

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for cables for storm and sanitary sewers

Câbles à fibres optiques –

Partie 3-40: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles destinés aux évacuations d'eaux sanitaires et pluviales



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2022 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
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 corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 300 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 19 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 300 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 19 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Optical fibre cables –

Part 3-40: Outdoor cables – Family specification for cables for storm and sanitary sewers

Câbles à fibres optiques –

Partie 3-40: Câbles extérieurs – Spécification de famille pour les câbles destinés aux évacuations d'eaux sanitaires et pluviales

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 33.180.10

ISBN 978-2-8322-1101-0

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	7
4 General requirements	7
4.1 Optical fibres	7
4.2 Cable element.....	7
4.3 Optical fibre cable and conduit construction	7
4.3.1 General	7
4.3.2 Conduits	8
4.3.3 Sewer cables	8
4.3.4 Rodent protection	8
5 Details of family requirements and test conditions for optical fibre cable and conduit	8
5.1 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)	8
5.2 Cable for direct installation into the sewer duct	8
5.3 Conduit construction	8
5.4 Operating conditions	9
5.5 Mechanical and environmental tests	9
5.5.1 Conduits	9
5.5.2 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)	12
5.5.3 Cables for direct installation into the sewer duct	17
Annex A (informative) Blank detail specification – Sewer cables description	24
A.1 Conduit description	24
A.2 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)	25
A.3 Cables for direct installation into the sewer duct	26
Annex B (informative) Cables for non-man accessible sewers.....	27
Annex C (informative) Examples of conduits and sewer cables	28
C.1 Loose tube cables for installation within conduits	28
C.1.1 Dielectric sewer cables	28
C.1.2 Sewer cable installed within a conduit	28
C.2 Loose tube cables for direct installation into the sewer duct.....	29
C.2.1 Cables to be screwed to the sewer inner wall	29
C.2.2 Cables for spanning between manholes, similarly to aerial cables	30
C.2.3 Cables for laying on the ground of the sewer	31
Bibliography.....	32
Figure C.1 – Dielectric optical fibre sewer cable.....	28
Figure C.2 – Dielectric optical fibre sewer cable.....	28
Figure C.3 – Optical fibre sewer cable within a conduit	29
Figure C.4 – Optical fibre sewer cable for direct installation – Peripheral strength members.....	29
Figure C.5 – Optical fibre sewer cable for direct installation – Steel wire armouring	30
Figure C.6 – Optical fibre sewer cable for spanning – Peripheral strength members	30
Figure C.7 – Optical fibre sewer cable for spanning – Steel wire armouring	30

Figure C.8 – Optical fibre sewer cable for laying – Aluminium tape	31
Figure C.9 – Optical fibre sewer cable for laying – Corrugated steel	31
Figure C.10 – Optical fibre sewer cable for laying – 2-layer-steel wire armouring	31
Table 1 – Conduit tests applicable	9
Table 2 – Optical fibre cable – Tests applicable	13
Table 3 – Tests applicable	18
Table A.1 – Conduit description	24
Table A.2 – Sewer optical fibre cable description – Within conduits	25
Table A.3 – Sewer optical fibre cable description – Direct installation	26
Table B.1 – Characteristics for optical fibre cables within non-man accessible sewers	27

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-3-40:2022

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

OPTICAL FIBRE CABLES –

**Part 3-40: Outdoor cables –
Family specification for cables for 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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.

IEC 60794-3-40 has been prepared by subcommittee 86A: Fibres and cables, of IEC technical committee 86: Fibre optics. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) this document follows the new structure for family specifications: symbols and abbreviations were included in Clause 3, and Clause 4 became the General requirements with 4.1 Optical fibres, 4.2 Cable element and 4.3 Optical fibre cable construction;
- b) Annex D has been removed as it is part of IEC TR 62691;
- c) this document has been streamlined by cross-referencing IEC 60794-1-1, IEC 60793-2, IEC 60794-3 and the IEC 60794-1-2x series;
- d) the fibre strain allowance for tensile tests was updated;

e) characteristics Table 5, Table 6, Table 7 were moved to the Annex A (informative).

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
86A/2189/FDIS	86A/2191/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document 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 cables for 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 man accessible and non-man accessible storm and sanitary sewers. Systems built with components covered by this document are subject to the requirements of sectional specification IEC 60794-3.

Sewer cable and conduit constructions need 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 5 describes characteristics of sewer cables and conduits for installation by blowing, pulling or other means in storm and sanitary sewers.

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

It is important that acceptance criteria are interpreted with respect to this consideration. The number of fibres tested is representative of the sewer cable and is agreed between the customer and the supplier.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60793-2, *Optical fibres – Part 2: Product specifications – General*

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 – General guidance*

IEC 60794-1-21, *Optical fibre cables – Part 1-21: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Mechanical tests methods*

IEC 60794-1-22, *Optical fibre cables – Part 1-22: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental tests methods*

IEC 60794-1-23, *Optical fibre cables – Part 1-23: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Cable element test methods*

IEC 60794-1-215, *Optical fibre cables – Part 1-215: Generic specification – Basic optical cable test procedures – Environmental test methods – Cable external freezing test, Method F15*

IEC 60794-3:2014, *Optical fibre cables – Part 3: Outdoor cables – Sectional specification*

IEC 60794-5, *Optical fibre cables – Part 5: Sectional specification – Microduct cabling for installation by blowing*

IEC 60794-5-10, *Optical fibre cables – Part 5-10: Family specification – Outdoor microduct optical fibre cables, microducts and protected microducts for installation by blowing*

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

IEC TR 62362:2020, *Selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics – Guidance*

3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms

For the purposes of this document, the terms, definitions, symbols and abbreviated terms given in IEC 60794-1-1 apply.

ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <http://www.iso.org/obp>

4 General requirements

4.1 Optical fibres

The optical fibre shall conform to the requirements of IEC 60793-2. The fibre type shall be agreed between the customer and supplier. The cabled fibre shall conform to IEC 60794-3.

4.2 Cable element

The cable elements shall conform to IEC 60794-3.

4.3 Optical fibre cable and conduit construction

4.3.1 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 tests of this specification are intended to assess the performance of cables and conduits, as manufactured and under agreed ageing and performance-limit tests. These tests are not intended to define end-of-life performance. See IEC 60794-3:2014, 6.1.

The materials in the cable or conduit shall not present a health hazard within its intended use.

The clamping systems and accessories associated with cables and conduits of this document are not specified herein. Such parts shall be agreed between the customer and the installer depending on the installation technique.

Annex C shows examples of conduits and sewer cables.

4.3.2 Conduits

If used, conduits shall conform to the installation and system design considerations of 4.3.3.

Conduits shall be able to resist pressure differences needed for installation by blowing and outside pressure due to sewer cleaning operations. Conduits 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. Such chemical hazards shall be agreed between customer and supplier as well as the geometric dimensions, for example inner- and outer-diameter, overall minimum wall thickness, of the conduit.

NOTE For instance stainless steel conduits have shown reliable performance.

4.3.3 Sewer cables

A sewer cable in accordance to this document should be suitable for installation in man accessible storm and sanitary sewers and non-man accessible sewers and lateral sewer systems, by installation methods as agreed between customer and supplier. Common installation methods include

- 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, and
- 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 size and installation of the sewer cable shall be such that it does not restrict the flow of sewer fluid or create obstacles to flow of any debris within the sewer pipe, as agreed between customer and supplier.

Sewer cables installed without conduit into sewer systems shall be so constructed to withstand chemical attacks by the sewer liquid. Such chemical hazards shall be agreed between customer and supplier, using 5.5.3.3.9 as guidance.

4.3.4 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.

5 Details of family requirements and test conditions for optical fibre cable and conduit

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

The cable construction shall confirm to IEC 60794-3, IEC 60794-5 or IEC 60794-5-10, as appropriate.

5.2 Cable for direct installation into the sewer duct

The cable construction shall confirm to IEC 60794-3.

5.3 Conduit construction

The conduit construction shall conform to the performance required for the sewer environment as compatible with the performance intent of cables of IEC 60794-3 and of IEC 60794-5 and IEC 60794-5-10 as applicable to microducts. Specific attributes to be considered in conduit construction are:

- materials;
- conduit dimensions – inner and outer diameter;
- moisture barrier types (if used) – materials, metallic tapes, etc.;
- for corrugated conduit (metallic) – metal tape thickness, corrugation depth and pitch, overlap requirements;
- for inner tubes (if used) – tube materials, tube dimensions.

The performance attributes shall be agreed between customer and supplier.

5.4 Operating conditions

The operating conditions of cables within sewers may be different from those of general cables of IEC 60794-3. Different operating regimes, if applicable, shall be agreed between customer and supplier. Consideration shall also be given to any operating regimes occurring when the cable exits the sewer system. Typical considerations include

- temperatures of sewer fluids, especially high temperatures,
- normal operating temperature ranges that may be less severe than those usual for IEC 60794-3 cables, especially the low temperature extreme,
- chemical exposure, as covered in 5.5.3.3.9, and
- other special conditions, as agreed between customer and supplier.

5.5 Mechanical and environmental tests

5.5.1 Conduits

5.5.1.1 Conduit tests (select applicable tests)

Tests listed in Table 1 are those relevant to IEC 60794-3, 60794-5 and 60794-5-10 as applicable for conduits.

Table 1 – Conduit tests applicable

Characteristics	IEC 60794-3:2014 (IEC 60794-5-10:2014) ^a	Family requirements	Test methods	Remarks
Pressure withstand	(6.1, Table 3)	5.5.1.2.2	IEC 60794-1-22, method F13	If external pressure resistance is required, IEC 60794-1-22, method F10, may be used, as agreed between customer and supplier.
Tensile performance	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.3	IEC 60794-1-21, method E1	
Crush	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.5	IEC 60794-1-21, method E3A	
Impact	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.6	IEC 60794-1-21, method E4	
Repeated bending	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.7	IEC 60794-1-21, method E6	
Torsion	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.8	IEC 60794-1-21, method E7	
Kink	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.4	IEC 60794-1-21, method E10	
Bend	Clause 9, Table 3 (Bend) (6.1, Table 3)	5.5.1.2.9	IEC 60794-1-21, method E11B	

Characteristics	IEC 60794-3:2014 (IEC 60794-5-10:2014) ^a	Family requirements	Test methods	Remarks
Bending under tension	Clause 9, Table 3	5.5.1.2.10	IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1	
Ageing	Clause 9, Table 3 (6.1, Table 3)	5.5.1.2.11	IEC 60794-1-22, method F9	
^a IEC 60794-3 or IEC 60794-5-10 as applicable.				

