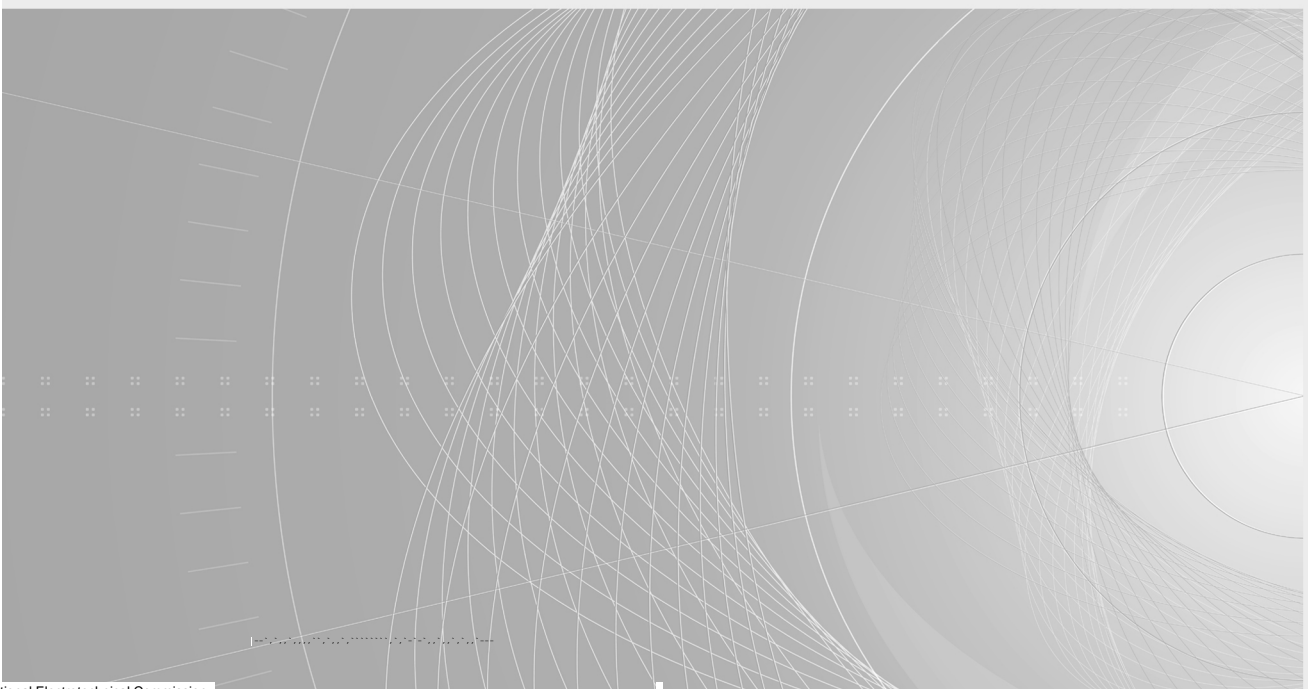


INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Lightning protection system components (LPSC) –
Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –
Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre**





THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2011 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 62561-7

Edition 1.0 2011-11

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Lightning protection system components (LPSC) –
Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds**

**Composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) –
Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

P

ICS 29.020; 91.120.40

ISBN 978-2-88912-793-1

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms and definitions	7
4 Requirements	8
4.1 General	8
4.2 Documentation	8
4.3 Material.....	8
4.4 Marking	8
5 Tests.....	8
5.1 General	8
5.2 Leaching test.....	9
5.2.1 General	9
5.2.2 Determination of leachable ions.....	9
5.2.3 Passing criteria.....	9
5.3 Sulphur determination	9
5.3.1 General	9
5.3.2 Passing criteria.....	9
5.4 Determination of resistivity	9
5.4.1 General	9
5.4.2 Testing apparatus.....	10
5.4.3 Test procedure	11
5.4.4 Passing criteria.....	12
5.5 Corrosion tests	12
5.5.1 General	12
5.5.2 Test apparatus	12
5.5.3 Test preparation	12
5.5.4 Test procedure	12
5.5.5 Passing criteria.....	12
5.6 Marking and indications.....	12
6 Structure and content of the test report	13
6.1 General	13
6.2 Report identification	13
6.2.1 Title or subject of the report.....	13
6.2.2 Name, address and telephone number of the test laboratory	13
6.2.3 Name, address and telephone number of the sub test laboratory where the test was carried out if different from company which has been assigned to perform the test.....	13
6.2.4 Unique identification number (or serial number) of the test report	13
6.2.5 Name and address of the vendor	13
6.2.6 Report shall be paginated and the total number of pages indicated	13
6.2.7 Date of issue of report	13
6.2.8 Date(s) of performance of test(s)	13

6.2.9	Signature and title, or an equivalent identification of the person(s) authorized to sign for the testing laboratory for the content of the report	13
6.3	Signature and title of person(s) conducting the test	14
6.4	Specimen description	14
6.4.1	Sample description	14
6.4.2	Detailed description and unambiguous identification of the test sample and/or test assembly	14
6.4.3	Characterization and condition of the test sample and/or test assembly	14
6.4.4	Sampling procedure, where relevant.....	14
6.4.5	Date of receipt of test items.....	14
6.4.6	Photographs, drawings or any other visual documentation, if available.....	14
6.4.7	Standards and references.....	14
6.4.8	Identification of the test standard used and the date of issue of the standard	14
6.4.9	Other relevant documentation with the documentation date	14
6.5	Test procedure	14
6.5.1	Description of the test procedure	14
6.5.2	Justification for any deviations from, additions to or exclusions from the referenced standard.....	14
6.5.3	Any other information relevant to a specific test such as environmental conditions	14
6.5.4	Configuration of testing assembly	14
6.5.5	Location of the arrangement in the testing area and measuring techniques.....	14
6.6	Testing equipment, description.....	14
6.7	Measuring instruments description	14
6.8	Results and parameters recorded.....	14
6.8.1	The measured, observed or derived results shall be clearly identified, at least for	14
6.8.2	Statement pass/fail.....	15
	Bibliography.....	16
	Figure 1 – Configuration of four–electrode soil box	11

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds

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.

