'essai de résistance à la traction
T_M	valeur acceptable de contrainte transitoire qui peut être appliquée au câble sans dégradation permanente des caractéristiques des fibres au cours de l'essai de résistance à la traction
T_{A1}	limite inférieure de la température du cycle d'essai selon la CEI 60794-1-2 Méthode F1

T_{A2}	limite inférieure de la température du cycle d'essai selon la CEI 60794-1-2 Méthode F1
T_{B1}	limite supérieure de la température du cycle d'essai selon la CEI 60794-1-2 Méthode F1
T_{B2}	limite supérieure de la température du cycle d'essai selon la CEI 60794-1-2 Méthode F1
t_1	durée des paliers du cycle de température

4 Spécification de famille pour les câbles en égouts et les conduites installés par soufflage et/ou tirage dans les égouts (spécification particulière cadre et exigences minimales)

4.1 Construction

4.1.1 Généralités

Outre les exigences de construction de la spécification intermédiaire CEI 60794-3, les considérations suivantes s'appliquent aux câbles en égouts et/ou aux conduites.

Les câbles en égouts et/ou les conduites doivent être conçus et fabriqués pour une durée de fonctionnement prévue d'au moins 15 ans. Il doit être possible d'installer ou de retirer le câble dans ou hors de l'égout tout au long de la durée de vie. Après enlèvement du câble ou du conduit, aucun reste susceptible de ralentir l'évacuation des débris des eaux usées ou le débit laminaire ne doit subsister. Les matériaux dans le câble en égouts et/ou les accessoires, y compris les éléments de fixation et les conduites, ne doivent présenter de risque pour la santé lorsqu'ils sont employés pour l'utilisation prévue.

4.1.2 Conduites

En pratique, les conduites avec des diamètres nominaux extérieurs de xx mm à yy mm doivent être capables de résister aux différences de pression nécessitées pour l'installation par soufflage. Elles doivent être circulaires et, si nécessaire, cannelées dans la section transversale sur toute la longueur. Le matériau doit résister à toutes les attaques chimiques du liquide de l'égout lui-même, comme par exemple l'acier inoxydable de type 1.4401 (X5CrNiMo17-12-2), 1.4571 (X6CrNiMoTi17-12-2), AISI 316L). Le diamètre intérieur et extérieur et l'épaisseur minimum générale de la paroi doivent être spécifiés.

4.1.3 Câbles en égouts

Il convient qu'un câble en égouts conforme à la présente spécification soit adapté à l'installation dans les égouts d'eaux pluviales et sanitaires non accessibles par l'homme avec les méthodes d'installation suivantes, applicable également aux égouts non accessibles par l'homme et aux systèmes d'égout secondaires:

- soufflage et/ou tirage dans une conduite, fixée au préalable aux parois de l'égout ou, pour les égouts secondaires, placés entre l'égout secondaire et le système de canalisation principal.
- installation directe dans la conduite d'égout, selon les applications suivantes:
 - perçage et vissage à la paroi intérieure;
 - tendu entre les trous de visite, etc., de la même manière que des câbles aériens,
 - pose sur le sol de l'égout.

L'affaiblissement du câble installé aux longueurs d'onde de fonctionnement ne doit pas excéder les valeurs convenues entre le client et le fournisseur.

Il ne doit pas y avoir d'épissure de fibre sur la longueur livrée, sauf accord contraire entre le client et le fournisseur.

Il doit être possible d'identifier chaque fibre particulière sur toute la longueur du câble en égouts.

4.1.4 Protection contre les rongeurs

La protection contre les rongeurs est généralement nécessaire mais il n'y a pour l'instant aucun essai normalisé pour mesurer le niveau de protection contre les rongeurs. La protection contre les rongeurs peut être fournie par le câble ou la conduite.

Les essais et les exigences sont à l'étude.