5.5.1.2 Details of family requirements and test conditions for conduits

5.5.1.2.1 General

Tests shall be selected from those of Table 1 and the following hereinafter described.

5.5.1.2.2 Pressure withstand

a) Family requirements

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

b) Test conditions:

- Method: IEC 60794-1-22, method F13
- Apply an air pressure of 2,5 x the specified installation pressure at standard ambient temperature, per IEC 60794-1-2, for 30 min.
- Apply an air pressure of 1,3 x the specified installation pressure and maintain at 40 °C, or other elevated temperature as specified, for 24 h.

5.5.1.2.3 Tensile performance

a) Family requirements

Under visual examination without magnification, there shall be no damage and the outer diameter shall not change by more than 10 %.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E1

Sample length under tension: ≥ 50 m, per method E1. Taking into account the measurement accuracy and end effects, shorter lengths may be used by agreement between the customer and the supplier.

Tensile load on sample: 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 conduit.

T_M : equivalent to weight of 1 km of conduit.

5.5.1.2.4 Kink

a) Family requirements

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

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E10

Minimum diameter: 20 times the outer diameter of the conduit.

5.5.1.2.5 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 conduit diameter, no splitting or permanent damage after removing load. The imprint of the plates on the conduit surface is not considered as mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E3A

Sample length: 250 mm

Load (plate/plate):

- Un-armoured conduit: 1,5 kN
- Armoured conduit: 2,2 kN

Duration time: 60 s

Recovery time: 1 h

5.5.1.2.6 Impact

a) Family requirements

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

b) Test conditions

Method: in analogy of IEC 60794-1-21, method E4

Striking surface curvature radius: 300 mm minimum (flat hammer)

Impact energy:

- Un-armoured conduit: 10 J
- Armoured conduit: 20 J to 30 J, depending on particular user conditions

Recovery time: 1 h

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

5.5.1.2.7 Repeated bending

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no splitting, collapse, or other damage to the conduit sample. If the conduit has metallic armour, there shall be no cracks greater than 5 mm in length. The conduit sample shall exhibit no reduction in outer diameter greater than 15 %.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E6

Bending diameter: $40 \times OD$

Load: Adequate to assure uniform contact with the mandrel

Number of cycles: 25

5.5.1.2.8 Torsion

a) Family requirements

Under visual examination, without magnification, there shall be no splitting or other damage to the conduit sample. The conduit sample shall exhibit no reduction in outer diameter greater than 15 %.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E7

Maximum gauge length: 2 m

5.5.1.2.9 Bend

a) Family requirements

Upon dissection, the outer and inner diameter of the conduit sample shall show, under visual examination without magnification, no damage after the test. If the conduit has a metallic armour, there shall be no cracks. The conduit sample shall exhibit no reduction in outer diameter greater than 15 %.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E11B
 Diameter of mandrel: $40 \times OD$
 Number of cycles: 3

5.5.1.2.10 Bending under tension

a) Family requirements

Upon dissection, the outer and inner diameter of the conduit sample shall show, under visual examination without magnification, no damage after the test. If the conduit has a metallic armour, there shall be no cracks. The conduit sample shall exhibit no reduction in outer diameter greater than 15 %.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1
 Diameter of mandrel: $40 \times OD$ or the minimum bending diameter of the conduit, whichever is smaller
 Tension: T_M , the rated installation tension
 Bend angle: 90°
 Test distance: $100 \times OD$
 Number of cycles: 10

5.5.1.2.11 Ageing

a) Family requirements

After ageing, the following tests shall be applied.

- Under visual examination, without magnification, there shall be no splitting or other damage to the conduit sample.
- Following the material tensile and elongation tests of IEC 60811-501, the conduit material shall retain a minimum of 85 % of the before-ageing values.
- The conduit sample shall pass the bending test of 5.5.1.2.9.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F9
 Temperature: $85^\circ C$
 Duration: 168 h

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

5.5.2.1 General

Cables installed in conduits within sewers follow the intent of IEC 60794-3. In some cases, cable systems are designed to follow the intent of IEC 60794-5 and IEC 60794-5-10. In these cases, refer to IEC 60794-5-10 for guidance on agreement between the manufacturer and customer.

5.5.2.2 Tests applicable

Table 2 – Optical fibre cable – Tests applicable

Characteristics	IEC 60794-3:2014	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.2	IEC 60794-1-21, method E1	
Crush	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.6	IEC 60794-1-21, method E3A	
Impact	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.7	IEC 60794-1-21, method E4	
Repeated bending	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.3	IEC 60794-1-21, method E6	
Torsion	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.4	IEC 60794-1-21, method E7	
Kink	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.9	IEC 60794-1-21, method E10	
Bend	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.5	IEC 60794-1-21, method E11A	
Bending under tension	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.10	IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1	
Blowing	---	According to DS	IEC 60794-1-21, method E24	Requirements will vary by duct, cable and installation.
Ageing	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.11	IEC 60794-1-22, method F9	
Coating adhesion stability	Clause 8, Table 2	5.5.2.3.12	IEC 60794-1-22, method F9 IEC 60794-1-23, method G10A, G10B or G10C, as applicable.	
Temperature cycling	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.8	IEC 60794-1-22, method F1	
Water penetration	Clause 9, Table 3	5.5.2.3.13	IEC 60794-1-22, method F5B or F5C	
Freezing	---	5.5.2.3.14	IEC 60794-1-215, method F15A or F15B	In the case where some part of a cable or cable in conduit might freeze.

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

5.5.2.3.1 General

Tests shall be selected from those of Table 2 and the following hereinafter described.

Attenuation measurements shall be made at room temperature except as specified in particular tests.

Attenuation measurements shall be made at 1 550 nm for single-mode fibres and 1 300 nm for multimode fibres, or at the operational wavelength specified by the customer.

For L-band operation, the measurements shall be measured at 1 625 nm and shall be a value agreed between customer and supplier.

5.5.2.3.2 Tensile performance

a) Family requirements

While the cable is under short-term tensile load (T_M , rated tensile load),

- the axial fibre strain shall be < 60 % of the fiber proof strain, and
- the attenuation shall be measured and recorded.

While the cable is under the long-term tensile load (T_L , residual load),

- the axial fiber strain shall be
 - < 20 % of fiber proof test, for fiber proof tested to ≤ 1 % strain (e.g., 0,69 GPa, 0,2 % absolute strain), and
 - < 17 % of fiber proof test, for fiber proof tested to greater than 1 % to 2 % strain (e.g., 0,69 GPa to 1,38 GPa, 0,34 % absolute strain for 2 % proof tested fibre), and

NOTE For fibres proof tested at levels above 1 % strain, the safe long-term load will not scale linearly with proof strain, so a lower percentage of the proof strain is applicable. There is no agreement for strain limits for proof tests above 2 % strain.

- there shall be no increase in attenuation.

After the test, there shall be no change in attenuation.

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

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E1

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 (blowing in duct)

T_M : greater or equivalent to 1,5 × weight of 1 km (pulling in duct)

T_L : 0,3 × T_M

5.5.2.3.3 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 60794-1-21, method E6

Bending radius: 20 d

Load: adequate to assure uniform contact with the mandrel

Number of cycles: 25

5.5.2.3.4 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 for single-mode fibre.

There shall be no change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E7

5.5.2.3.5 Bend

a) Family requirements

There shall be no change in attenuation after the test at room temperature.

The change in attenuation after the test, when tested at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, if required, shall be $\leq 0,1\text{ dB}$ for single-mode fibre.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E11

Diameter of mandrel: 20 d or the minimum bend diameter of the cable, whichever is greater.

For cable incorporating a non-metallic rod and/or metallic armouring, bending shall be limited to a value from 20 d to 80 d

Number of turns/helix: 4

Number of cycles: 3

5.5.2.3.6 Crush

a) Family requirements

Immediately after removal of load, there shall be no increase in attenuation.

Under visual examination, there shall be no damage to the sheath or to the cable elements after removing load.

The imprint of the plate on the sheath is not considered mechanical damage.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E3A

Load: 500 N

Duration of load: 1 min

5.5.2.3.7 Impact

a) Family requirements

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

There shall be no change in attenuation after the test.

b) Test conditions:

Method: IEC 60794-1-21, method E4

Striking surface curvature radius: 300 mm minimum (flat hammer)

Impact energy: 1 J

Alternative energies may be used as agreed between customer and user.

Number of impacts: 1 in 3 different places spaced not less than 500 mm apart

5.5.2.3.8 Temperature cycling

a) Family requirements

During the last cycle, there shall be no change in attenuation at T_{A1} or T_{B1} , if specified.

During the last cycle, the attenuation change at T_{A2} or T_{B2} shall be $< 0,15$ dB/km for single-mode fibre. On completion of the test, there shall be no change in attenuation.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F1

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

Definition of the last cycle: ambient, T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} with a final measurement at room temperature. T_{A1} or T_{B1} are used only if specified.

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} , if specified: $+30$ °C to $+60$ °C, depending on customer requirements

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

Low temperature, T_{A2} : T_{A1} to -30 °C or -45 °C, depending on customer requirements

Other temperature values corresponding to specific climate conditions can be agreed between supplier and customer.

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

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

5.5.2.3.9 Kink

a) Family requirements

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

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E10

Minimum diameter: $40 \times d$

5.5.2.3.10 Bending under tension

a) Family requirements

The cable sample shall show, under visual examination without magnification, no damage after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1

Diameter of mandrel: $40 \times OD$ or the minimum bending diameter of the cable, whichever is smaller

Tension: T_M , the rated installation tension

Bend angle: 90°

Test distance: $100 \times OD$

Number of cycles: 10

5.5.2.3.11 Ageing

a) Family requirements

After ageing, the following criteria shall be applied.

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

Allowable change in attenuation described in IEC 60794-1-22, method F9.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F9
 Temperature: 85 °C
 Duration: 168 h

5.5.2.3.12 Coating adhesion stability

a) Family requirements

After ageing per IEC 60794-1-22, method F9, fibre, ribbon, or buffered fibre shall meet the following criteria.