International Standard IEC 62561-7 has been prepared by IEC technical committee 81: Lightning protection.

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

FDIS	Report on voting
81/413/FDIS	81/415/RVD

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

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

A list of all the parts in the IEC 62561 series, under the general title *Lightning protection system components (LPSC)*, can be found on the IEC website.

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

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

.....

INTRODUCTION

This Part 7 of IEC 62561 deals with the requirements and tests for earthing enhancing compounds as being a lightning protection system components (LPSC) designed and implemented according to the IEC 62305 series of standards.

LIGHTNING PROTECTION SYSTEM COMPONENTS (LPSC) –

Part 7: Requirements for earthing enhancing compounds

1 Scope

This Part 7 of IEC 62561 specifies the requirements and tests for earthing enhancing compounds producing low resistance of an earth termination system.

2 Normative references

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

ISO 4689-3, *Iron ores – Determination of sulfur content – Part 3: Combustion/infrared method*

ISO 14869-1, *Soil quality – Dissolution for the determination of total element content – Part 1: Dissolution with hydrofluoric and perchloric acids*

EN 12457-2, *Characterization of waste – Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials and sludges – Part 2: One stage batch test at a liquid to solid ratio of 10 l/kg for materials with particle size below 4 mm (without or with size reduction)*

EN 12506, *Characterization of waste – Analysis of eluates – Determination of pH, As, Ba, Cd, Cl⁻, Co, Cr VI, Cu, Mo, Ni, NO₂⁻, SO₄²⁻, V and Zn*

ASTM G57-06, *Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity, Using the Wenner, Four-Electrode Method*

ASTM G59-97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements*

ASTM G102-89, *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1

earthing enhancing compound

conductive compound producing low resistance of an earth termination system

3.2

manufacturer's instructions

supplier's instructions

written instructions provided by the manufacturer or the supplier in his documentation (see 4.2)

3.3 leaching test

test during which the earthing enhancing compound is put into contact with a leachant and some constituents of the material are extracted

4 Requirements

4.1 General

Earthing enhancing compounds shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and without danger to persons and the surrounding.

The choice of a material depends on its ability to match the particular application requirements.

4.2 Documentation

The manufacturer or supplier of the earthing enhancing compounds shall provide adequate information in his literature to ensure that the installer can select and install the materials in a suitable and safe manner.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The manufacturer in his literature should provide information regarding the maintenance followed by the user over time in order for the characteristics of the earthing enhancing compound to remain stable.

4.3 Material

The material of the earthing enhancing compound shall be chemically inert to subsoil. It shall not pollute the environment. It shall provide a stable environment in terms of physical and chemical properties and exhibit low resistivity. The earthing enhancing compound shall not be corrosive to the earth electrodes being used.

Compliance is checked by the tests specified in 5.2, 5.3, 5.4 and 5.5.

4.4 Marking

All products complying with this standard shall be marked at least with the following:

- a) manufacturer's or responsible vendor's name or trade mark;
- b) identifying symbol;
- c) resistivity.

The marking should be given on the packing unit.

Compliance is checked in accordance with 5.6.

5 Tests

5.1 General

The tests in accordance with this standard are type tests.

Unless otherwise specified, tests are carried out with the specimens prepared as in normal use according to the manufacturer's or supplier's instructions.

All tests are carried out on new specimens.

NOTE Unless otherwise specified, three samples are subjected to each individual test and the requirements are satisfied if all the criteria are met. The applicant, when submitting the material to be tested, may also submit an additional quantity which may be necessary should one test fail. The testing station will then, without further request, repeat the test and will reject only if a further failure occurs. If the additional sample is not submitted at the same time, the failure of one test will entail rejection.

5.2 Leaching test

5.2.1 General

The leaching test shall be performed according to EN 12457-2:

- Fe (iron);
- Cu (copper);
- Zn (zinc);
- Ni (nickel);
- Cd (cadmium);
- Co (cobalt);
- Pb (lead).

5.2.2 Determination of leachable ions

Determination of the concentrations of constituents of interest shall be performed according to EN 12506.

5.2.3 Passing criteria

The criteria are given by national or international regulations.

5.3 Sulphur determination

5.3.1 General

A test for the determination of sulphur shall be performed according to ISO 4689-3 or ISO 14869-1 and the adapted analyses instrumentation (ICP-OES, ICP-AES or other ICP methods).

5.3.2 Passing criteria

The material is deemed to have passed the test if all measured values are less than 2 %. The recorded value resulting from this test shall be indicated within the product documentation.

5.4 Determination of resistivity

5.4.1 General

The four-electrode method is used to measure the resistivity of earthing enhancing compounds as described in ASTM G57-06. Representative samples of the materials shall be taken from a typical package as provided by the manufacturer and prepared in accordance with the manufacturer's instructions. Three samples of the earthing enhancement material shall be tested in a four-electrode soil box.

With the four-electrode method, a voltage is impressed on the outer electrodes which causes current to flow. The resulting voltage drop between the inner electrodes is measured using a voltmeter and the resulting resistance is calculated. The resistance of the material can also be measured directly.