4.2 Fibres optiques

4.2.1 Fibres optiques unimodales à dispersion non décalée (B1.1)

Tableau 1 – Fibres optiques unimodales à dispersion non décalée (B1.1)

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Fibre optique non câblée	5	CEI 60793-2-50		
Affaiblissement linéique (fibres câblées)	5.2.1	Selon DS	CEI 60793-1-40 méthode A, B ou C	
à 1 310 nm à 1 550 nm et à 1 625 nm ¹ .		$\leq 0,40$ dB/km $\leq 0,35$ dB/km $\leq 0,40$ dB/km		
Discontinuités d'affaiblissement à 1 310 et 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB	CEI 60793-1-40, méthode C	
Longueur d'onde de coupure de la fibre câblée	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda$ fonctionnel	IEC 60793-1-44, méthode B	
Coloration de la fibre	5.4	CEI 60304	Contrôle visuel	
Diamètre extérieur, avec sa coloration	8.2.1.1	CEI 60793-2	CEI 60793-1-20, méthode D	

¹ Les mesures à 1 625 nm sont facultatives

4.2.2 Fibres optiques uni-modales à dispersion décalée (B2)

Tableau 2 – Fibres optiques uni-modales à dispersion décalée (B2)

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Fibre optique non câblée	5.1	CEI 60793-2		
Affaiblissement linéique (fibres câblées)	5.2.1	Selon DS	CEI 60793-1-40, méthode A, B ou C	
à 1 550 nm	5.2.1	$\leq 0,35$ dB/km		
Discontinuités d'affaiblissement à 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB/km	CEI 60793-1-40, méthode C	
Longueur d'onde de coupure de la fibre câblée	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda$ fonctionnel	CEI 60793-1-44, méthode B	
Coloration de la fibre	5.4	CEI 60304	Contrôle visuel	
Diamètre extérieur, avec sa coloration	8.2.1.1	CEI 60793-2	CEI 60793-1-20, méthode D	

4.2.3 Fibres optiques unimodales à dispersion non nulle (B4)

Tableau 3 – Fibres optiques unimodales à dispersion non nulle (B4)

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Fibre optique non câblée	5.1	CEI 60793-2		
Affaiblissement linéique (fibres câblées)	5.2.1	Selon DS	CEI 60793-1-40, méthode A, B ou C	
à 1 550 nm	5.2.1	$\leq 0,35$ dB/km		
à 1 625 ² nm	5.2.1	$\leq 0,40$ dB/km		
Discontinuités d'affaiblissement à 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB/km	CEI 60793-1-40, méthode C	
Longueur d'onde de coupure de la fibre câblée	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda$ opérationnel	CEI 60793-1-44, méthode B	
Coloration de la fibre	5.4	CEI 60304	Contrôle visuel	
Diamètre extérieur, avec sa coloration	8.2.1.1	CEI 60793-2	CEI 60793-1-20, méthode D	

² Les mesures à 1 625 nm sont facultatives

4.2.4 Fibre optique uni-modale (B6)

Tableau 4 – Fibre optique uni-modale

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Fibre optique non câblée	5.1	CEI 60793-2		
Affaiblissement linéique (fibres câblées)	5.2.1	Selon DS	CEI 60793-1-40, méthode A, B ou C	
à 1 550 nm	5.2.1	$\leq 0,30$ dB/km		
à 1 625 ³ nm	5.2.1	$\leq 0,40$ dB/km		
Discontinuités d'affaiblissement à 1 550 nm	5.2.2	$\leq 0,10$ dB/km	CEI 60793-1-40, méthode C	
Longueur d'onde de coupure de la fibre câblée	5.3	$\lambda_{cc} < \lambda$ opérationnel	CEI 60793-1-44, méthode B	
Coloration de la fibre	5.4	CEI 60304	Contrôle visuel	
Diamètre extérieur, avec sa coloration	8.2.1.1	CEI 60793-2	CEI 60793-1-20, méthode D	

4.2.5 Fibres multimodales

A l'étude.