Fibre: The coating shall show no signs of cracking, splitting, or delamination when examined under 5 X magnification.

The force required to remove the fibre coating (30 mm, per IEC 60794-1-23, method G10A) shall be between 1,0 N and 9,0 N.

Ribbon: Ribbon matrix and fibre coating shall be removed without breaking the fibres. Cleanliness shall be per IEC 60794-1-23, method G10B.

Buffered fibre:

- tight buffer – the force required to strip the buffer material and fibre coating (15 mm, per IEC 60794-1-23, method G10C) shall be between 1,3 N and 13,3 N.
- semi-tight buffer – the buffer shall be removed in a single operation, leaving the fibre coating intact.

The force to remove the buffer (30 mm, per IEC 60794-1-23, method G10C) shall be lower than 13,3 N.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F9, and IEC 60794-1-23, methods G10A (fibre), G10B (ribbon), or G10C (buffered fibre)

5.5.2.3.13 Water penetration

a) Family requirements

There shall be no water leakage from the cable specimens, per IEC 60794-1-22, method F5B (gel-filled cable) or F5C (dry-block cable).

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F5B, for gel-filled cable
 IEC 60794-1-22, method F5C, for dry-block cable

5.5.2.3.14 Freezing

a) Family requirements

For further study

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-215, method F15A – cable external freezing test for a buried cable as in wet earth or water
 Method: IEC 60794-1-215, method F15B – cable external freezing test in a rigid conduit (duct)

5.5.3 Cables for direct installation into the sewer duct**5.5.3.1 General**

Cables installed in sewers without conduits shall conform to IEC 60794-3 and other specifications referenced in Table 3.

5.5.3.2 Tests applicable

Table 3 – Tests applicable

Characteristics	IEC 60794-3:2014	Family requirements	Test methods	Remarks
Tensile performance	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.2	IEC 60794-1-21, method E1	
Crush	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.6	IEC 60794-1-21, method E3A	
Impact	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.7	IEC 60794-1-21, method E4	
Repeated bending	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.3	IEC 60794-1-21, method E6	
Torsion	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.4	IEC 60794-1-21, method E7	
Kink	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.10	IEC 60794-1-21, method E10	
Bend	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.5	IEC 60794-1-21, method E11B	
Bending under tension	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.11	IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1	
Ageing	Clause 9 Table 3	5.5.3.3.12	IEC 60794-1-22, method F9	
Coating adhesion stability	Clause 8, Table 2	5.5.3.3.13	IEC 60794-1-22, method F9 IEC 60794-1-23, method G10A, G10B or G10C, as applicable.	
Temperature cycling	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.8	IEC 60794-1-22, method F1	
Water penetration	Clause 9, Table 3	5.5.3.3.14	IEC 60794-1-22, method, F5B or F5C	
Chemical exposure	---	5.5.3.3.9	IEC TR 62362	
Freezing	---	5.5.3.3.15	IEC 60794-1-215, method F15A or F15B	In the case where some part of a cable might freeze.

5.5.3.3 Details of family requirements and test conditions for sewer cables

5.5.3.3.1 General

Tests shall be selected from those of Table 3 and the following hereinafter described.

Attenuation measurements shall be made at room temperature except as specified in particular tests.

Attenuation measurements shall be made at 1 550 nm for single-mode fibres and 1 300 nm for multimode fibres, or at the operational wavelength specified by the customer.

For L-band operation, the measurements shall be measured at 1 625 nm and shall be a value agreed between customer and supplier.

5.5.3.3.2 Tensile performance

a) Family requirements

While the cable is under short-term tensile load (T_M , rated tensile load),

- the axial fibre strain shall be < 60 % of the fiber proof strain, and
- the attenuation shall be measured and recorded.

While the cable is under the short-term tensile load (T_L , residual load),

- the axial fiber strain shall be
 - < 20 % of fiber proof test, for fiber proof tested to ≤ 1 % strain (e.g., 0,69 GPa, 0,2 % absolute strain), and
 - < 17 % of fiber proof test, for fiber proof tested to greater than 1 % to 2 % strain (e.g., 0,69 GPa to 1,38 GPa, 0,34 % absolute strain for 2 % proof tested fibre), and

NOTE For fibres proof tested at levels above 1 % strain, the safe long-term load will not scale linearly with proof strain, so a lower percentage of the proof strain is applicable. There is no agreement for strain limits for proof tests above 2 % strain.

- there shall be no increase in attenuation.

After the test, there shall be no change in attenuation.

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

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E1

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 : 30 % of T_M

5.5.3.3.3 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 60794-1-21, method E6

Bending radius: 20 d

Load: adequate to assure uniform contact with the mandrel

Number of cycles: 25

5.5.3.3.4 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 for single-mode fibre.

There shall be no change in attenuation after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E7

5.5.3.3.5 Bend

a) Family requirements

There shall be no change in attenuation at room temperature.

The change in attenuation when tested at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, if required, shall be $\leq 0,1\text{ dB}$ for single-mode fibre.

NOTE Other temperature values corresponding to specific climate conditions can be agreed between supplier and customer

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, E11

Diameter of mandrel: $20\text{ }d$ or the minimum bend diameter of the cable, whichever is greater.
For cable incorporating a non-metallic rod and/or metallic armouring, bending shall be limited to a value from $20\text{ }d$ to $80\text{ }d$.

Number of turns/helix: 4

Number of cycles: 3

5.5.3.3.6 Crush

a) Family requirements

Immediately after removal of load, there shall be no increase in attenuation.

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

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, E3A

Apply a short-term load, release the load and measure attenuation; apply a long-term load, release the load and measure attenuation.

Duration of load: short-term, 1 min
long-term, 10 min

Loads: short-term
non-armoured cable 1,5 kN
armoured cable 2,2 kN
long-term
non-armoured cable 0,75 kN
armoured cable 1,1 kN

5.5.3.3.7 Impact

a) Family requirements

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

The residual increase in attenuation shall be $\leq 0,1\text{ dB}$ for single-mode fibre or $\leq 0,2\text{ dB}$ for multimode fibre. For 1 625 nm applications, performance criteria shall be mutually agreed upon between the customer and the supplier.

b) Test conditions:

Method IEC 60794-1-21, method E4

Striking surface curvature radius: 300 mm minimum (flat hammer)

Impact energy:	non-armoured cable	10 J
	armoured cable	20 J

Other criteria may be agreed between the customer and the supplier.

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

5.5.3.3.8 Temperature cycling

a) Family requirements

During the last cycle, there shall be no change in attenuation at 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 at T_{A2} or T_{B2} shall be $< 0,15$ dB/km for single-mode fibre. On completion of the test, there shall be no change in attenuation.

b) Test conditions

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

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

Method: IEC 60794-1-22, method F1

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

Definition of the last cycle: ambient, T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} with a final measurement at room temperature. T_{A1} or T_{B1} are used only if specified.

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} , if specified: $+30$ °C to $+60$ °C, depending on customer requirements

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

Low temperature, T_{A2} : T_{A1} to -30 °C or -45 °C, depending on customer requirements

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

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

Other temperature values corresponding to specific climate conditions can be agreed between supplier and customer.

5.5.3.3.9 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 TR 62362, the MICE system guide.

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 TR 62362:2020, 4.4.6 and 4.4.7

5.5.3.3.10 Kink

a) Family requirements

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

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E10

Minimum diameter: $40 \times d$

5.5.3.3.11 Bending under tension

a) Family requirements

The cable sample shall show, under visual examination without magnification, no damage after the test.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-21, method E18A, procedure 1

Diameter of mandrel: $40 \times OD$ or the minimum bending diameter of the cable, whichever is smaller

Tension: T_M , the rated installation tension

Bend angle: 90°

Test distance: $100 \times OD$

Number of cycles: 10

5.5.3.3.12 Ageing

a) Family requirements

After ageing, the following criteria shall be applied.

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

Allowable change in attenuation described in IEC 60794-1-22, method F9.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F9

Temperature: 85°C

Duration: 168 h

5.5.3.3.13 Coating adhesion stability

a) Family requirements

After ageing per IEC 60794-1-22, method F9, fibre, ribbon, or buffered fibre shall meet the following criteria.

Fibre: The coating shall show no signs of cracking, splitting, or delamination when examined under 5X magnification.

The force required to remove the fibre coating (30 mm, per IEC 60794-1-23, method G10A) shall be between 1,0 N and 9,0 N.

Ribbon: Ribbon matrix and fibre coating shall be removed without breaking the fibres. Cleanliness shall be per IEC 60794-1-23, method G10B.

Buffered fibre:

Tight buffer – the force required to strip the buffer material and fibre coating (15 mm, per IEC 60794-1-23, method G10C) shall be between 1,3 N and 13,3 N.

Semi-tight buffer – The buffer shall be removed in a single operation, leaving the fibre coating intact.

The force to remove the buffer (30 mm, per IEC 60794-1-23, method G10C) shall be lower than 13,3 N.

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F9, and IEC 60794-1-23, methods G10A (fibre), G10B (ribbon), or G10C (buffered fibre)

5.5.3.3.14 Water penetration

a) Family requirements

There shall be no water leakage from the cable specimens, per IEC 60794-1-22, methods F5B (gel-filled cable) or F5C (dry-block cable).

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-22, method F5B, for gel-filled cable
IEC 60794-1-22, method F5C, for dry-block cable

5.5.3.3.15 Freezing

a) Family requirements

For further study

b) Test conditions

Method: IEC 60794-1-215, method F15A – cable external freezing test for a buried cable as in wet earth or water

Method: IEC 60794-1-215, method F15B – cable external freezing test in a rigid conduit (duct)

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-3-40:2022

Annex A (informative)

Blank detail specification – Sewer cables description

A.1 Conduit description

Such conduit is directly attached on the sewer wall by means of proper fittings and methods. Such methods may include fixing by clamps to rings installed within the sewer, special anchors or hooks attached to the sewer interior, etc. Such installations may be accomplished by robotic devices (see IEC TR 62691). See Table A.1.