The resistance of each earthing enhancing compound sample shall be converted to the resistivity value using the following formula:

$$\rho = \frac{R \times A}{a}$$

where

ρ is the sample resistivity (Ω cm);

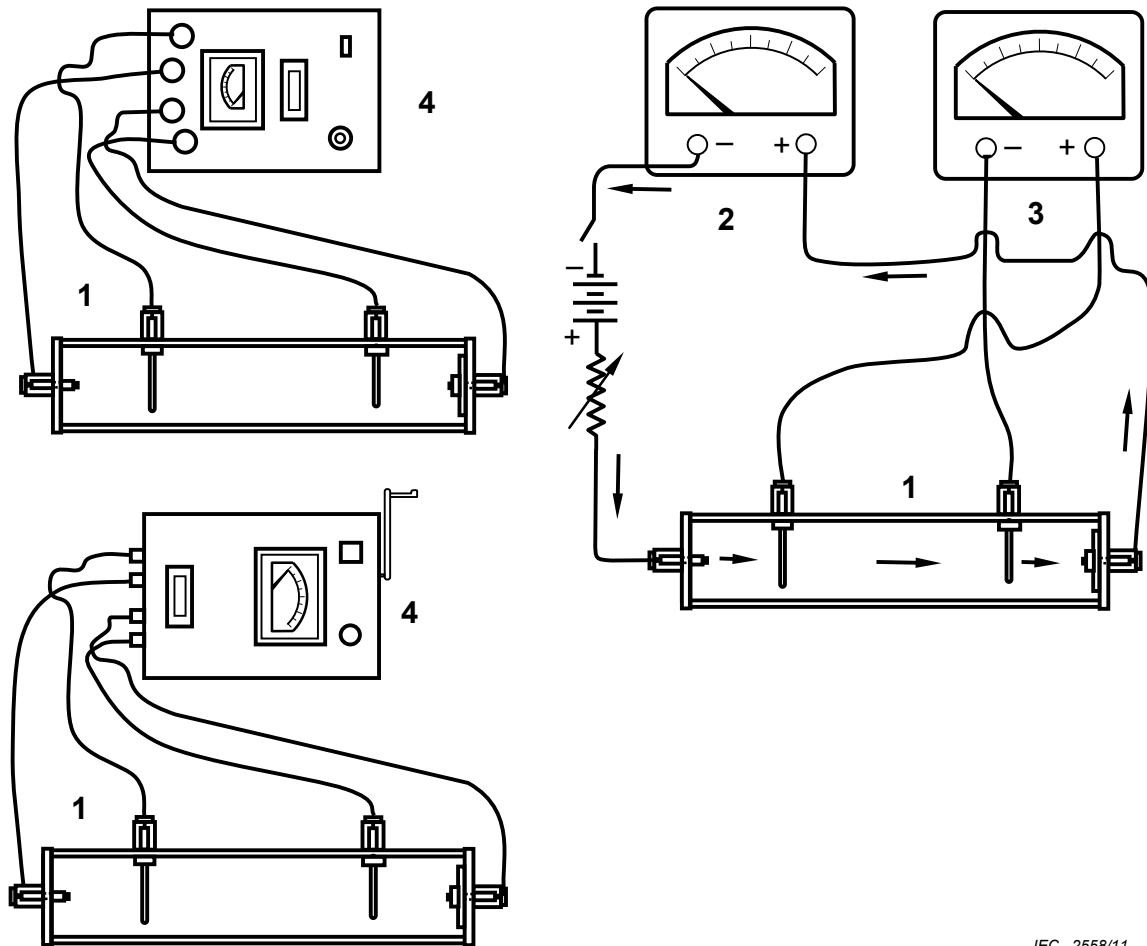
R is the resistance (Ω);

A is the cross sectional area of the container perpendicular to the current flow (cm^2);

a is the inner electrode spacing, measured from inner edges of electrodes (cm).

5.4.2 Testing apparatus

- Any reliable commercially available earth resistance meter having two current and two voltage outputs or low-frequency AC source, a high input impedance voltmeter and ammeter. Typical connections for use of a soil box with various types of instruments are shown in Figure 1.
- Four-electrode soil box, made of an inert non-conductive material with four permanently mounted electrodes manufactured of mild or stainless steel. Soil boxes are commercially available or can be constructed in various sizes, as long as the inside dimensions are known.
- Connecting cables.



IEC 2558/11

Key

- 1 soil box
- 2 ammeter
- 3 voltmeter
- 4 earth resistance meter

Figure 1 – Configuration of four-electrode soil box**5.4.3 Test procedure**

The earthing enhancing compound shall be prepared according to the manufacturer's instructions. If the material is to be installed as provided with no preparation required, the earthing enhancing compound shall be tested as received.

The resistivity measurements shall be taken after the elapsed time, as specified by the manufacturer, to allow for curing or maturing if required.

The sample of earthing enhancing compounds shall be placed in the soil box in a manner to ensure good constant electrical contact between the earth enhancing compound and the electrodes.

The resistance R of the samples shall be measured using the earth resistance meter or technical method (derived from current and voltage measurements) and the resistivity of each sample shall be calculated in accordance with 5.4.1.

5.4.4 Passing criteria

The specimens are deemed to have passed the test if the obtained resistivity value from the three samples are equal or less than the resistivity value claimed by the manufacturer.

5.5 Corrosion tests

5.5.1 General

This test method covers the procedure for determining the corrosiveness of materials used as earth enhancement compounds. The corrosion rate is determined by using potentiodynamic polarization resistance methods as outlined in ASTM G59-97 and ASTM G102-89. The resulting open circuit potential polarization curves will be used to determine the Tafel curves and polarization resistance. The significance of the test is important because earth enhancement materials have to be physically and chemically inert with the earth electrodes in order to avoid corrosion damage to the earthing electrode.

5.5.2 Test apparatus

A three-terminal potentiostat that can be used to impose the positive and negative potential variations and to record the currents needed to obtain potentials:

- distilled water;
- glassware;
- mixer;
- balance with an accuracy of $\pm 0,001$ g.