³ Les mesures à 1 625 nm sont facultatives

4.3 Constructions des câbles en égouts

4.3.1 Câble pour installation dans les conduites (fixées au préalable à la paroi de l'égout)

Tableau 5 – Caractéristiques – Câble pour installation dans les conduites (fixées au préalable à la paroi de l'égout)

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Assemblage	7.2	Selon DS	Contrôle visuel	
Ame du câble en égouts	7.3	Selon DS		
Mélange de remplissage (le cas échéant)		Selon DS	Soit la CEI 60794-1-2, méthodé E14 ou CEI 60811-5-1, Article 4 CEI 60811-5-1, Article 5 CEI 60811-5-1, Article 8	
Mélange de blocage sec	7.3	Selon DS	A l'étude	
Membrure de renfort	7.4	Selon DS	Contrôle visuel	
- centrale				
- périphérique				
Barrière contre l'humidité	7.5	Selon DS		
Rubans métalliques (le cas échéant):				
Gaine extérieure du câble	7.6			
Matériau				
Epaisseur minimale de la gaine		Selon DS	CEI 60811-1-1	
Diamètre extérieur du câble		Selon DS	CEI 60811-1-1	
Protection facultative		Selon DS		
Marquage de la gaine	7.7			
Configuration /Dimensions		Selon DS	Contrôle visuel	
résistance à l'abrasion;		Selon DS	CEI 60794-1-2, méthode E2B	Méthode 1 Diamètre de l'aiguille en acier $d = 1,0 \text{ mm}$ charge: 4 N Méthode 2: Tampon de feutre constitué soit 1) de feutre de laine imbibée d'eau, soit 2) de feutre contenant de la rayonne avec laine $\leq 30 \%$ Poids: > 450 g
Abrasion de la gaine	9.2.8	Selon DS	Selon CEI 60794-1-2 Méthode E2A	
Longueur du câble en égouts			A l'étude	

4.3.2 Câble pour installation directe dans la canalisation d'égout

Tableau 6 – Caractéristiques – Câble pour installation directe dans la canalisation d'égout

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Assemblage	7.2	Selon DS	Contrôle visuel	
Ame du câble en égouts	7.3	Selon DS		
Mélange de remplissage (si utilisé)		Selon DS	Soit la CEI 60794-1-2, méthode E14 ou IEC 60811-5-1, Paragraphe 4 IEC 60811-5-1, Paragraphe 5 IEC 60811-5-1, Paragraphe 8	
Mélange de blocage sec	7.3	Selon DS	A l'étude	
Membrane de renfort	7.4	Selon DS	Contrôle visuel	
- central				
- périphérique				
Barrière contre l'humidité	7.5	Selon DS		
Rubans métalliques				
Gaine extérieure du câble	7.6			
Matériau				
Epaisseur minimale de la gaine		Selon DS	CEI 60811-1-1	
Diamètre extérieur du câble		Selon DS	CEI 60811-1-1	
Protection facultative		Selon DS		
Marquage de la gaine	7.7			
Configuration, Dimensions		Selon DS	Contrôle visuel	
Résistance à l'abrasion;		Selon DS	CEI 60794-1-2 Méthode E2B	Méthode 1 Diamètre de l'aiguille en acier $d = 1,0$ mm charge: 4 N Méthode 2 avec: Tampon de feutre constitué soit 1) de feutre de laine imbibé d'eau, soit 2) de feutre contenant de la rayonne avec laine < 30 % Poids: > 450 g
Abrasion de la gaine	9.2.8	Selon DS	CEI 60794-1-2 Méthode E2A	
Longueur du câble			A l'étude	

4.3.3 Construction de la conduite

Tableau 7 – Caractéristiques – Construction de la conduite

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Matériaux				
Diamètre intérieur du conduit		Selon DS	CEI 60811-1-1	
Diamètre extérieur du conduit		Selon DS	CEI 60811-1-1	
Conduit (métallique) cannelée - épaisseur du ruban métallique - profondeur du cannelage - pas Conduit non cannelé Tube interne (le cas échéant): - épaisseur de la paroi du tube Barrière contre l'humidité (le cas échéant): - Rubans métalliques gaine extérieure supplémentaire (le cas échéant): - épaisseur	A l'étude	A l'étude	A l'étude	A l'étude
Longueur de la conduite			A l'étude	