Table A.1 – Conduit description

(1) Prepared by		(6) Document no.: Issue: Date:
(7) Available from	(8) Generic specifications: Sectional specifications	IEC 60794-1-1 IEC 60794-3 (all as applicable to subducts) and IEC 60794-5 and IEC 60794-5-10 (all as applicable to microducts)
(9) Additional references		
Construction – Corrugated conduit (metallic) – Non corrugated conduit 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 tube length – Typical – Nominal/tolerances		mm N mm or $n \times d$ mm or $n \times d$ °C °C °C m –0 +1 %

A.2 Cable for installation within conduits (previously fixed to the sewer wall)

Such a sewer cable shall be blown or pulled into the conduits described in 4.3.2. See Table A.2.

Table A.2 – Sewer optical fibre cable description – Within conduits

(1) Prepared by		(2) Document no.: Issue: Date:
(3) Available from	(4) Generic specifications: Sectional specifications	IEC 60794-1-1 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 $\begin{matrix} -0 \\ +1 \end{matrix} \%$

A.3 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. See Table A.3.

Table A.3 – Sewer optical fibre cable description – Direct installation

(1) Prepared by		(2) Document no.: Issue: Date:
(3) Available from	(4) Generic specifications: Sectional specifications	IEC 60794-1-1 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 %

Annex B (informative)

Cables for non-man accessible sewers

Table B.1 shows the characteristics for optical fibre cables within non-man accessible sewers.

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

Cable characteristics versus cable installation method	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 max. 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 chemical resistance	YES	YES	YES	YES
Rodent protection	YES	NO	YES	YES
^a Cable/conduit maximum outer diameter should also 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 Loose tube cables for installation within conduits

C.1.1 Dielectric sewer cables

Figure C.1 and Figure C.2 show dielectric optical fibre sewer cables.

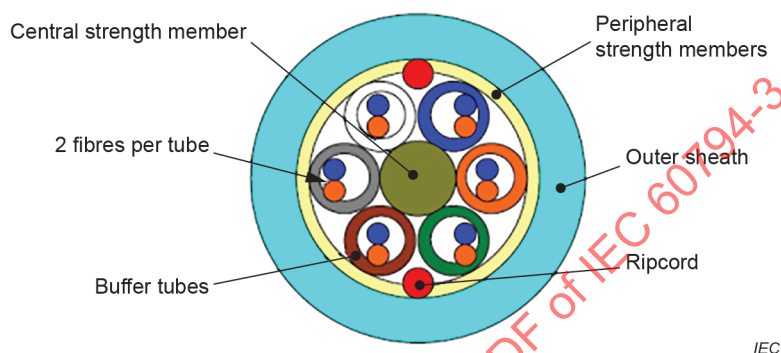


Figure C.1 – Dielectric optical fibre sewer cable

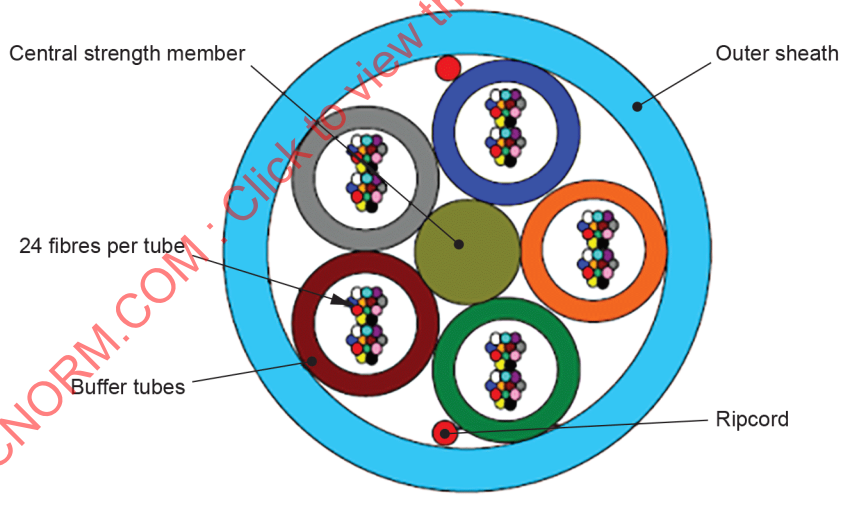
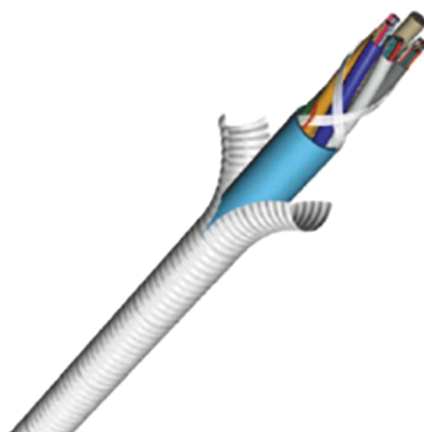


Figure C.2 – Dielectric optical fibre sewer cable

C.1.2 Sewer cable installed within a conduit

Figure C.3 shows an optical fibre sewer cable within a conduit.



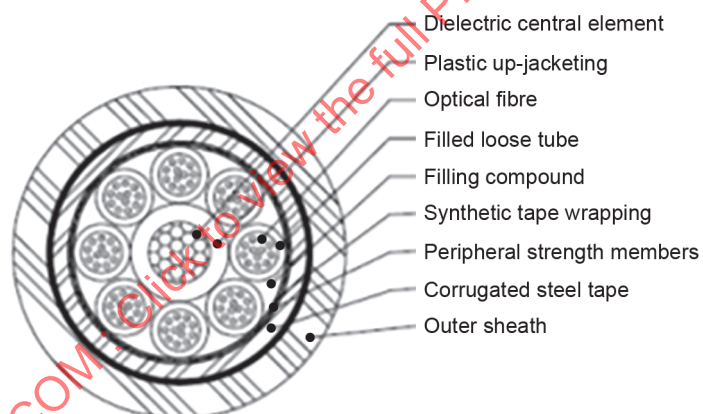
IEC

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

C.2 Loose tube cables for direct installation into the sewer duct

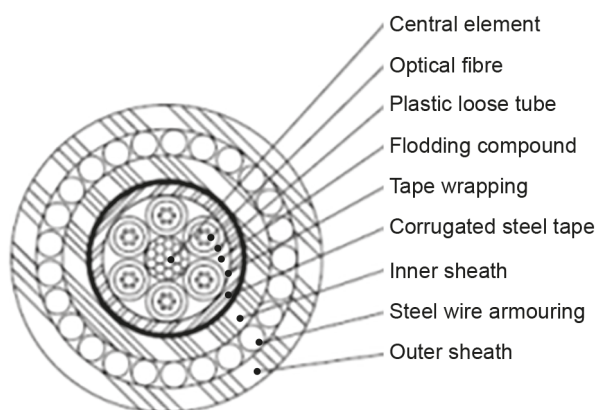
C.2.1 Cables to be screwed to the sewer inner wall

Figure C.4 and Figure C.5 show two types of optical fibre cables to be screwed to the sewer wall.



IEC

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

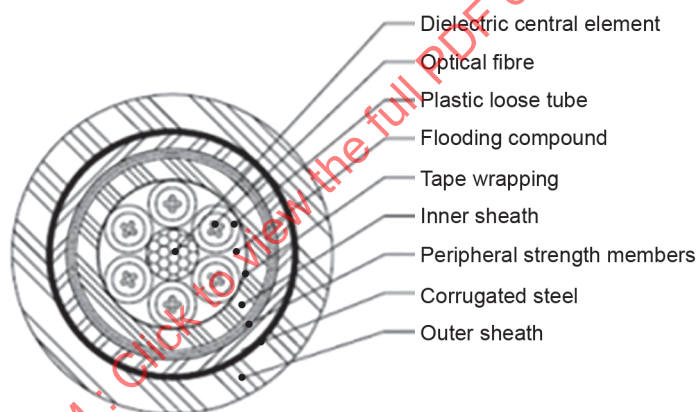


IEC

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

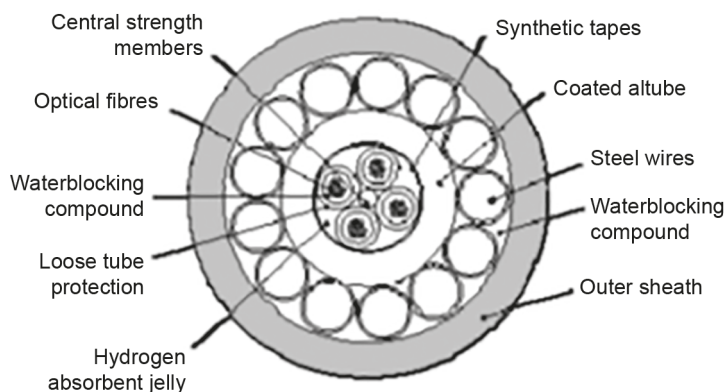
C.2.2 Cables for spanning between manholes, similarly to aerial cables

Figure C.6 and Figure C.7 show two types of optical fibre cables for spanning between manholes.



IEC

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



IEC

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 , Figure C.9 and Figure C.10 show three types of optical fibre sewer cables for laying on the ground of the sewer.