5.5.3 Test preparation

- Prepare a mix of the earth enhancement material following the manufacturer's instructions.
- Place the three electrodes (working, reference and active electrodes) into the material according to the polarization resistance method.
- Connect to the potentiostat. The working electrode shall be a material to represent the ground electrode (e.g. copper-plated or galvanized steel).
- The active electrode shall be a graphite electrode.
- The reference electrode is typically Cu/CuSO_4 .
- Enhancement material designed to be used in a hardened or solid state shall be tested after the relevant curing period.
- Enhancement material designed to be used within a dry form shall be tested with a minimum 40 % water content.

5.5.4 Test procedure

- Obtain the open circuit potential of the working electrode immersed in the material.
- Obtain the Tafel curve for the material.
- Determine the Tafel constants and the polarization resistance (R_p) values.

5.5.5 Passing criteria

- For copper-plated earth electrodes, the polarization resistance shall be $> 4 \Omega \times \text{m}^2$ for non-aggressive environments and $> 8 \Omega \times \text{m}^2$ for aggressive environments.
- For galvanized earth electrodes, the polarization resistance shall be $> 3 \Omega \times \text{m}^2$ for non-aggressive environments and $> 7,6 \Omega \times \text{m}^2$ for aggressive environments.

5.6 Marking and indications

The information listed below shall be written on the package unit and/or on the installation data sheet and/or in the manufacturer's catalogue.

On each package unit shall be marked in an indelible way

- a) the name of the manufacturer or his trademark,
- b) the type or the serial number of the batch of earthing enhancing compound,
- c) the installation instructions,
- d) the resistivity value and test apparatus used,
- e) the conformity statement to the present standard.

The marking shall be checked by inspection.

6 Structure and content of the test report

6.1 General

The purpose of this clause is to provide general requirements for laboratory test reports as well as to provide means to promote clear, complete reporting procedures for laboratories submitting test reports.

The results of each test carried out by the laboratory shall be reported accurately, clearly, unambiguously and objectively, in accordance with any instructions in the test methods. The results shall be reported in a test report and shall include all the information necessary for the interpretation of the test results and all information required by the method used.

Particular care and attention shall be paid to the arrangement of the report, especially with regard to presentation of the test data and ease of assimilation by the reader. The format shall be carefully and specifically designed for each type of test carried out, but the headings shall be standardized as indicated herein.

The structure of each report shall include, as a minimum, the information according to 6.2 to 6.8.

6.2 Report identification

- 6.2.1** Title or subject of the report
- 6.2.2** Name, address and telephone number of the test laboratory
- 6.2.3** Name, address and telephone number of the sub test laboratory where the test was carried out if different from company which has been assigned to perform the test
- 6.2.4** Unique identification number (or serial number) of the test report
- 6.2.5** Name and address of the vendor
- 6.2.6** Report shall be paginated and the total number of pages indicated
- 6.2.7** Date of issue of report
- 6.2.8** Date(s) of performance of test(s)
- 6.2.9** Signature and title, or an equivalent identification of the person(s) authorized to sign for the testing laboratory for the content of the report

6.3 Signature and title of person(s) conducting the test

6.4 Specimen description

- 6.4.1 Sample description
- 6.4.2 Detailed description and unambiguous identification of the test sample and/or test assembly
- 6.4.3 Characterization and condition of the test sample and/or test assembly
- 6.4.4 Sampling procedure, where relevant
- 6.4.5 Date of receipt of test items
- 6.4.6 Photographs, drawings or any other visual documentation, if available
- 6.4.7 Standards and references
- 6.4.8 Identification of the test standard used and the date of issue of the standard
- 6.4.9 Other relevant documentation with the documentation date

6.5 Test procedure

- 6.5.1 Description of the test procedure
- 6.5.2 Justification for any deviations from, additions to or exclusions from the referenced standard
- 6.5.3 Any other information relevant to a specific test such as environmental conditions
- 6.5.4 Configuration of testing assembly
- 6.5.5 Location of the arrangement in the testing area and measuring techniques

6.6 Testing equipment, description

Description of equipment used for every test conducted, i.e. apparatus used for resistivity measurement (box or tube).

6.7 Measuring instruments description

Characteristics and calibration date of all instruments used for measuring the values specified in the standard (i.e. earth resistance meter, voltmeter, ammeter).

6.8 Results and parameters recorded

- 6.8.1 The measured, observed or derived results shall be clearly identified, at least for
 - independent measured values for each test,
 - the average value for each test,
 - the required passing criterion for each test defined by the standard,
 - the relevant observed or derived results of the tests.

The above shall be presented by tables, graphs, drawings, photographs or other documentation of visual observations, as appropriate.

6.8.2 Statement pass/fail

A statement of pass/fail identifying the part of the test for which the specimen has failed and also a description of the failure. This shall be illustrated by drawings, photographs or other documentation of visual observations as appropriate.

Bibliography

IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*

IEC 62561-2, *Lightning protection system components (LPSC) – Part 2: Requirements for conductors and earth electrodes*¹