4.4 Installation et conditions de fonctionnement

4.4.1 Essais applicables aux câbles/éléments du câble

Tableau 8 – Essais applicables aux câbles/éléments du câble

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Exigences générales Essais applicables aux tubes lâches	8.1	Accord entre le client et le fabricant		
Essai de pliage	8.2.1.2	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode G1	
Vrillage du tube	8.2.2.1	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode G7	
Essais applicables aux rubans				
- dimensions	8.2.3.1	CEI 60794-3, Tableau 1	CEI 60794-3, 8.2.3.1	
- séparabilité des fibres individuelles du ruban	8.2.3.2.1	CEI 60794-3, 7.2.3.2.1 ou selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode G5 ou selon DS	
- Dénudabilité du ruban	8.2.3.2.2	Selon DS		
- torsion	8.2.3.2.3	Selon DS	CEI 60794-1-2, méthode G6	

4.4.2 Conditions d'installation

A l'étude.

4.5 Essais mécaniques et environnementaux

4.5.1 Conduits

4.5.1.1 Essais applicable

Les essais cités dans le tableau suivant sont ceux relevés dans la CEI 60794-3 qui s'appliquent aux conduits.

Tableau 9 – Conduites – Essais applicables

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Résistance à la traction	9.1	4.5.1.2.2	CEI 60794-1-2 méthodes E1A et E1B	Voir 5.6.2.1
Capacité d'installation (sélection d'après les éléments suivants)	9.2			
- Pliage sous contrainte	9.2.1	Selon DS	CEI 60794-1-2 Méthode E18	
- Pliage répété	9.2.2	Non prise en charge	CEI 60794-1-2 Méthode E6	
- impact	9.2.3	4.5.1.2.5	CEI 60794-1-2 Méthode E4	
- vrillage	9.2.4	4.5.1.2.3	CEI 60794-1-2 Méthode E10	
- torsion	9.2.5		CEI 60794-1-2 Méthode E7	
Pliage de la conduite	9.3	Selon DS	CEI 60794-1-2 Méthode E11	Voir 5.6.2.5.
Ecrasement	9.4	4.5.1.2.4	CEI 60794-1-2 Méthode E3	Voir en 5.6.2.6.
Flexibilité		4.5.1.2.6		
Vieillessement	9.6	Non prise en charge		
- Conduite terminée	9.6.2	A l'étude		
Pression		4.5.1.2.1		
Tension (voltage) induite (pour les tubes avec éléments métalliques)	9.9	A l'étude		
Exposition chimique (fluide et contaminant)	A l'étude	4.5.1.2.7	A l'étude	

4.5.1.2 Détails des exigences de famille et des conditions d'essai pour les conduites

Les essais doivent être sélectionnés d'après le Tableau 9 et les exigences suivantes.

4.5.1.2.1 Pression

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur la conduite.

b) Conditions d'essai

Méthode: A l'étude

Toutes les conduites doivent résister à une pression d'air d'au moins $[2,5 \times \text{la pression d'installation}]$ à une température de 2 °C pendant une période de 0,5 h.

De plus, la même performance doit être démontrée après qu'un échantillon de la conduite a été conservé à 60 °C pendant une période de 12 semaines.

Toutes les conduites doivent résister à une pression d'essai d'au moins $[1,3 \times \text{la pression d'installation}]$ à une température de 20 °C pendant une période de 24h, après les essais de traction et de pliage.