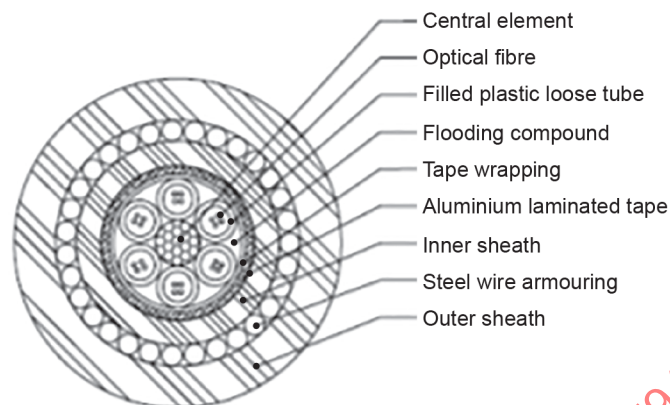


Figure C.8 – Optical fibre sewer cable for laying – Aluminium tape

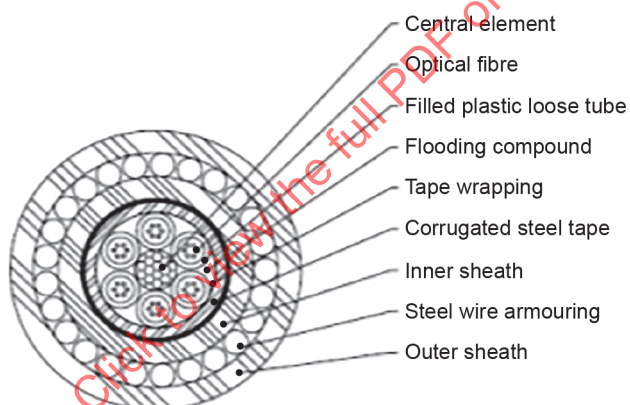
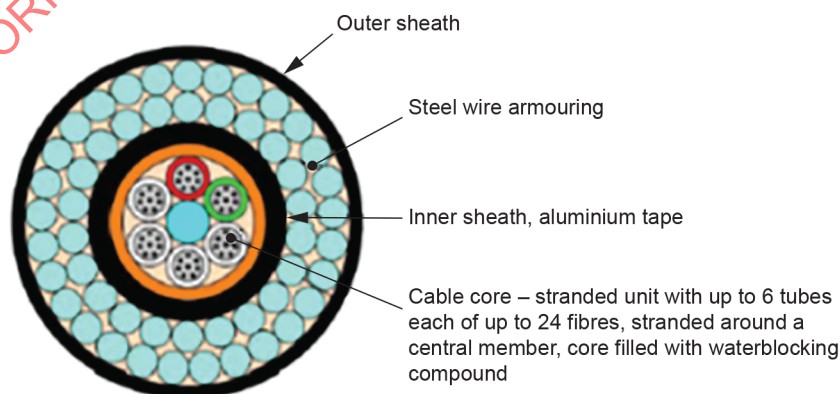


Figure C.9 – Optical fibre sewer cable for laying – Corrugated steel



Sample of 144 OF

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

Bibliography

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

IEC 60794-3-20, *Optical fibre cables – Part 3-20: Outdoor cables – Family specification for self-supporting aerial telecommunication cables*

IEC 60794-4, *Optical fibre cables – Part 4: Sectional specification – Aerial optical cables along electrical power lines*

IEC 62305-1, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

IEC TR 62691, *Optical fibre cables – Guidelines to the installation of optical fibre cables*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-3-40:2022

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 60794-3-40:2022

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
1 Domaine d'application	38
2 Références normatives	38
3 Termes et définitions, symboles et termes abrégés	39
4 Exigences générales	39
4.1 Fibres optiques	39
4.2 Elément de câble	39
4.3 Construction des câbles à fibres optiques et des conduits.....	39
4.3.1 Généralités	39
4.3.2 Conduits	40
4.3.3 Câbles en égouts.....	40
4.3.4 Protection contre les rongeurs	40
5 Détails concernant les exigences de famille et les conditions d'essai du câble à fibres optiques et du conduit.....	41
5.1 Câble pour installation dans des conduits (fixés au préalable à la paroi de l'égout)	41
5.2 Câble pour installation directe dans la canalisation d'égout.....	41
5.3 Construction du conduit	41
5.4 Conditions de fonctionnement.....	41
5.5 Essais mécaniques et environnementaux.....	41
5.5.1 Conduits	41
5.5.2 Câble pour installation dans des conduits (fixés au préalable à la paroi de l'égout)	45
5.5.3 Câbles pour l'installation directe dans la canalisation d'égout.....	51
Annexe A (informative) Spécification particulière-cadre – Description des câbles en égouts	57
A.1 Description du conduit	57
A.2 Câble pour installation dans des conduits (fixés au préalable à la paroi de l'égout)	58
A.3 Câbles pour l'installation directe dans la canalisation d'égout	59
Annexe B (informative) Câbles pour les égouts non accessibles par l'homme	60
Annexe C (informative) Exemples de conduits et de câbles en égouts	61
C.1 Câbles à tubes pour une installation en conduits	61
C.1.1 Câbles en égouts diélectriques	61
C.1.2 Câble en égouts installé dans un conduit	61
C.2 Câbles à tubes pour installation directe dans la canalisation d'égout	62
C.2.1 Câbles à visser à la paroi intérieure de l'égout.....	62
C.2.2 Câbles tendus entre trous d'homme, d'une manière similaire aux câbles aériens	63
C.2.3 Câbles pour pose sur le sol de l'égout	64
Bibliographie.....	66
Figure C.1 – Câble à fibres optiques diélectriques en égouts	61
Figure C.2 – Câble à fibres optiques diélectriques en égouts	61
Figure C.3 – Câble à fibres optiques en égouts dans un conduit	62
Figure C.4 – Câble à fibres optiques en égouts pour installation directe – membrures de renfort périphérique	62

Figure C.5 – Câble à fibres optiques en égouts pour installation directe – armure en fil d'acier	63
Figure C.6 – Câble à fibres optiques en égouts destinés à être tendus – membrures de renfort périphériques.....	63
Figure C.7 – Câble à fibres optiques en égouts destinés à être tendus – armure en fil d'acier	64
Figure C.8 – Câble à fibres optiques en égouts pour pose – ruban en aluminium.....	64
Figure C.9 – Câble à fibres optiques en égouts pour pose – acier ondulé	65
Figure C.10 – Câble à fibres optiques en égouts pour pose – armure en double couche de fil d'acier	65
Tableau 1 – Essais applicables aux conduits	42
Tableau 2 – Câble à fibres optiques – Essais applicables	46
Tableau 3 – Essais applicables.....	51
Tableau A.1 – Description du conduit.....	57
Tableau A.2 – Description des câbles à fibres optiques en égouts – en conduits	58
Tableau A.3 – Description des câbles à fibres optiques en égouts – installation directe.....	59
Tableau B.1 – Caractéristiques des câbles à fibres optiques dans les égouts non accessibles par l'homme.....	60

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CÂBLES À FIBRES OPTIQUES –

**Partie 3-40: Câbles extérieurs –
Spécification de famille pour les câbles destinés aux évacuations d'eaux
sanitaires et pluviales**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 60794-3-40 a été établie par le sous-comité 86A: Fibres et câbles, du comité d'études 86 de l'IEC: Fibres optiques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette seconde édition annule et remplace la première édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) le présent document suit la nouvelle structure relative aux spécifications de famille. Les symboles et abréviations ont été inclus à l'Article 3, et l'Article 4 s'intitule désormais Exigences générales, et est composé de 4.1 Fibres optiques, 4.2 Elément de câble et 4.3 Construction d'un câble à fibres optiques;
- b) l'Annexe D a été supprimée étant donné qu'elle fait partie intégrante de l'IEC TR 62691;
- c) le présent document a été simplifié en s'appuyant sur des références à l'IEC 60794-1-1, l'IEC 60793-2, l'IEC 60794-3 et la série IEC 60794-1-2x;
- d) la tolérance en matière de déformation de la fibre pour les essais de traction a été mise à jour;
- e) le Tableau 5, le Tableau 6 et le Tableau 7, Caractéristiques, ont été déplacés à l'Annexe A (informative).

Le texte de la présente Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
86A/2189/FDIS	86A/2191/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60794, publiées sous le titre général *Câbles à fibres optiques*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il 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 destinés aux évacuations d'eaux sanitaires et pluviales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60794 est une spécification de famille qui s'applique aux câbles en égouts et aux conduits en vue de leur installation par soufflage et/ou tirage dans les évacuations d'eaux pluviales et sanitaires accessibles et non accessibles par l'homme. Les systèmes intégrant des éléments couverts par le présent document sont soumis aux exigences de la spécification intermédiaire IEC 60794-3.

Il est nécessaire que les constructions des câbles en égouts et des conduits satisfassent 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 à l'Annexe A et l'Annexe B pour les égouts non accessibles par l'homme.

L'Article 5 décrit les caractéristiques des câbles en égouts et des conduits en vue de leur installation par soufflage, tirage ou d'autres moyens dans des évacuations d'eaux pluviales et sanitaires.

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

Il importe d'interpréter les critères d'acceptation en conséquence. Le nombre de fibres soumises à l'essai est représentatif du câble en égouts et il fait l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60794-1-1, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-1: Spécification générique – Généralités*

IEC 60794-1-2, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-2: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Recommandations générales*

IEC 60794-1-21, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-21: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essai mécanique*

IEC 60794-1-22, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-22: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement*

IEC 60794-1-23, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-23: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essai des câbles optiques – Méthodes d'essai d'éléments de câbles*

IEC 60794-1-215, *Câbles à fibres optiques – Partie 1-215: Spécification générique – Procédures fondamentales d'essais des câbles optiques – Méthodes d'essais d'environnement – Essai de résistance au gel en extérieur des câbles, méthode F15*

IEC 60794-3-2014, *Câbles à fibres optiques – Partie 3: Câbles extérieurs – Spécification intermédiaire*

IEC 60794-5, *Câbles à fibres optiques – Partie 5: Spécification intermédiaire – Câblage en micro-conduits pour installation par soufflage*

IEC 60794-5-10, *Câbles à fibres optiques – Partie 5-10: Spécification de famille – Câbles extérieurs à fibres optiques en micro-conduit, micro-conduits et micro-conduits protégés pour installation par soufflage*

IEC 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC TR 62362:2020, *Selection of optical fibre cable specifications relative to mechanical, ingress, climatic or electromagnetic characteristics – Guidance* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions, symboles et termes abrégés

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, symboles et termes abrégés donnés dans l'IEC 60794-1-1 s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia, disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>.

4 Exigences générales

4.1 Fibres optiques

La fibre optique doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60793-2. Le type de fibre doit faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. La fibre câblée doit être conforme à l'IEC 60794-3.

4.2 Élément de câble

Les éléments de câble doivent être conformes à l'IEC 60794-3.

4.3 Construction des câbles à fibres optiques et des conduits

4.3.1 Généralités

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

Les essais de la présente spécification visent à évaluer les performances des câbles et des conduits, tels qu'ils sont fabriqués et dans le cadre d'essais convenus de vieillissement et de limite de performances. Ces essais ne sont pas destinés à définir les performances de fin de vie. Voir IEC 60794-3:2014, 6.1.