¹ Under consideration.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	20
INTRODUCTION.....	22
1 Domaine d'application	23
2 Références normatives.....	23
3 Termes et définitions	23
4 Exigences	24
4.1 Généralités.....	24
4.2 Documentation	24
4.3 Matériau.....	24
4.4 Marquage.....	24
5 Essais	25
5.1 Généralités.....	25
5.2 Essai de lixiviation.....	25
5.2.1 Généralités.....	25
5.2.2 Détermination des ions de lixiviation.....	25
5.2.3 Critères de réussite	25
5.3 Détermination du soufre	25
5.3.1 Généralités.....	25
5.3.2 Critères de réussite	25
5.4 Détermination de la résistivité	26
5.4.1 Généralités.....	26
5.4.2 Appareillage d'essai	26
5.4.3 Procédure d'essai.....	27
5.4.4 Critères de réussite	28
5.5 Essais de corrosion.....	28
5.5.1 Généralités.....	28
5.5.2 Appareillage d'essai	28
5.5.3 Préparation des essais	28
5.5.4 Procédure d'essai.....	28
5.5.5 Critères de réussite	28
5.6 Marquage et indications	29
6 Structure et contenu du rapport d'essai	29
6.1 Généralités.....	29
6.2 Identification du rapport.....	29
6.2.1 Titre ou sujet du rapport	29
6.2.2 Nom, adresse et numéro de téléphone du laboratoire d'essai	29
6.2.3 Nom, adresse et numéro de téléphone du laboratoire d'essai sous traitant où l'essai a été effectué si celui-ci est différent de la société désignée pour effectuer l'essai	29
6.2.4 Numéro d'identification unique (ou numéro de série) du rapport d'essai.....	29
6.2.5 Nom et adresse du fournisseur	29
6.2.6 Le rapport doit être paginé et le nombre total de pages indiqué	29
6.2.7 Date de publication du rapport.....	29
6.2.8 Date(s) de réalisation de(s) essai(s)	29

6.2.9	Signature et titre, ou une identification similaire de la (des) personne(s) autorisée(s) à signer pour le compte du laboratoire d'essai le contenu du rapport.....	29
6.3	Signature et titre de la (des) personne(s) ayant effectué l'essai.....	30
6.4	Description de l'éprouvette	30
6.4.1	Description de l'échantillon	30
6.4.2	Description détaillée et identification non ambiguë de l'échantillon d'essai et/ou du montage d'essai	30
6.4.3	Caractéristiques et état de l'échantillon d'essai et/ou du montage d'essai	30
6.4.4	Procédure d'échantillonnage, le cas échéant	30
6.4.5	Date de réception des échantillons d'essai	30
6.4.6	Photographies, dessins ou tout autre document visuel, si disponible	30
6.4.7	Normes et références	30
6.4.8	Identification de la norme d'essai employée et date de sa publication.....	30
6.4.9	Toute autre documentation utile avec sa date de publication	30
6.5	Procédure d'essai	30
6.5.1	Description de la procédure d'essai	30
6.5.2	Justification de tout écart, ajout ou exclusion par rapport à la norme de référence	30
6.5.3	Toute autre information utile pour un essai spécifique comme les conditions environnementales.....	30
6.5.4	Configuration du montage d'essai.....	30
6.5.5	Emplacement du dispositif dans l'espace d'essai et techniques de mesure	30
6.6	Description des équipements et appareils d'essai.....	30
6.7	Description des instruments de mesure	30
6.8	Résultats et paramètres enregistrés	30
6.8.1	Les mesures, observations ou résultats annexes doivent être clairement identifiés au moins pour	30
6.8.2	Déclaration de réussite/échec.....	31
	Bibliographie.....	32
	Figure 1 – Configuration du récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

COMPOSANTS DES SYSTÈMES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (CSPF) –

Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 62561-7 a été établie par le comité d'études 81 de la CEI: Protection contre la foudre.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
81/413/FDIS	81/415/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62561, publiées sous le titre général *Composants de système de protection contre la foudre (CSPF)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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

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

INTRODUCTION

La présente partie 7 de la CEI 62561 traite des exigences et des essais concernant les enrichisseurs de terre utilisés comme composants des systèmes de protection contre la foudre (CSPF) conçus et mis en œuvre conformément à la série de normes CEI 62305.

www.spic.ir

COMPOSANTS DES SYSTÈMES DE PROTECTION CONTRE LA Foudre (CSPF) –

Partie 7: Exigences pour les enrichisseurs de terre

1 Domaine d'application

La présente Partie 7 de la CEI 62561 spécifie les exigences et les essais pour les enrichisseurs de terre générant une faible résistance d'un réseau de prises de terre.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

ISO 4689-3, *Iron ores – Determination of sulfur content – Part 3: Combustion/infrared method* (disponible en anglais seulement)

ISO 14869-1, *Qualité du sol – Mise en solution pour la détermination des teneurs élémentaires totales – Partie 1: Mise en solution par l'acide fluorhydrique et l'acide perchlorique*

EN 12457-2, *Caractérisation des déchets – Lixiviation – Essai de conformité pour lixiviation des déchets fragmentés et des boues – Partie 2: Essai en bûchée unique avec un rapport liquide-solide de 10 l/kg et une granularité inférieure à 4 mm (sans ou avec réduction de la granularité)*

EN 12506, *Caractérisation des déchets – Analyse des éluats – Détermination du pH, As, Ba, Cd, Cf, Co, Cr VI, Cu, Mo, Ni, NO², SO₄²⁻, V et Zn*

ASTM G57-06, *Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity, Using the Wenner, Four-Electrode Method*

ASTM G59-97, *Standard Test Method for Conducting Potentiodynamic Polarization Resistance Measurements*

ASTM G102-89, *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

enrichisseur de terre

composé conducteur générant une faible résistance d'un réseau de prises de terre

3.2

instructions des fabricants

instructions des fournisseurs

instructions écrites fournies par le fabricant ou le fournisseur dans sa documentation (voir 4.2)

3.3

essai de lixiviation

essai au cours duquel l'enrichisseur de terre est mis en contact avec un agent lixiviant et des éléments du matériau sont extraits

4 Exigences

4.1 Généralités

Les enrichisseurs de terre doivent être conçus et construits de manière à ce que leur efficacité en usage normal soit fiable et sans danger pour les personnes et le milieu environnant

Le choix d'un matériau dépend de sa capacité à satisfaire aux exigences d'applications particulières.

4.2 Documentation

Le fabricant ou le fournisseur des enrichisseurs de terre doit fournir les informations adéquates dans sa documentation permettant à l'installateur de choisir et d'installer le matériau de manière sûre et performante.

La conformité est vérifiée par inspection.