4.5.1.2.2 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage, et le diamètre ne doit pas varier de plus de $\times \%$.

b) Conditions d'essai

Méthode: A l'étude

Longueur de câble sous tension: A l'étude

Charge de traction sur le câble: A l'étude

Diamètre des poulies d'essai: A l'étude

4.5.1.2.3 Vrillage

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun vrillage des conduites.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E10

Diamètre minimum: 20 fois le diamètre extérieur de la conduite

4.5.1.2.4 Ecrasement

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur la conduite. Aucune déformation résiduelle supérieure à 15 % du diamètre du tube, aucune fissure ou dommage permanent ne doit apparaître après suppression de la charge. L'empreinte de l'enclume sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode: CEI 60794-1-2, E3

Longueur d'échantillon: 250 mm

charge (plaque/plaque): $50 \times d_c$ (N) (d_c en mm) ou 450 N, selon celui qui est le plus bas

Durée: 60 s

Temps de rétablissement 1 h

4.5.1.2.5 Choc

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur la conduite. Aucune déformation résiduelle supérieure à 15 % du diamètre de la conduite, aucune fissure ou dommage permanent. L'empreinte de la surface de frappe sur le tube n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode: A l'étude

Rayon de la surface de frappe: 10 mm

Energie du choc: 1 J

Temps de rétablissement 1 h

Nombre de chocs: Un en 3 endroits différents espacés d'au moins 500 mm les uns des autres.

4.5.1.2.6 Flexibilité

a) Exigences de famille

Le diamètre extérieur et intérieur des conduites ne doit présenter, lors de l'examen visuel sans agrandissement, aucun dommage et aucune réduction de diamètre supérieure à 15 %.

b) Conditions d'essai

Méthode: La conduite doit être fortement serrée et sécurisée 10 fois autour d'un mandrin de diamètre 12 fois supérieur au diamètre extérieur de la conduite elle-même

Durée: 30 min

4.5.1.2.7 Exposition chimique

a) Exigences de famille

A l'étude

b) Conditions d'essai

A l'étude

4.5.2 Câble pour installation dans les conduites (fixé au préalable à la paroi de l'égout)

4.5.2.1 Essais applicables

Tableau 10 – Câble à fibres optiques – Essais applicables

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Résistance à la traction	9.1	4.5.2.2.1	CEI 60794-1-2, méthodes E1A et E1B	
Capacité d'installation (sélection d'après les suivants)	9.2			
- Pliage sous tension	9.2.1	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E18	
- Pliage répété	9.2.2	4.5.2.2.2	CEI 60794-1-2, Méthode E6	
- choc	9.2.3		CEI 60794-1-2, Méthode E4	
- vrillage	9.2.4	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E10	
- torsion - soufflage	9.2.5	4.5.2.2.3 selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E7	
Pliage du câble	9.3	4.6.2.2.4	CEI 60794-1-2, Méthode E11	
Ecrasement	9.4	4.5.2.2.5	CEI 60794-1-2, Méthode E3	
Choc	9.2.3	4.5.2.2.6	CEI 60794-1-2, Méthode E4	
Cycle de température	9.5	4.5.2.2.7	CEI 60794-1-2, Méthode F1	
Vieillessement	9.6			
- stabilité de l'adhérence du revêtement	9.6.1	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E5	
- câble terminé	9.6.2	A l'étude		
Pénétration d'eau	9.7	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode F5B	
Résistance pneumatique (pour les câbles non remplis)	9.8	Selon DS (A l'étude)	CEI 60794-1-2, Méthode F6	
Tension (voltage) induite (pour les câbles avec éléments métalliques)	9.9	A l'étude		
Exposition chimique (fluide et contaminant)	A l'étude	A l'étude	A l'étude	

4.5.2.2 Détails des exigences de famille et des conditions d'essai pour les essais des câbles en égouts

L'expression « pas de variation de l'affaiblissement » signifie que toute variation de la valeur mesurée située dans les limites de l'incertitude de mesure, qu'elle soit positive ou négative, doit être ignorée. L'incertitude de mesure applicable à la présente norme doit être $< 0,05$ dB pour l'affaiblissement.

Les essais doivent être sélectionnés parmi ceux donnés dans le Tableau 10 et les descriptions suivantes:

4.5.2.2.1 Résistance à la traction⁴

a) Exigences de famille

Sous une charge de traction permanente (T_L), la déformation de la fibre ne doit pas dépasser 20 % de la déformation d'épreuve de la fibre, et il ne doit pas y avoir de variations de l'affaiblissement durant l'essai. Sous une charge d'installation (T_M), la déformation de la fibre ne doit pas dépasser 60 % de la déformation d'épreuve de la fibre, et les variations d'affaiblissement doivent être mesurées et enregistrées. D'autres critères peuvent être convenus entre le client et le fournisseur.