Les matériaux utilisés dans le câble ou le conduit ne doivent pas présenter de danger pour la santé dans le cadre de l'utilisation prévue.

Le système de fixation et les accessoires associés aux câbles et aux conduits du présent document ne sont pas spécifiés ici. Ces parties doivent faire l'objet d'un accord entre le client et l'installateur en fonction de la technique d'installation.

L'Annexe C représente des exemples de conduits et de câbles en égouts.

4.3.2 Conduits

Si des conduits sont utilisés, ils doivent satisfaire aux considérations de 4.3.3 en matière d'installation et de conception du système.

Les conduits doivent être capables de résister aux différences de pression nécessaires à l'installation par soufflage, ainsi qu'à la pression extérieure due aux opérations de nettoyage des égouts. Les conduits doivent être circulaires et, si nécessaire, annelés transversalement sur toute leur longueur. Le matériau doit résister à toutes les attaques chimiques du liquide de l'égout lui-même. Ces dangers liés aux produits chimiques, ainsi que les dimensions géométriques du conduit, par exemple diamètres intérieur et extérieur, épaisseur globale minimale de la paroi, doivent être convenus entre le client et le fournisseur.

NOTE Par exemple, les conduits en acier inoxydable ont présenté des performances fiables.

4.3.3 Câbles en égouts

Il convient qu'un câble en égouts conforme au présent document soit adapté à une installation dans les égouts d'eaux pluviales et sanitaires accessibles et non accessibles par l'homme, ainsi qu'aux systèmes d'égout secondaires, selon les méthodes d'installation convenues entre le client et le fournisseur. Les méthodes d'installation habituelles sont:

- soufflage et/ou tirage dans un conduit, fixé au préalable aux parois de l'égout ou, pour les égouts secondaires, placé entre l'égout secondaire et le système de canalisation principal; et
- installation directe dans la canalisation d'égout, selon les applications suivantes:
 - perçage et vissage à la paroi intérieure;
 - câbles tendus entre trous d'homme, etc., d'une manière similaire aux câbles aériens;
 - pose sur le sol de l'égout.

La taille et l'installation du câble en égouts doivent être telles qu'elles ne limitent pas le débit de l'égout ni ne gênent la circulation des débris dans la canalisation d'égout, comme cela est convenu entre le client et le fournisseur.

Les câbles en égouts installés sans conduit dans les systèmes d'égout doivent être construits de manière à résister aux attaques chimiques du liquide de l'égout. Ces dangers liés aux produits chimiques doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur, en utilisant 5.5.3.3.9 comme recommandations.

4.3.4 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.

5 Détails concernant les exigences de famille et les conditions d'essai du câble à fibres optiques et du conduit

5.1 Câble pour installation dans des conduits (fixés au préalable à la paroi de l'égout)

La construction du câble doit être conforme à l'IEC 60794-3, l'IEC 60794-5 ou l'IEC 60794-5-10, selon le cas.

5.2 Câble pour installation directe dans la canalisation d'égout

La construction du câble doit être conforme à l'IEC 60794-3.

5.3 Construction du conduit

La construction du conduit doit satisfaire aux exigences de performances pour l'environnement des égouts compatibles avec les prévisions de performances des câbles de l'IEC 60794-3, de l'IEC 60794-5 et de l'IEC 60794-5-10 applicables aux micro-conduits. Les attributs spécifiques à prendre en considération lors de la construction du conduit sont les suivants:

- matériaux;
- dimensions du conduit – diamètre intérieur et diamètre extérieur;
- types de barrières contre l'humidité (le cas échéant) – matériaux, rubans métalliques, etc.;
- pour les conduits (métalliques) annelés – épaisseur du ruban métallique, profondeur et pas de l'ondulation, exigences de recouvrement;
- pour les tubes intérieurs (le cas échéant) – matériaux du tube, dimensions du tube.

Les attributs de performances doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

5.4 Conditions de fonctionnement

Les conditions de fonctionnement des câbles à l'intérieur de l'égout peuvent être différentes de celles des câbles généraux de l'IEC 60794-3. Les différents régimes de fonctionnement, le cas échéant, doivent faire l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur. Tous les régimes de fonctionnement se produisant lorsque le câble sort du système d'égouts doivent également être pris en considération. Les considérations classiques sont les suivantes:

- les températures des fluides d'égout, en particulier les températures élevées;
- les gammes conventionnelles de températures de fonctionnement, qui peuvent être moins sévères que les températures habituelles pour les câbles de l'IEC 60794-3, en particulier les températures extrêmes basses;
- l'exposition chimique, selon 5.5.3.3.9; et
- d'autres conditions particulières faisant l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

5.5 Essais mécaniques et environnementaux

5.5.1 Conduits

5.5.1.1 Essais de conduit (choisir les essais applicables)

Les essais énumérés dans le Tableau 1 sont ceux relevés dans l'IEC 60794-3, l'IEC 60794-5 et l'IEC 60794-5-10 qui s'appliquent aux conduits.

Tableau 1 – Essais applicables aux conduits

Caractéristiques	IEC 60794-3:2014 (IEC 60794-5-10:2014) ^a	Exigences de famille	Méthodes d'essai	Remarques
Tenue à la pression	(6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.2	IEC 60794-1-22, méthode F13	Si la résistance à la pression extérieure est exigée, l'IEC 60794-1-22, méthode F10, peut être utilisée comme convenu entre le client et le fournisseur.
Résistance à la traction	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.3	IEC 60794-1-21, méthode E1	
Ecrasement	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.5	IEC 60794-1-21, méthode E3A	
Chocs	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.6	IEC 60794-1-21, méthode E4	
Courbures répétées	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.7	IEC 60794-1-21, méthode E6	
Torsion	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.8	IEC 60794-1-21, méthode E7	
Pliures (effet de paille)	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.4	IEC 60794-1-21, méthode E10	
Courbure	Article 9, Tableau 3 (Courbure) (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.9	IEC 60794-1-21, méthode E11B	
Courbure sous tension	Article 9, Tableau 3	5.5.1.2.10	IEC 60794-1-21, méthode E18A, procédure 1	
Vieillissement	Article 9, Tableau 3 (6.1, Tableau 3)	5.5.1.2.11	IEC 60794-1-22, méthode F9	
^a IEC 60794-3 ou IEC 60794-5-10, selon le cas.				

5.5.1.2 Détails des exigences de famille et des conditions d'essai pour les conduits

5.5.1.2.1 Généralités

Les essais doivent être choisis d'après le Tableau 1 et ce qui suit.

5.5.1.2.2 Tenue à la pression

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur le conduit.

b) Conditions d'essai:

- méthode: IEC 60794-1-22, méthode F13;
- appliquer une pression d'air égale à 2,5 fois la pression d'installation indiquée à la température ambiante normalisée, conformément à l'IEC 60794-1-2, pendant 30 min;
- appliquer une pression d'air égale à 1,3 fois la pression d'installation spécifiée et la maintenir à 40 °C ou à une autre température élevée spécifiée, pendant 24 h.

5.5.1.2.3 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage, et le diamètre extérieur ne doit pas varier de plus de 10 %.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E1.

Longueur d'échantillon sous tension: ≥ 50 m, selon la méthode E1. Si l'exactitude de mesure et les effets à l'extrémité sont pris en compte, des longueurs plus courtes peuvent être utilisées dans le cadre d'un accord entre le client et le fournisseur.

Charge de traction sur l'échantillon: 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 courbure minimal sous charge spécifié pour le conduit.

T_M : équivaut au poids de 1 km de conduit.

5.5.1.2.4 Pliures (effet de paille)

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune pliure des conduits.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E10

Diamètre minimal: 20 fois le diamètre extérieur du conduit.

5.5.1.2.5 Ecrasement

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur le conduit. Aucune déformation résiduelle supérieure à 15 % du diamètre du conduit, aucune fissure ni aucun dommage permanent ne doit apparaître après suppression de la charge. L'empreinte des plaques sur la surface du conduit n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E3A

Longueur d'échantillon: 250 mm

Charge (plaque/plaque):

- conduit non armé: 1,5 kN
- conduit armé: 2,2 kN

Durée: 60 s

Temps de rétablissement: 1 h

5.5.1.2.6 Chocs

a) Exigences de famille

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

b) Conditions d'essai

Méthode: par analogie à l'IEC 60794-1-21, méthode E4

Rayon de courbure de la surface de frappe: 300 mm au moins (marteau plat)

Energie du choc:

- conduit non armé: 10 J;
- conduit armé: 20 J à 30 J, en fonction des conditions d'utilisation particulières.

Temps de rétablissement: 1 h

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

5.5.1.2.7 Courbures répétées

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune fissure, rupture ni aucun autre dommage permanent sur l'échantillon de conduit. Si le conduit comprend une armure métallique, il ne doit présenter aucune fissure de plus de 5 mm de longueur. Le diamètre extérieur de l'échantillon de conduit ne doit présenter aucune réduction de plus de 15 %.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E6
 Diamètre de courbure: $40 \times D_{\text{ext}}$ (diamètre extérieur)
 Charge: appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin
 Nombre de cycles: 25

5.5.1.2.8 Torsion

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune fissure ni aucun autre dommage permanent sur l'échantillon de conduit. Le diamètre extérieur de l'échantillon de conduit ne doit présenter aucune réduction de plus de 15 %.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E7;
 Longueur maximale entre repères: 2 m.