NOTE Dans sa documentation, il convient que le fabricant donne des informations concernant la maintenance à suivre dans le temps par l'utilisateur pour que les caractéristiques de l'enrichisseur de terre restent stables.

4.3 Matériau

Le matériau de l'enrichisseur de terre doit être chimiquement inerte pour le sous-sol. Il ne doit pas polluer l'environnement. Il doit par ailleurs fournir un environnement stable en termes de propriétés physiques et chimiques et présenter une faible résistivité. L'enrichisseur de terre ne doit pas être corrosif pour les électrodes de terre utilisées.

La conformité est vérifiée par les essais spécifiés de 5.2, 5.3, 5.4 et 5.5.

4.4 Marquage

Tous les produits conformes à la présente norme doivent porter le marquage minimal suivant:

- a) nom du fabricant ou du vendeur responsable, ou marque commerciale;
- b) symbole d'identification;
- c) résistivité.

Il convient d'apposer le marquage sur l'emballage.

La conformité est vérifiée conformément à 5.6.

5 Essais

5.1 Généralités

Les essais prévus dans la présente norme sont des essais de type.

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués avec des éprouvettes préparées comme en usage normal conformément aux instructions du fabricant ou du fournisseur.

Tous les essais sont effectués sur des éprouvettes neuves.

NOTE Sauf spécification contraire, trois échantillons sont soumis à chaque essai individuel et les exigences sont satisfaites si tous les critères sont respectés. Le demandeur, lorsqu'il présente le matériau à soumettre à essai, peut également soumettre une quantité complémentaire susceptible de se révéler nécessaire en cas d'échec à un essai. Le laboratoire d'essai réalise alors, sans demande complémentaire, un nouvel essai et ne le refuse que s'il y a à nouveau défaillance. Si l'échantillon complémentaire n'est pas soumis au même moment, l'échec à un essai entraîne un rejet.

5.2 Essai de lixiviation

5.2.1 Généralités

L'essai de lixiviation doit être réalisé conformément à la EN 12457-2:

- Fe (fer);
- Cu (cuivre);
- Zn (zinc);
- Ni (nickel);
- Cd (cadmium);
- Co (cobalt);
- Pb (plomb).

5.2.2 Détermination des ions de lixiviation

Les concentrations des constituants concernés doivent être déterminées conformément à la EN 12506.

5.2.3 Critères de réussite

Les critères sont donnés par les réglementations nationales ou internationales.

5.3 Détermination du soufre

5.3.1 Généralités

L'essai de détermination du soufre doit être réalisé conformément à l'ISO 4689-3 ou à l'ISO 14869-1 et avec les instruments d'analyse adaptés (méthodes ICP-OES, ICP-AES ou autres ICP).

5.3.2 Critères de réussite

Le matériau est réputé avoir satisfait à l'essai si toutes les valeurs mesurées sont inférieures à 2 %. La valeur consignée issue de cet essai doit être indiquée dans la documentation produit.

5.4 Détermination de la résistivité

5.4.1 Généralités

La méthode à quatre électrodes permet de mesurer la résistivité des enrichisseurs de terre comme cela est décrit dans le document ASTM G57-06. Des échantillons représentatifs des matériaux doivent être prélevés sur un emballage type fourni par le fabricant et préparés conformément à ses instructions. Trois échantillons de matériau enrichisseur de terre doivent être soumis à l'essai dans un récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol.

La méthode à quatre électrodes imprime une tension sur les électrodes extérieures, ce qui provoque l'écoulement du courant. On mesure la chute de tension résultante entre les électrodes intérieures à l'aide d'un voltmètre, puis on calcule la résistance résultante. La résistance du matériau peut également être mesurée directement.

La résistance de chaque échantillon d'enrichisseur de terre doit être convertie en valeur de résistivité à l'aide de la formule suivante:

$$\rho = \frac{R \times A}{a}$$

où

ρ est la résistivité de l'échantillon (Ω cm);

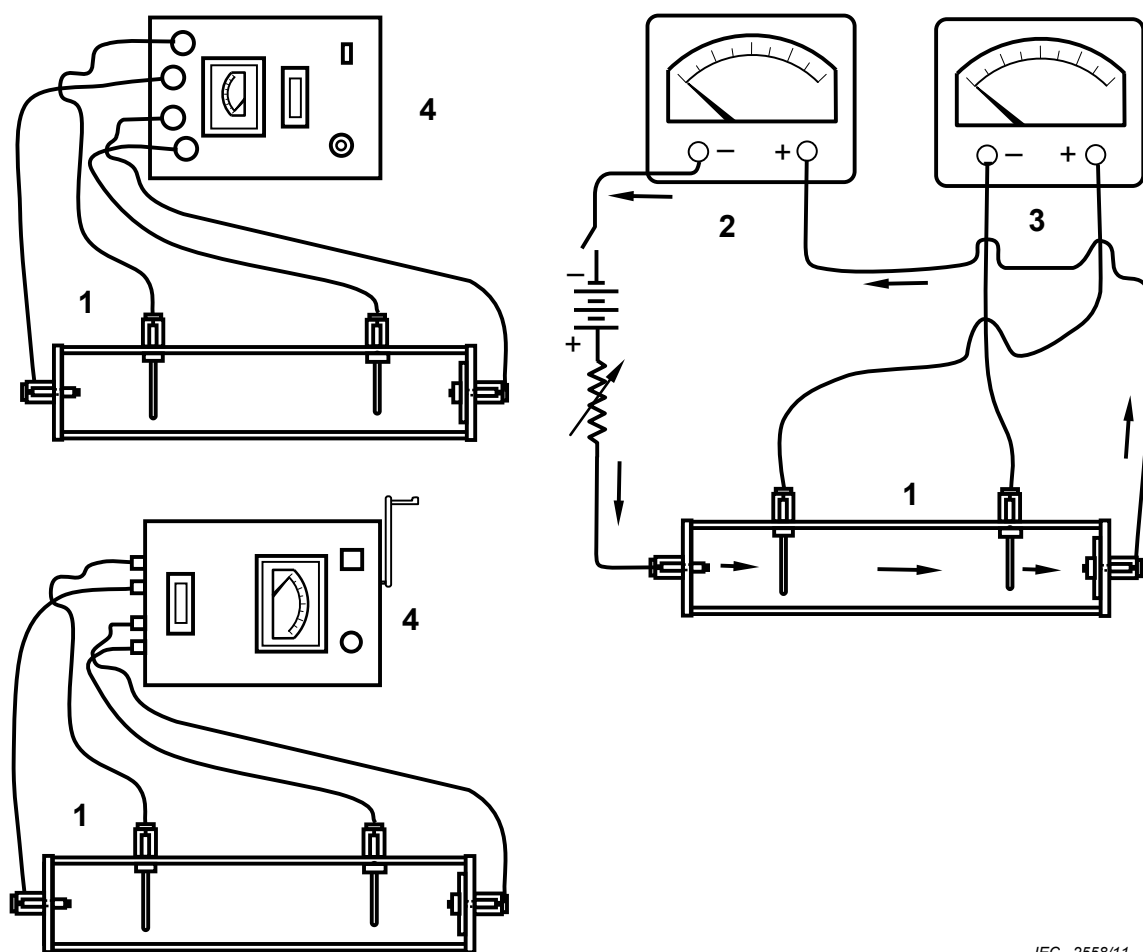
R est la résistance (Ω);