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

A température ambiante, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai lorsque la mesure est faite dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement si elle spécifiée par le client.

b) Conditions d'essai

Méthode: CEI 60794-1-2, E1A et E1B

Longueur de câble sous tension:

pas inférieure à 50 m. Si l'on tient compte de la précision de mesure et des effets d'extrémité, il est admis d'utiliser des longueurs plus courtes après accord entre l'utilisateur et le fournisseur

Longueur de fibre: longueur de câble terminé

Charge de traction sur le câble:

la charge de traction permanente (T_L) et la charge reflétant l'installation (T_M). D'autres charges peuvent être appliquées en fonction de conditions d'utilisation particulières.

Diamètre des poulies d'essai: 1 m, mais pas inférieur au diamètre de pliage sous charge minimale spécifiée pour le câble

T_M : équivalent au poids d'1 km de câble en égouts ou 50 N, selon celui qui est le plus grand

T_L : équivalent au poids de 500 m de câble en égouts ou 25 N, selon celui qui est le plus grand (ffs)

4.5.2.2.2 Pliage répété

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

b) Conditions d'essai

Méthode: CEI 60794-1-2, E6

⁴ Les câbles destinés à être soufflés dans des conduites avec des constructions de gaine fine ne sont pas conçus pour un tirage sur longue distance (par exemple: 300 m)

Rayon de courbure: 20 d ou 30 mm, selon celui qui est le plus grand

Charge: Appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin.

Nombre de cycles: 25

Durée du cycle: Environ 2 s

4.5.2.2.3 Torsion

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

La variation d'affaiblissement pour chaque fibre doit être inférieure ou égale à 0,10 dB à 1 550 nm, ou à la longueur d'onde de fonctionnement si spécifié par le client.

Il ne doit se produire aucun changement permanent de l'affaiblissement à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E7

Longueur en essai: 2 m

Nombre de tours: Une demi-spire (de 180°) sur une longueur de 2 m dans chaque sens

Nombre de cycles: 5

4.5.2.2.4 Courbure

a) Exigences de famille

A température ambiante, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement lorsque la mesure est faite dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement si elle spécifiée par le client.

Si elle est exigée, la variation d'affaiblissement lors de l'essai à -30° C doit être $\leq 0,1$ dB.

b) Conditions d'essai

Méthode: CEI 60794-1-2, E11

Diamètre du mandrin: $\leq 40 d$ ou 60 mm, selon celui qui est le plus grand

Nombre de tours/hélice: 4

Nombre de cycles: 3

4.5.2.2.5 Ecrasement

a) Exigences de famille

Immédiatement après l'enlèvement de la charge, il ne doit pas y avoir d'augmentation de l'affaiblissement lors des mesures dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement, si spécifié par le client.

Un examen visuel ne doit montrer aucun dommage sur la gaine ou les éléments du câble après suppression de la charge. L'empreinte de la plaque ou du mandrin sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E3

Charge (plaque/plaque): 450 N

Durée de charge: 1 min

4.5.2.2.6 Choc

a) Exigences de famille

Le câble doit être soumis aux essais selon la CEI 60794-1-2, Méthode E4.

b) Conditions d'essai:

Rayon de la surface de frappe: 10 mm

Energie du choc:	1 J avec un rayon de la surface de frappe de 10 mm
Nombre de chocs:	Un en 3 endroits différents espacés de plus de 500 mm les uns des autres.

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble. L'empreinte de la surface de frappe sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

A température ambiante, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai, mesurée dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement si elle spécifiée par le client.

4.5.2.2.7 Cycle de température

a) Exigences de famille

Pendant le dernier cycle, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement entre la mesure initiale à la température ambiante et T_{A1} ou T_{B1} . Pour des applications à 1 625 nm, les critères de performance doivent faire l'objet d'un accord mutuel entre le client et le fournisseur.