5.5.1.2.9 Courbure

a) Exigences de famille

Après dissection, les diamètres extérieur et intérieur de l'échantillon de conduit ne doivent présenter, lors de l'examen visuel sans agrandissement, aucun dommage après l'essai. Si le conduit comprend une armure métallique, il ne doit présenter aucune fissure. Le diamètre extérieur de l'échantillon de conduit ne doit présenter aucune réduction de plus de 15 %.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E11B
 Diamètre du mandrin: $40 \times D_{\text{ext}}$
 Nombre de cycles: 3

5.5.1.2.10 Courbure sous tension

a) Exigences de famille

Après dissection, les diamètres extérieur et intérieur de l'échantillon de conduit ne doivent présenter, lors de l'examen visuel sans agrandissement, aucun dommage après l'essai. Si le conduit comprend une armure métallique, il ne doit présenter aucune fissure. Le diamètre extérieur de l'échantillon de conduit ne doit présenter aucune réduction de plus de 15 %.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E18A, procédure 1
 Diamètre du mandrin: $40 \times D_{\text{ext}}$ ou diamètre de courbure minimal du conduit, la valeur la plus faible étant retenue
 Tension: T_M , tension d'installation assignée
 Angle de courbure: 90°
 Distance d'essai: $100 \times D_{\text{ext}}$
 Nombre de cycles: 10

5.5.1.2.11 Vieillissement

a) Exigences de famille

Les essais suivants doivent être appliqués après le vieillissement:

- l'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucune fissure ni aucun autre dommage permanent sur l'échantillon de conduit;
- à l'issue des essais de traction et d'allongement du matériau de l'IEC 60811-501, le matériau du conduit doit conserver au moins 85 % des valeurs avant vieillissement;
- l'échantillon de conduit doit satisfaire à l'essai de courbure de 5.5.1.2.9.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-22, méthode F9
Température:	85 °C
Durée:	168 h

5.5.2 Câble pour installation dans des conduits (fixés au préalable à la paroi de l'égout)

5.5.2.1 Généralités

Les câbles installés dans les conduits à l'intérieur des égouts respectent les dispositions de l'IEC 60794-3. Dans certains cas, les systèmes de câbles sont conçus pour respecter les dispositions de l'IEC 60794-5 et de l'IEC 60794-5-10. Dans ce cas, consulter les lignes directrices de l'IEC 60794-5-10 relatives à l'accord entre le fabricant et le client.

5.5.2.2 Essais applicables

Tableau 2 – Câble à fibres optiques – Essais applicables

Caractéristiques	IEC 60794-3:2014	Exigences de famille	Méthodes d'essai	Remarques
Résistance à la traction	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.2	IEC 60794-1-21, méthode E1	
Ecrasement	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.6	IEC 60794-1-21, méthode E3A	
Chocs	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.7	IEC 60794-1-21, méthode E4	
Courbures répétées	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.3	IEC 60794-1-21, méthode E6	
Torsion	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.4	IEC 60794-1-21, méthode E7	
Pliures (effet de paille)	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.9	IEC 60794-1-21, méthode E10	
Courbure	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.5	IEC 60794-1-21, méthode E11A	
Courbure sous tension	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.10	IEC 60794-1-21, méthode E18A, procédure 1	
Soufflage	---	Selon la spécification particulière	IEC 60794-1-21, méthode E24	Les exigences varient selon la canalisation, le câble et l'installation.
Vieillessement	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.11	IEC 60794-1-22, méthode F9	
Stabilité de l'adhérence du revêtement	Article 8, Tableau 2	5.5.2.3.12	IEC 60794-1-22, méthode F9 IEC 60794-1-23, méthode G10A, G10B ou G10C, selon le cas.	
Cycles de température	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.8	IEC 60794-1-22, méthode F1	
Pénétration d'eau	Article 9, Tableau 3	5.5.2.3.13	IEC 60794-1-22, méthode F5B ou F5C	
Gel	----	5.5.2.3.14	IEC 60794-1-215, méthode F15A ou F15B	Si certaines parties d'un câble, ou le câble dans le conduit, sont susceptibles de geler.

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

5.5.2.3.1 Généralités

Les essais doivent être choisis d'après le Tableau 2 et ce qui suit.

L'affaiblissement doit être mesuré à la température ambiante, sauf spécification contraire dans les essais particuliers.

L'affaiblissement doit être mesuré à 1 550 nm pour les fibres unimodales et à 1 300 nm pour les fibres multimodales ou à la longueur d'onde de fonctionnement spécifiée par le client.

Pour le fonctionnement dans la bande L, les mesurages doivent être réalisés à 1 625 nm et doivent donner une valeur faisant l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

5.5.2.3.2 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

Le câble étant soumis à une charge de traction à court terme (T_M , charge de traction assignée):

- la déformation axiale de la fibre doit être $< 60 \%$ de la déformation d'épreuve de la fibre; et
- l'affaiblissement doit être mesuré et consigné.

Le câble étant soumis à une charge de traction à long terme (T_L , charge résiduelle):

- la déformation axiale de la fibre doit être:
 - $< 20 \%$ de l'essai d'épreuve de la fibre, pour les fibres soumises à un essai d'épreuve avec un pourcentage de déformation $\leq 1 \%$ (par exemple 0,69 GPa, déformation absolue 0,2 %); et
 - $< 17 \%$ de l'essai d'épreuve de la fibre, pour les fibres soumises à un essai d'épreuve avec un pourcentage de déformation supérieur à 1 % jusqu'à 2 % (par exemple 0,69 GPa à 1,38 GPa, déformation absolue 0,34 % pour les fibres soumises à l'essai d'épreuve à 2 %); et

NOTE Pour les fibres soumises à l'essai d'épreuve avec des pourcentages de déformation supérieurs à 1 %, la charge à long terme de sécurité n'est pas linéairement proportionnelle à la déformation d'épreuve, ainsi un pourcentage de déformation d'épreuve plus faible est applicable. Il n'existe pas d'accord fixant des limites de déformation pour les essais d'épreuve avec des pourcentages de déformation supérieurs à 2 %.

- l'affaiblissement ne doit pas augmenter.

Après l'essai, l'affaiblissement ne doit pas varier.

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 60794-1-21, méthode E1

Longueur de câble sous tension: supérieure ou égale à 50 m. S'il est tenu compte de l'exactitude de mesure et des effets d'extrémités, des longueurs plus courtes peuvent être utilisées, dans le cadre d'un accord entre le client et le fournisseur;

Longueur de fibre: longueur du câble fini

Charge de traction sur le câble: la charge de traction à long terme (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 courbure sous charge minimal spécifié pour le câble

T_M : équivalent au poids de 1 km de câble en égouts ou 50 N, la valeur la plus élevée étant retenue (soufflage dans une conduite)

T_M : supérieur ou équivalent à 1,5 fois le poids de 1 km (tirage dans une conduite)

T_L : $0,3 \times T_M$

5.5.2.3.3 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 60794-1-21, méthode E6

Rayon de courbure: 20 d

Charge: appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin
 Nombre de cycles: 25

5.5.2.3.4 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 pour la fibre unimodale.

Il ne doit se produire aucune variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E7

5.5.2.3.5 Courbure

a) Exigences de famille

Il ne doit se produire aucune variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai à la température ambiante.

La variation d'affaiblissement après l'essai, s'il est réalisé à -30°C , si cela est exigé, doit être inférieure ou égale à 0,1 dB pour la fibre unimodale.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E11

Diamètre du mandrin: 20 d ou diamètre de courbure minimal du câble, la valeur la plus élevée étant retenue.

Pour les câbles avec élément de renfort non métallique et/ou armature métallique, la courbure doit être limitée à une valeur comprise entre 20 d à 80 d .

Nombre de tours/spires: 4

Nombre de cycles: 3

5.5.2.3.6 Ecrasement

a) Exigences de famille

Immédiatement après la suppression de la charge, l'affaiblissement ne doit pas augmenter.

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 sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E3A

Charge: 500 N

Durée de charge: 1 min

5.5.2.3.7 Chocs

a) Exigences de famille

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

Il ne doit se produire aucune variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E4

Rayon de courbure de la surface de frappe: 300 mm au moins (marteau plat)

Energie du choc:	1 J Des énergies alternatives peuvent être utilisées dans le cadre d'un accord entre le client et le client.
Nombre de chocs:	1, à 3 endroits différents espacés d'au moins 500 mm

5.5.2.3.8 Cycles de température

a) Exigences de famille

Pendant le dernier cycle, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à T_{A1} ou T_{B1} , si cela est spécifié.

Pendant le dernier cycle, la variation d'affaiblissement à T_{A2} ou T_{B2} doit être inférieure à 0,15 dB/km pour la fibre unimodale. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-22, méthode F1

Définition du cycle: température ambiante à T_{B2} à T_{A2} à la température ambiante.

Définition du dernier cycle: température ambiante, T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} avec un mesurage final à la température de la pièce; T_{A1} ou T_{B1} est uniquement utilisé si cela est spécifié.

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

Température élevée, T_{B2} : +60 °C à +70 °C, en fonction des exigences du client.

Température élevée, T_{B1} , si cela est spécifié: +30 °C à +60 °C, en fonction des exigences du client.

Température basse, T_{A1} , si cela est spécifié: –10 °C à –15 °C, en fonction des exigences du client.

Température basse, T_{A2} : T_{A1} à –30 °C ou –45 °C, en fonction des exigences du client.

D'autres valeurs de température correspondant à des conditions climatiques spécifiques peuvent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client.

t_1 : temps jusqu'à ce que le palier de température soit atteint

nombre de cycles: 2, mais des cycles supplémentaires peuvent être nécessaires en fonction d'exigences particulières du client

5.5.2.3.9 Pliures (effet de paille)

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur le câble.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E10

Diamètre minimal: $40 \times d$

5.5.2.3.10 Courbure sous tension

a) Exigences de famille

L'examen visuel sans agrandissement de l'échantillon de câble ne doit révéler aucun dommage après l'essai.

b) Conditions d'essai:

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E18A, procédure 1

Diamètre du mandrin: $40 \times D_{ext}$ ou diamètre de courbure minimal du câble, la valeur la plus faible étant retenue

Tension: T_M , tension d'installation assignée

Angle de courbure:	90°
Distance d'essai:	100 × D _{ext}
Nombre de cycles:	10

5.5.2.3.11 Vieillissement

a) Exigences de famille

Les critères suivants doivent être appliqués après le vieillissement:

l'examen visuel sans agrandissement ne doit révéler aucun dommage sur l'échantillon de câble;

la modification admissible de l'affaiblissement est décrite dans l'IEC 60794-1-22, méthode F9.

b) Conditions d'essai:

Méthode:	IEC 60794-1-22, méthode F9
Température:	85 °C
Durée:	168 h

5.5.2.3.12 Stabilité de l'adhérence du revêtement

a) Exigences de famille

Après le vieillissement selon l'IEC 60794-1-22, méthode F9, la fibre, le ruban ou la fibre sous revêtement protecteur doivent satisfaire aux critères suivants.

fibre: le revêtement ne doit présenter aucun signe de craquelure, de fissure ou de déstratification lors d'un examen réalisé avec un agrandissement de 5X.

La force exigée pour enlever le revêtement de la fibre (30 mm, selon l'IEC 60794-1-23, méthode G10A) doit être comprise entre 1,0 N et 9,0 N.

Ruban: la matrice du ruban et le revêtement de la fibre doivent être retirés sans casser les fibres. La propreté doit être conforme à l'IEC 60794-1-23, méthode G10B.

Fibre sous revêtement protecteur:

- revêtement protecteur serré: la force exigée pour enlever le matériau du revêtement protecteur et le revêtement de la fibre (15 mm, selon l'IEC 60794-1-23, méthode G10C) doit être comprise entre 1,3 N et 13,3 N;
- revêtement protecteur semi-serré: le revêtement protecteur doit être retiré en une seule opération, en laissant le revêtement de la fibre intact.

La force exigée pour enlever le revêtement de la fibre (30 mm, selon l'IEC 60794-1-23, méthode G10C) doit être inférieure à 13,3 N.

b) Conditions d'essai

Méthode: l'IEC 60794-1-22, méthode F9, et l'IEC 60794-1-23, méthodes G10A (fibre), G10B (ruban) ou G10C (fibre sous revêtement protecteur)

5.5.2.3.13 Pénétration d'eau

a) Exigences de famille

Les éprouvettes de câble ne doivent présenter aucune fuite d'eau, conformément à l'IEC 60794-1-22, méthode F5B (câble rempli de gel) ou F5C (câble à bloc sec).

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-22, méthode F5B, pour le câble rempli de gel IEC 60794-1-22, méthode F5C, pour le câble à bloc sec
----------	---

5.5.2.3.14 Gel

a) Exigences de famille

Pour étude ultérieure

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-215, méthode F15A, Essai de résistance au gel en extérieur des câbles pour un câble enfoui, par exemple dans de la terre humide ou de l'eau

Méthode: IEC 60794-1-215, méthode F15B, Essai de résistance au gel en extérieur des câbles dans un conduit (gaine) rigide

5.5.3 Câbles pour l'installation directe dans la canalisation d'égout**5.5.3.1 Généralités**

Les câbles installés dans les égouts sans conduit doivent être conformes à l'IEC 60794-3 et aux autres spécifications citées en référence dans le Tableau 3.

5.5.3.2 Essais applicables**Tableau 3 – Essais applicables**

Caractéristiques	IEC 60794-3:2014	Exigences de famille	Méthodes d'essai	Remarques
Résistance à la traction	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.2	IEC 60794-1-21, méthode E1	
Ecrasement	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.6	IEC 60794-1-21, méthode E3A	
Chocs	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.7	IEC 60794-1-21, méthode E4	
Courbures répétées	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.3	IEC 60794-1-21, méthode E6	
Torsion	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.4	IEC 60794-1-21, méthode E7	
Pliures (effet de paille)	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.10	IEC 60794-1-21, méthode E10	
Courbure	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.5	IEC 60794-1-21, méthode E11B	
Courbure sous tension	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.11	IEC 60794-1-21, méthode E18A, procédure 1	
Vieillessement	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.12	IEC 60794-1-22, méthode F9	
Stabilité de l'adhérence du revêtement	Article 8, Tableau 2	5.5.3.3.13	IEC 60794-1-22, méthode F9 IEC 60794-1-23, méthode G10A, G10B ou G10C, selon le cas.	
Cycles de température	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.8	IEC 60794-1-22, méthode F1	
Pénétration d'eau	Article 9, Tableau 3	5.5.3.3.14	IEC 60794-1-22, méthode F5B ou F5C	
Exposition chimique	---	5.5.3.3.9	IEC TR 62362	
Gel	---	5.5.3.3.15	IEC 60794-1-215, méthode F15A ou F15B	Si certaines parties d'un câble sont susceptibles de geler.

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

5.5.3.3.1 Généralités

Les essais doivent être choisis d'après le Tableau 3 et ce qui suit.

L'affaiblissement doit être mesuré à la température ambiante, sauf spécification contraire dans les essais particuliers.

L'affaiblissement doit être mesuré à 1 550 nm pour les fibres unimodales et à 1 300 nm pour les fibres multimodales ou à la longueur d'onde de fonctionnement spécifiée par le client.

Pour le fonctionnement dans la bande L, les mesurages doivent être réalisés à 1 625 nm et doivent donner une valeur faisant l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

5.5.3.3.2 Résistance à la traction

a) Exigences de famille

Le câble étant soumis à une charge de traction à court terme (T_M , charge de traction assignée):

- la déformation axiale de la fibre doit être < 60 % de la déformation d'épreuve de la fibre; et
- l'affaiblissement doit être mesuré et consigné.

Le câble étant soumis à une charge de traction à court terme (T_L , charge résiduelle):

- la déformation axiale de la fibre doit être:
 - < 20 % de l'essai d'épreuve de la fibre, pour les fibres soumises à un essai d'épreuve avec un pourcentage de déformation ≤ 1 % (par exemple 0,69 GPa, déformation absolue 0,2 %); et
 - < 17 % de l'essai d'épreuve de la fibre, pour les fibres soumises à un essai d'épreuve avec un pourcentage de déformation supérieur à 1 % jusqu'à 2 % (par exemple 0,69 GPa à 1,38 GPa, déformation absolue 0,34 % pour les fibres soumises à l'essai d'épreuve à 2 %); et

NOTE Pour les fibres soumises à l'essai d'épreuve avec des pourcentages de déformation supérieurs à 1 %, la charge à long terme de sécurité n'est pas linéairement proportionnelle à la déformation d'épreuve, ainsi un pourcentage de déformation d'épreuve plus faible est applicable. Il n'existe pas d'accord fixant des limites de déformation pour les essais d'épreuve avec des pourcentages de déformation supérieurs à 2 %.

- l'affaiblissement ne doit pas augmenter.

Après l'essai, l'affaiblissement ne doit pas varier.

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 60794-1-21, méthode E1;

longueur de câble sous tension: supérieure ou égale à 50 m. S'il est tenu compte de l'exactitude de mesure et des effets d'extrémités, des longueurs plus courtes peuvent être utilisées, dans le cadre d'un accord entre le client et le fournisseur;

longueur de fibre: longueur du câble fini;

charge de traction sur le câble: la charge de traction à long terme (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 courbure sous charge minimal spécifié pour le câble;

T_M : équivalent au poids de 1 km de câble en égouts ou 50 N, la valeur la plus élevée étant retenue;

T_L : 30 % de T_M .

5.5.3.3.3 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 60794-1-21, méthode E6

Rayon de courbure: 20 d

Charge: appropriée pour assurer un contact uniforme avec le mandrin

Nombre de cycles: 25

5.5.3.3.4 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 pour la fibre unimodale.

Il ne doit se produire aucune variation de l'affaiblissement à l'issue de l'essai.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, méthode E7

5.5.3.3.5 Courbure

a) Exigences de famille

Il ne doit se produire aucune variation de l'affaiblissement à la température ambiante.

La variation d'affaiblissement, si l'essai est réalisé à -30 °C , si cela est exigé, doit être inférieure ou égale à 0,1 dB pour la fibre unimodale.

NOTE D'autres valeurs de température correspondant à des conditions climatiques spécifiques peuvent faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et le client.

b) Conditions d'essai

Méthode: IEC 60794-1-21, E11

Diamètre du mandrin: 20 d ou diamètre de courbure minimal du câble, la valeur la plus élevée étant retenue.

Pour les câbles comprenant un élément de renfort non métallique et/ou une armature métallique, la courbure doit être limitée à une valeur comprise entre 20 d à 80 d ;

Nombre de tours/spires: 4

Nombre de cycles: 3

5.5.3.3.6 Ecrasement

a) Exigences de famille

Immédiatement après la suppression de la charge, l'affaiblissement ne doit pas augmenter.

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 sur la gaine n'est pas considérée comme un dommage mécanique.

b) Conditions d'essai

Méthode:	IEC 60794-1-21, E3A Appliquer une charge à court terme, la relâcher, puis mesurer l'affaiblissement. Appliquer une charge à long terme, la relâcher, puis mesurer l'affaiblissement.		
Durée de charge:	court terme, 1 min; long terme, 10 min.		
Charges:	court terme:		
	câble non armé	1,5 kN;	
	câble armé	2,2 kN;	
	long terme:		
	câble non armé	0,75 kN;	
	câble armé	1,1 kN.	

5.5.3.3.7 Chocs

a) Exigences de famille

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 une détérioration mécanique.

L'augmentation résiduelle de l'affaiblissement doit être $\leq 0,1$ dB pour les fibres unimodales ou $\leq 0,2$ dB pour les fibres multimodales. 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.

b) Conditions d'essai:

Méthode	IEC 60794-1-21, méthode E4		
Rayon de courbure de la surface de frappe:	300 mm au moins (marteau plat)		
Energie du choc:	câble non armé	10 J;	
	câble armé	20 J.	
D'autres critères peuvent être convenus entre le client et le fournisseur.			
Nombre de chocs:	un en 3 endroits différents espacés d'au moins 500 mm les uns des autres.		

5.5.3.3.8 Cycles de température

a) Exigences de famille

Pendant le dernier cycle, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement à T_{A1} ou T_{B1} . 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.

Pendant le dernier cycle, la variation d'affaiblissement à T_{A2} ou T_{B2} doit être inférieure à 0,15 dB/km pour la fibre unimodale. A la fin de l'essai, il ne doit pas y avoir de variation de l'affaiblissement.

b) Conditions d'essai:

Définition du cycle:	température ambiante à T_{B2} à T_{A2} à la température ambiante		
Définition du dernier cycle:	température ambiante, T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} avec un mesurage final à la température de la pièce		
Méthode:	IEC 60794-1-22, méthode F1		
Définition du cycle:	température ambiante à T_{B2} à T_{A2} à la température ambiante		
Définition du dernier cycle:	température ambiante, T_{A2} , T_{A1} , T_{B1} , T_{B2} avec un mesurage final à la température de la pièce. T_{A1} ou T_{B1} est uniquement utilisé si cela est spécifié.		
Longueur d'échantillon:	longueur du câble fini d'au moins 1 000 m		
Température élevée, T_{B2} :	+60 °C à +70 °C, en fonction des exigences du client		