A est la section du récipient perpendiculaire au flux d'écoulement du courant (cm^2);

a est l'écartement des électrodes intérieures, mesuré à partir de leurs bords intérieurs (cm).

5.4.2 Appareillage d'essai

- Tout tellurohmmètre fiable disponible sur le marché ayant deux courants et deux tensions de sortie ou toute source de courant alternatif à basse fréquence, un voltmètre et un ampèremètre à impédance d'entrée élevée. Les connexions typiques pour l'utilisation d'un récipient pour l'analyse du sol avec différents types d'instruments sont illustrées à la Figure 1.
- Récipient pour l'analyse du sol, constitué d'un matériau non conducteur inerte, avec quatre électrodes fixes en acier doux ou inoxydable. Les récipients pour l'analyse du sol sont disponibles dans le commerce ou peuvent être réalisés dans des dimensions différentes, tant que leurs dimensions intérieures sont connues.
- Câbles de connexion.



IEC 2558/11

Légende

- 1 récipient pour l'analyse du sol
- 2 ampèremètre
- 3 voltmètre
- 4 tellurohmmètre

Figure 1 – Configuration du récipient à quatre électrodes pour l'analyse du sol

5.4.3 Procédure d'essai

L'enrichisseur de terre doit être préparé selon les instructions du fabricant. Si le matériau doit être installé tel que prévu sans aucune préparation requise, l'enrichisseur de terre doit être soumis à essai en l'état de réception.

Les mesures de la résistivité doivent être effectuées à la fin du temps nécessaire, tel que spécifié par le fabricant, pour permettre le durcissement ou la maturation si cela est requis.

L'échantillon d'enrichisseurs de terre doit être placé dans le récipient pour l'analyse du sol de façon à assurer un contact électrique constant correct entre l'enrichisseur de terre et les électrodes.

La résistance R des échantillons doit être mesurée au moyen d'un tellurohmmètre ou d'une méthode technique (issue des mesures du courant et de la tension) et la résistivité de chaque échantillon doit être calculée conformément à 5.4.1.

5.4.4 Critères de réussite

Les éprouvettes sont réputées avoir satisfait à l'essai si les valeurs de résistivité obtenues avec les trois échantillons sont inférieures ou égales à la valeur de résistivité revendiquée par le fabricant.

5.5 Essais de corrosion

5.5.1 Généralités

Cette méthode d'essai concerne la procédure de détermination de la corrosivité des matériaux utilisés comme enrichisseurs de terre. La vitesse de corrosion est déterminée en appliquant les méthodes de détermination de la résistance de polarisation potentiodynamique comme spécifié dans les documents ASTM G59-97 et ASTM G102-89. Les courbes de polarisation de potentiel en circuit ouvert obtenues sont utilisées pour déterminer les courbes de Tafel et la résistance de polarisation. La signification de cet essai est importante car les matériaux enrichisseurs de terre doivent être physiquement et chimiquement inertes pour les électrodes de terre, afin d'éviter tout dommage par corrosion de l'électrode de terre.

5.5.2 Appareillage d'essai

Un potentiostat à trois bornes peut être utilisé pour réaliser les variations de potentiel positif et négatif et pour consigner les courants nécessaires pour obtenir les potentiels requis:

- eau distillée;
- récipient en verre;
- mélangeur;
- balance ayant une précision de $\pm 0,001$ g

5.5.3 Préparation des essais

- Préparer un mélange du matériau enrichisseur de terre selon les instructions du fabricant.
- Placer les trois électrodes (électrodes de travail, de référence et active) dans le matériau en suivant méthode de détermination de la résistance de polarisation.
- Raccorder au potentiostat. L'électrode de travail doit être un matériau représentatif de l'électrode de terre (par exemple, revêtement en cuivre ou acier galvanisé).
- L'électrode active doit être une électrode en graphite.
- L'électrode de référence est généralement en Cu/CuSO₄.
- Le matériau enrichisseur destiné à être utilisé à l'état durci ou solide doit être soumis à l'essai après la période de durcissement applicable.
- Le matériau enrichisseur destiné à être utilisé sous forme sèche doit être soumis à essai avec une teneur minimale en eau de 40 %.