Pendant le dernier cycle, la variation d'affaiblissement par rapport à la mesure à la température ambiante et T_{A2} ou T_{B2} doit être $< 0,15$ dB/km à 1 550nm. Pour les applications à 1 625 nm, les critères de performance doivent faire l'objet d'un accord mutuel entre le client et le fournisseur. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement.

Définition du cycle: T_{B2} à T_{A2}

Définition du dernier cycle: T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} avec un mesurage final à la température de la pièce.

b) Conditions d'essai

Longueur d'échantillon: Longueur de câble fini d'au moins 1 000 m

Température haute, T_{B2} : +60 °C à +70 °C, en fonction des exigences de l'utilisateur

Température haute, T_{B1} : +30 °C à +60 °C, en fonction des exigences de l'utilisateur

Température basse, T_{A1} : -10 °C à -15 °C, en fonction des exigences de l'utilisateur

Température basse, T_{A2} : T_{A1} à -40 ou -45 °C, en fonction des exigences de l'utilisateur

Vitesse de réchauffage: Suffisamment faible pour que l'effet du changement de température ne provoque pas de choc thermique.

t_1 : temps durant lequel le palier de température est atteint

Nombre de cycles: 2, mais des cycles supplémentaires peuvent être nécessaires en fonction d'exigences particulières de l'utilisateur.

4.5.2.2.8 Exposition chimique

a) Exigences de famille

A l'étude

b) Conditions d'essai

A l'étude

4.5.3 Câbles pour installation directe dans la canalisation d'égout

4.5.3.1 Essais applicables

Tableau 11 – Essais applicables

Caractéristiques (9)	Article/para- graphe de la CEI 60794-3 (10)	Exigences de famille (11)	Méthodes d'essais (12)	Remarques (13)
Résistance à la traction	9.1	4.5.3.2.1 et selon DS	CEI 60794-1-2, méthodes E1A et E1B	
<u>Capacité d'installation</u> (sélection d'après)	9.2			
- Pliage sous tension	9.2.1	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E18	
- Pliage répété	9.2.2	4.5.3.2.2	CEI 60794-1-2, Méthode E6	
- impact	9.2.3	4.5.3.2.6	CEI 60794-1-2, Méthode E4	
- vrillage	9.2.4	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E10	
- torsion	9.2.5	4.5.3.2.3	CEI 60794-1-2, Méthode E7	
Pliage du câble	9.3	Selon DS et 4.5.3.2.4	CEI 60794-1-2, Méthode E11	
Ecrasement	9.4	Selon DS et 4.5.3.2.5	CEI 60794-1-2, Méthode E3	
Cycle de température	9.5	Selon DS et 4.5.3.2.5	CEI 60794-1-2, Méthode F1	
Vieillessement	9.6			
- stabilité d'adhérence du revêtement	9.6.1	Selon DS	CEI 60794-1-2, Méthode E5	
- câble fini	9.6.2	A l'étude		
Pénétration d'eau	9.7	Selon SP	CEI 60794-1-2, Méthode F5A,F5B	
Résistance pneumatique (pour les câbles non remplis)	9.8	Selon SP A l'étude	CEI 60794-1-2, Méthode F6	
Tension (voltage) induite (pour les câbles avec éléments métalliques)	9.9	A l'étude		
Migration de moisissures	A l'étude	A l'étude	A l'étude	
Exposition chimique (fluide et contaminant)	A l'étude	A l'étude	A l'étude	

4.5.3.2 Détails des exigences de famille et des conditions d'essai pour les câbles en égouts

L'expression « pas de variation de l'affaiblissement » signifie que toute variation de la valeur mesurée située dans les limites de l'incertitude de mesure, qu'elle soit positive ou négative, doit être ignorée. L'incertitude de mesure applicable à la présente norme doit être < 0,05 dB pour l'affaiblissement.

Les essais doivent être sélectionnés à partir de ceux donnés dans le Tableau 11 et les suivants décrits ci-après.

4.5.3.2.1 Résistance à la traction⁵

a) Exigences de famille

Sous une charge de traction permanente (T_L), la contrainte subie par la fibre ne doit pas dépasser 20 % de la contrainte d'épreuve de la fibre, et il ne doit pas y avoir de variations d'affaiblissement durant l'essai. Sous la charge correspondant reflétant l'installation (T_M), la contrainte subie par la fibre ne doit pas dépasser 60 % de la contrainte d'épreuve de la fibre, et les variations d'affaiblissement doivent être mesurées et enregistrées. D'autres critères peuvent être convenus entre le client et le fournisseur.

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

A température ambiante, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai lors de la mesure dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement, si elle spécifiée par le client.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E1A et E1B

Longueur de câble sous tension: pas inférieure à 50 m. Si l'on tient compte de la précision de mesure et des effets à l'extrémité, il est admis d'utiliser des longueurs plus courtes après accord entre l'utilisateur et le fournisseur

Longueur de fibre: longueur de câble fini

Charge de traction sur le câble: la charge de traction permanente (T_L) et la charge reflétant l'installation (T_M). D'autres charges peuvent être appliquées en fonction de conditions d'utilisation particulières

Diamètre des poulies d'essai: 1 m, mais pas inférieur au diamètre de pliage sous charge minimal spécifié pour le câble

T_M : équivalent au poids d'1 km de câble en égouts ou 50 N, selon celui qui est le plus grand

T_L : équivalent au poids de 500 m de câble en égouts ou 25 N, selon celui qui est le plus grand

4.5.3.2.2 Courbures répétées

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E6

Rayon de courbure: 20 d ou 30 mm, selon celui qui est le plus grand

Charge: Appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin.

Nombre de cycles: 25

Durée du cycle: Approximativement 2 s

4.5.3.2.3 Torsion

a) Exigences de famille

⁵ Les câbles pour soufflage dans la conduite avec des constructions de gaine fine ne sont pas conçus pour un tirage de longue distance (par exemple 300 m)

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble.

La variation d'affaiblissement pour chaque fibre doit être inférieure ou égale à 0,10 dB à 1 550 nm, ou à la longueur d'onde de fonctionnement, si spécifié par le client.

Il ne doit se produire aucun changement permanent de l'affaiblissement à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E7

Longueur en essai: 2 m

Nombre de tours: une demi-spire (de 180°) sur une longueur de 2 m dans chaque sens

Nombre de cycles: 5

4.5.3.2.4 Courbure

a) Exigences de famille

A température ambiante, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai, mesurée dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement, si elle spécifiée par le client.

Lorsqu'il est soumis à essai à – 30° C, la variation d'atténuation doit être ≤ 0,1 dB.

b) Conditions d'essai

Méthode: CEI 60794-1-2-E11

Diamètre du mandrin: ≤ 40 d ou 60 mm, selon celui qui est le plus grand

Nombre de tours/hélice: 4

Nombre de cycles: 3

4.5.3.2.5 Ecrasement

a) Exigences de famille

Immédiatement après l'enlèvement de la charge, il ne doit pas y avoir d'augmentation de l'affaiblissement, mesurée dans la région de 1 550 nm ou à la longueur d'onde de fonctionnement, si elle est spécifiée par le client.

Un examen visuel ne doit montrer aucun dommage sur la gaine ou les éléments du câble après suppression de la charge. L'empreinte de la plaque ou du mandrin sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-2, E3

Charge (plaque/plaque): 2 500 N

Durée de charge: 1 min

4.5.3.2.6 Choc

a) Exigences de famille

Le câble doit être soumis aux essais selon la CEI 60794-1-2, Méthode E4.

b) Conditions d'essai

Rayon de la surface de frappe: 10 mm

Energie du choc: 10 J avec un rayon de la surface de frappe de 10 mm

Nombre de chocs: Un en 3 endroits différents espacés d'au moins 500 mm les uns des autres.

L'examen visuel sans agrandissement ne doit pas révéler de dommage sur la gaine ou sur les éléments du câble. L'empreinte de la surface de frappe sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.