5.5.4 Procédure d'essai

- Obtenir le potentiel en circuit ouvert de l'électrode de travail immergée dans le matériau.
- Obtenir la courbe de Tafel pour le matériau.
- Déterminer les constantes de Tafel et les valeurs de résistance de polarisation (R_p).

5.5.5 Critères de réussite

- Pour les électrodes de terre à revêtement en cuivre, la résistance de polarisation doit être $> 4 \Omega \times m^2$ pour les environnements non agressifs et $> 8 \Omega \times m^2$ pour les environnements agressifs.
- Pour les électrodes de terre en acier galvanisé, la résistance de polarisation doit être $> 3 \Omega \times m^2$ pour les environnements non agressifs et $> 7,6 \Omega \times m^2$ pour les environnements agressifs.

5.6 Marquage et indications

Les informations ci-dessous doivent être inscrites sur l'emballage et/ou sur la fiche technique d'installation et/ou doivent figurer dans le catalogue du fabricant.

Les renseignements suivants doivent figurer sur chaque emballage sous une forme indélébile:

- a) le nom du fabricant ou sa marque commerciale;
- b) le type ou le numéro de série du lot d'enrichisseurs de terre;
- c) les instructions d'installation;
- d) la valeur de résistivité et l'appareillage d'essai utilisé;
- e) la déclaration de conformité à la présente norme.

Le marquage est vérifié par inspection.

6 Structure et contenu du rapport d'essai

6.1 Généralités

Cet article a pour objet d'indiquer les exigences générales pour les rapports d'essais des laboratoires et d'élaborer des procédures de rapport claires et complètes pour les laboratoires rédigeant les rapports d'essais.

Les résultats de chaque essai effectué par le laboratoire doivent être consignés de manière pertinente, claire, non ambiguë et objective, conformément aux instructions contenues dans les méthodes d'essai. Les résultats doivent être consignés dans un rapport d'essai et doivent comprendre toutes les informations nécessaires pour l'interprétation de ces résultats d'essai et toutes les informations requises par la méthode d'essai employée.

Une attention et un soin particuliers doivent être apportés à la présentation du rapport, particulièrement en ce qui concerne la présentation des données d'essai et la facilité d'assimilation par le lecteur. Le format doit être soigneusement et spécialement conçu pour chaque type d'essai effectué, mais les rubriques doivent être normalisées comme indiqué ci-après.

La structure de chaque rapport doit au moins inclure les mentions décrites de 6.2 à 6.8.

6.2 Identification du rapport

- 6.2.1 Titre ou sujet du rapport
- 6.2.2 Nom, adresse et numéro de téléphone du laboratoire d'essai
- 6.2.3 Nom, adresse et numéro de téléphone du laboratoire d'essai sous traitant où l'essai a été effectué si celui-ci est différent de la société désignée pour effectuer l'essai
- 6.2.4 Numéro d'identification unique (ou numéro de série) du rapport d'essai
- 6.2.5 Nom et adresse du fournisseur
- 6.2.6 Le rapport doit être paginé et le nombre total de pages indiqué
- 6.2.7 Date de publication du rapport
- 6.2.8 Date(s) de réalisation de(s) essai(s)
- 6.2.9 Signature et titre, ou une identification similaire de la (des) personne(s) autorisée(s) à signer pour le compte du laboratoire d'essai le contenu du rapport

6.3 Signature et titre de la (des) personne(s) ayant effectué l'essai

6.4 Description de l'éprouvette

6.4.1 Description de l'échantillon

6.4.2 Description détaillée et identification non ambiguë de l'échantillon d'essai et/ou du montage d'essai

6.4.3 Caractéristiques et état de l'échantillon d'essai et/ou du montage d'essai

6.4.4 Procédure d'échantillonnage, le cas échéant

6.4.5 Date de réception des échantillons d'essai

6.4.6 Photographies, dessins ou tout autre document visuel, si disponible

6.4.7 Normes et références

6.4.8 Identification de la norme d'essai employée et date de sa publication

6.4.9 Toute autre documentation utile avec sa date de publication

6.5 Procédure d'essai

6.5.1 Description de la procédure d'essai

6.5.2 Justification de tout écart, ajout ou exclusion par rapport à la norme de référence

6.5.3 Toute autre information utile pour un essai spécifique comme les conditions environnementales

6.5.4 Configuration du montage d'essai

6.5.5 Emplacement du dispositif dans l'espace d'essai et techniques de mesure

6.6 Description des équipements et appareils d'essai

Description des équipements et appareils utilisés pour chaque essai effectué, c'est-à-dire le(s) appareil(s) utilisé(s) pour mesurer la résistivité (boîte ou tube).

6.7 Description des instruments de mesure

Caractéristiques et date d'étalonnage de tous les instruments utilisés pour les mesures des valeurs spécifiées dans la norme (c'est-à-dire tellurohmmètre, voltmètre, ampèremètre).

6.8 Résultats et paramètres enregistrés

6.8.1 Les mesures, observations ou résultats annexes doivent être clairement identifiés au moins pour

- les valeurs mesurées indépendantes pour chaque essai,
- la valeur moyenne pour chaque essai,
- le critère de réussite requis pour chaque essai défini par la norme,
- les résultats observés ou mesurés des essais.

Les grandeurs ci-dessus doivent être présentées sous forme de tableaux, graphiques, dessins, photographies ou dans tout autre document visuel, approprié.

6.8.2 Déclaration de réussite/échec

Déclaration de réussite/échec identifiant la partie de l'essai pour laquelle l'éprouvette a échoué, ainsi qu'une description de l'échec. Cette déclaration doit être présentée sous forme de dessins, photographies ou de tout autre document visuel le cas échéant.

Bibliographie

IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*
(disponible en anglais seulement)

CEI 62561-2, *Composants de système de protection contre la foudre (CSPF) – Partie 2:
Exigences pour les conducteurs et des électrodes de terre*¹

¹ A l'étude.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch