

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines –
Part 6: Vertical Pelton turbines**

**Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines
hydroélectriques –
Partie 6: Turbines Pelton verticales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2023 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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.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



**Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines –
Part 6: Vertical Pelton turbines**

**Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines
hydroélectriques –
Partie 6: Turbines Pelton verticales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.140

ISBN 978-2-8322-6782-0

**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 reference.....	6
3 Terms and definition.....	6
4 Installation flowchart.....	7
4.1 Turbine embedded parts.....	7
4.2 Turbine mechanical parts.....	8
5 Steps.....	9
5.1 Turbine embedded parts.....	9
5.1.1 Step 1: Benchmarks set-up.....	9
5.1.2 Step 2: Installation of turbine housing foundations and embedded pipes.....	9
5.1.3 Step 3: Turbine housing foundations embedment.....	10
5.1.4 Step 4: Turbine housing foundation and workspace verification.....	10
5.1.5 Step 5: Handing over to installation.....	10
5.1.6 Step 6: Installation of the turbine housing.....	10
5.1.7 Step 7: Handing over to concreting phase.....	12
5.1.8 Step 8: Distribution pipe foundations embedment.....	12
5.1.9 Step 9: Handing over to installation.....	12
5.1.10 Step 10: Installation of the distribution pipe.....	13
5.1.11 Step 11: Secondary embedded pipes installation around turbine housing and distribution pipe.....	14
5.1.12 Step 12: Distribution pipe pressurization and test.....	14
5.1.13 Step 13: Handing over to concreting phase.....	15
5.1.14 Step 14: Turbine housing and distribution pipe embedment.....	15
5.1.15 Step 15: Handing over to installation.....	16
5.1.16 Step 16: Turbine housing and distribution pipe dimensional inspection after embedment.....	16
5.1.17 Step 17: Installation of turbine housing cover.....	16
5.1.18 Step 18: Installation of guide bearing support bracket.....	17
5.1.19 Step 19: Handing over to concreting phase.....	18
5.1.20 Step 20: Embedment up to generator floor.....	18
5.1.21 Step 21: Handing over to installation.....	18
5.1.22 Step 22: Guide bearing support bracket dimensional inspection after embedment.....	19
5.1.23 Step 23: Corrosion protection for embedded parts.....	19
5.1.24 Step 24: Turbine embedded parts complete.....	19
5.1.25 Step 25: Turbine mechanical parts Installation.....	19
5.2 Turbine mechanical parts.....	19
5.2.1 Step 1: Turbine embedded parts complete.....	19
5.2.2 Step 2: Installation of turbine guide bearing housing.....	19
5.2.3 Step 3: Installation of turbine shaft.....	20
5.2.4 Step 4: Turbine shaft free.....	20
5.2.5 Step 5: Generator installation.....	21
5.2.6 Step 6: Unit alignment.....	21
5.2.7 Step 7: Turbine guide bearing assembly and adjustment.....	22
5.2.8 Step 8: Installation of rail system for turbine parts transportation.....	22
5.2.9 Step 9: Installation of nozzles.....	22

5.2.10	Step 10: Installation of deflector systems.....	23
5.2.11	Step 11: Installation of water guide shield.....	24
5.2.12	Step 12: Installation of turbine runner	24
5.2.13	Step 13: Remaining turbine parts installation completion	24
5.2.14	Step 14: Cleaning, painting and inspection before initial tests.....	25
5.2.15	Step 15: Turbine mechanical parts complete.....	25
5.2.16	Step 16: Commissioning	25
	Bibliography.....	26
	Figure 1 – Generic installation flowchart – Pelton turbine embedded parts.....	7
	Figure 2 – Generic installation flowchart – Pelton turbine mechanical parts	8
	Figure 3 – Turbine housing installation	11
	Figure 4 – Distribution pipe installation	13
	Figure 5 – Nozzles installation	23
	Table 1 – Turbine housing measurements.....	11
	Table 2 – Distribution pipe measurements	14
	Table 3 – Turbine housing cover measurements	17
	Table 4 – Guide bearing support bracket measurements.....	17
	Table 5 – Shaft measurements	20
	Table 6 – Unit alignment measurements	21
	Table 7 – Nozzles measurements	23

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-6:2023

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDANCE FOR INSTALLATION PROCEDURES AND TOLERANCES OF HYDROELECTRIC MACHINES –

Part 6: Vertical Pelton turbines

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 63132-6 has been prepared by IEC technical committee 4: Hydraulic turbines. It is an International Standard.

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

Draft	Report on voting
4/457/FDIS	4/465/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/publications.

A list of all parts in the IEC 63132 series, published under the general title *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines*, 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.

GUIDANCE FOR INSTALLATION PROCEDURES AND TOLERANCES OF HYDROELECTRIC MACHINES –

Part 6: Vertical Pelton turbines

1 Scope

The purpose of this document is to establish, in a general way, suitable procedures and tolerances for the installation of Pelton vertical turbines. This document presents a typical assembly and whenever the word "turbine" is used in this document, it refers to a vertical Pelton turbine. There are many possible ways to assemble a unit. The size of the machine, the design of the machine, the layout of the powerhouse or the delivery schedule of the components are some of the elements that could result in additional steps, or the elimination of some steps and/or assembly sequences.

It is understood that a publication of this type will be binding only if, and to the extent that, both contracting parties have agreed upon it.

The document excludes matters of purely commercial interest, except those inextricably bound up with the conduct of installation.

The tolerances in this document have been established upon best practices and experience, although it is recognized that other standards are specifying different tolerances.

Wherever the document specifies that documents, drawings or information are supplied by a manufacturer (or by manufacturers), each individual manufacturer will furnish the appropriate information for their own supply only.

2 Normative reference

There are no normative references in this document.

3 Terms and definition

No terms and definitions are listed in this document.

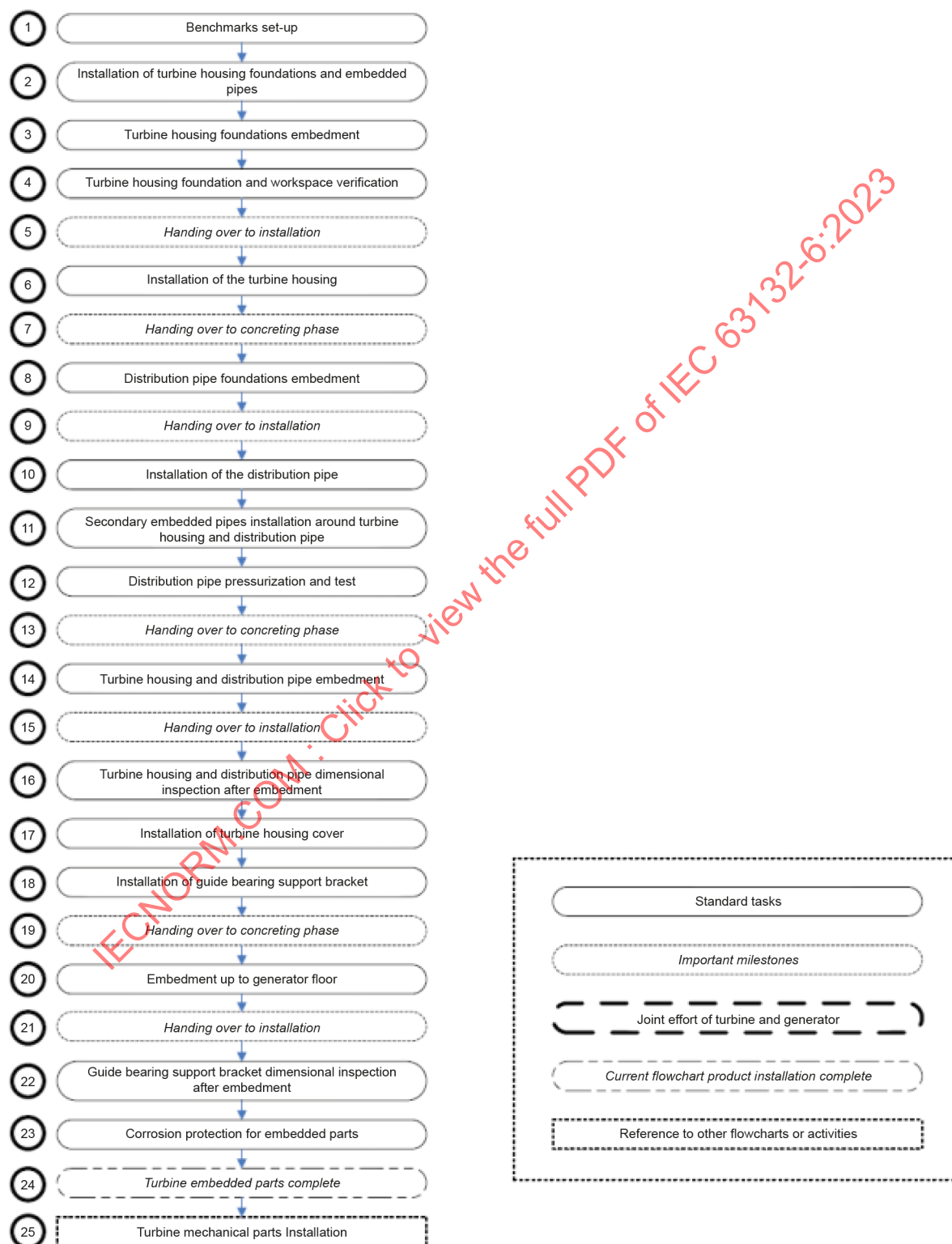
ISO and IEC maintain terminological databases for use in standardization at the following addresses:

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

4 Installation flowchart

4.1 Turbine embedded parts

Figure 1 shows a generic installation flowchart for Pelton turbine embedded parts.

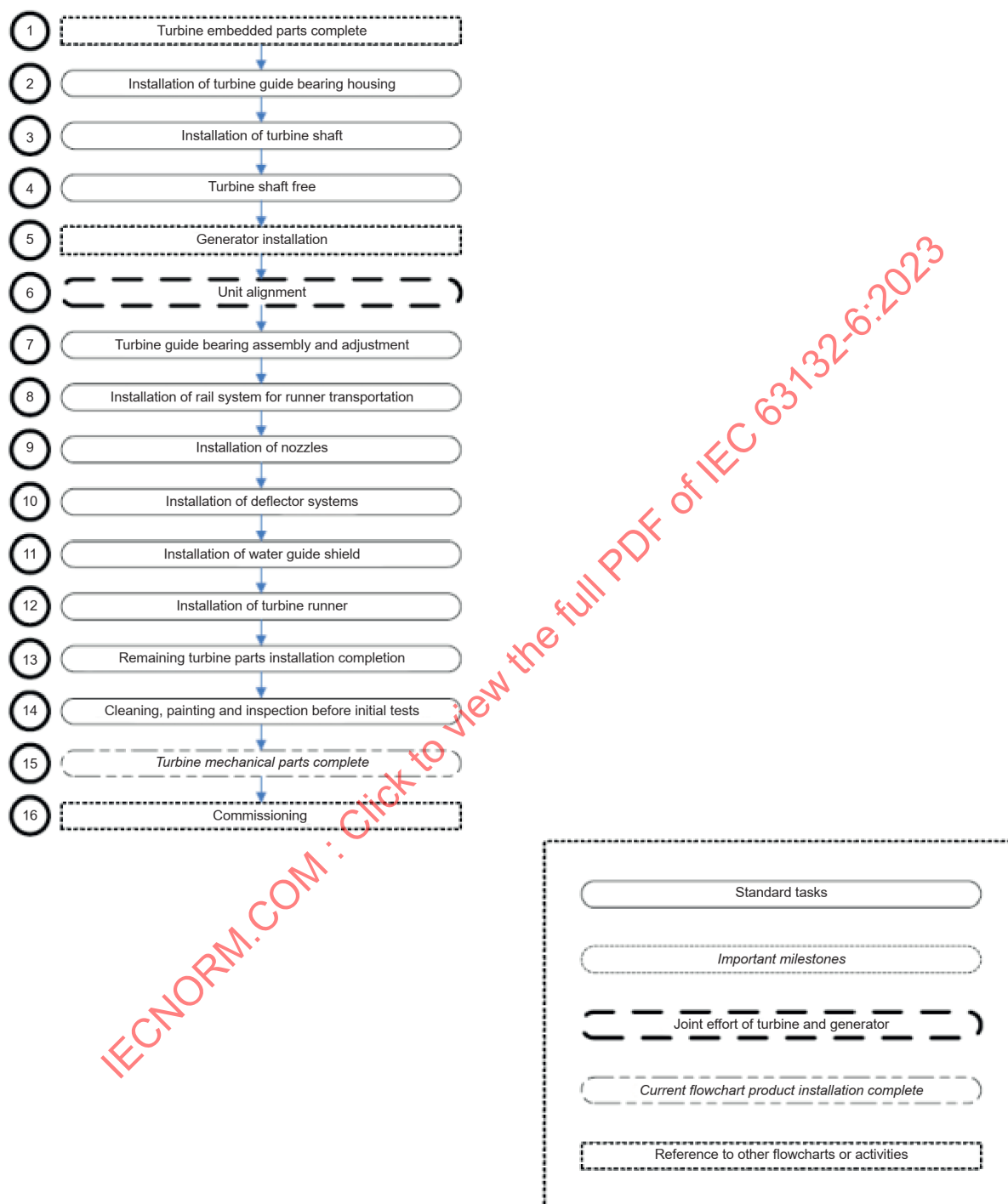


IEC

Figure 1 – Generic installation flowchart – Pelton turbine embedded parts

4.2 Turbine mechanical parts

Figure 2 shows generic installation flowchart for Pelton turbine mechanical parts.



IEC

Figure 2 – Generic installation flowchart – Pelton turbine mechanical parts

5 Steps

5.1 Turbine embedded parts

5.1.1 Step 1: Benchmarks set-up

- a) Objective of work in the step
 - Set-up benchmarks to be used for starting proper installation of the turbine and generator.
- b) Explanation of work
 - Sufficient benchmarks should be provided to establish the unit centreline, axis and elevation.
- c) Recommendations

N/A
- d) Additional information

Depending on the project delivery system (EPC, design build, etc.), the benchmarks or their reference points could be provided by the owner, civil contractor, etc. Whoever provides the benchmarks or reference points is responsible to make sure they are correct.

The benchmark type (x, y, z coordinates, defining axis and elevations, etc.) should be agreed to prior to the work commencing.

The turbine supplier should take care of transferring the necessary benchmarks throughout the erection and/or concreting processes so that the benchmarks remain accessible as the unit is assembled.

5.1.2 Step 2: Installation of turbine housing foundations and embedded pipes

- a) Objective of work in the step
 - Install primary embedded pipes and turbine housing foundations in the correct locations.
- b) Explanation of work
 - Install the primary embedded pipes and supporting systems.
 - Install the foundation components for turbine housing and rail system for turbine parts transportation etc.
- c) Recommendations

Different designs require different tolerances; therefore, the turbine supplier should provide the tolerances. It is considered as a best practice to perform:

 - NDT as applicable (i.e. visual inspections, pressure tests of the piping, test of welding seams);
 - measures to prevent the concrete from entering the pipes or contaminating the machined surfaces of foundations during concreting.
- d) Additional information

The contract should define which party is responsible to install the primary embedded pipes and/or the foundation components.

Depending on the design, the rail system for turbine parts transportation may not require foundation components.

Depending on the size of unit, a support column for platform might be installed in the water passage below the turbine housing.

5.1.3 Step 3: Turbine housing foundations embedment

- a) Objective of work in the step
 - Embed the turbine housing foundations and the pipes in primary concrete.
- b) Explanation of work
 - Embed the foundation components for turbine housing and rail system for turbine parts transportation etc.
- c) Recommendations

Care should be taken not to damage any of the embedded components or piping when pouring concrete.
- d) Additional information

Depending on the design, the rail system for turbine parts transportation may not require the foundation components.

Depending on the size of unit, a support column for platform might be embedded in the water passage below the turbine housing.

5.1.4 Step 4: Turbine housing foundation and workspace verification

- a) Objective of work in the step
 - Confirm that the turbine housing foundation has been installed in the correct place, verifying that it is per the design and there is sufficient access to the workplace.
- b) Explanation of work
 - Once the workplace is acceptable, the turbine installation work can start.
- c) Recommendations

Check that the foundation components of the turbine housing were installed within the tolerances provided by the turbine supplier.
- d) Additional information

N/A

5.1.5 Step 5: Handing over to installation

- a) Objective of work in the step
 - Transfer the workspace to the turbine supplier/installer.
- b) Explanation of work
 - There is normally an official transfer of the working area of the turbine housing from the civil contractor to the turbine supplier/installer. Typically, the transfer is documented with some type of signed form.
- c) Recommendations

N/A
- d) Additional information

N/A

5.1.6 Step 6: Installation of the turbine housing

- a) Objective of work in the step
 - Install the turbine housing (see Figure 3).
- b) Explanation of work
 - Transport the turbine housing segments to the foundation and place them on the supports.
 - Tack-weld of the turbine housing segments.
 - Inspect the alignment and principal dimensions of the turbine housing before welding.
 - Weld the turbine housing.

- Inspect the alignment and principal dimensions of the turbine housing after welding.
- Install the inspection platform.

c) Recommendations

The items showed in Table 1 should be checked.

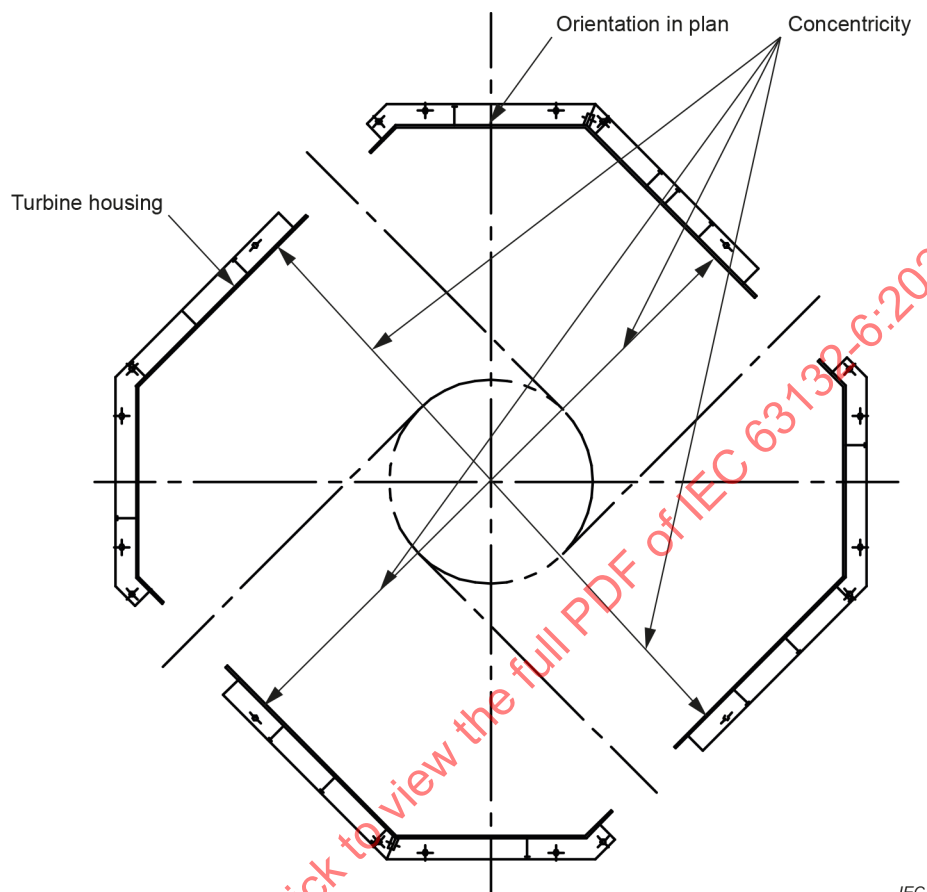


Figure 3 – Turbine housing installation

Table 1 – Turbine housing measurements

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Concentricity	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Inside walls of turbine housing
Orientation in plan	To be determined by turbine supplier	1	Orientation of turbine housing
Elevation	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Top surface of turbine housing
Level	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Top surface of turbine housing

- NDT of the welding seams
- Proper fixation of the turbine housing.

In addition to the above requirements, principal dimensions should be checked.

The tolerances and measurement locations of the principal dimensions are indicated in turbine supplier drawings.

The turbine housing should be set concentric to the theoretical unit axis (benchmark) and centreline.

d) Additional information

The sequence for the installation of the turbine housing should be provided by the turbine supplier.

Adequate supports or bracing are required to prevent the turbine housing from moving or changing shape during placing of the secondary concrete.

5.1.7 Step 7: Handing over to concreting phase

a) Objective of work in the step

- Transfer the workspace to the civil contractor.

b) Explanation of work

- The turbine supplier should confirm that the turbine housing has been installed and aligned properly and is ready for concreting.
- There is normally an official transfer of the working area of the turbine housing from the turbine supplier to the civil contractor. Typically, the transfer is documented with some type of signed form.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

N/A

5.1.8 Step 8: Distribution pipe foundations embedment

a) Objective of work in the step

- Install and embed distribution pipe foundations.

b) Explanation of work in the step

- Install the distribution pipe foundations.
- Embed the distribution pipe foundations and lower section of turbine housing.

c) Recommendations

- The concrete pour rate, pour/step heights and allowable differential levels should be agreed among the concerned parties during the early stages of project development, due to the critical impacts (to schedule and costs) related to the design and installation of the turbine housing.

d) Additional information

Care should be taken when pouring concrete not to damage any of the embedded components or piping.

5.1.9 Step 9: Handing over to installation

a) Objective of work in the step

- Transfer the workspace to the turbine supplier/installer.

b) Explanation of work

- There is normally an official transfer of the working area from the civil contractor to the turbine supplier/installer. Typically, the transfer is documented with some types of signed form.

c) Recommendations

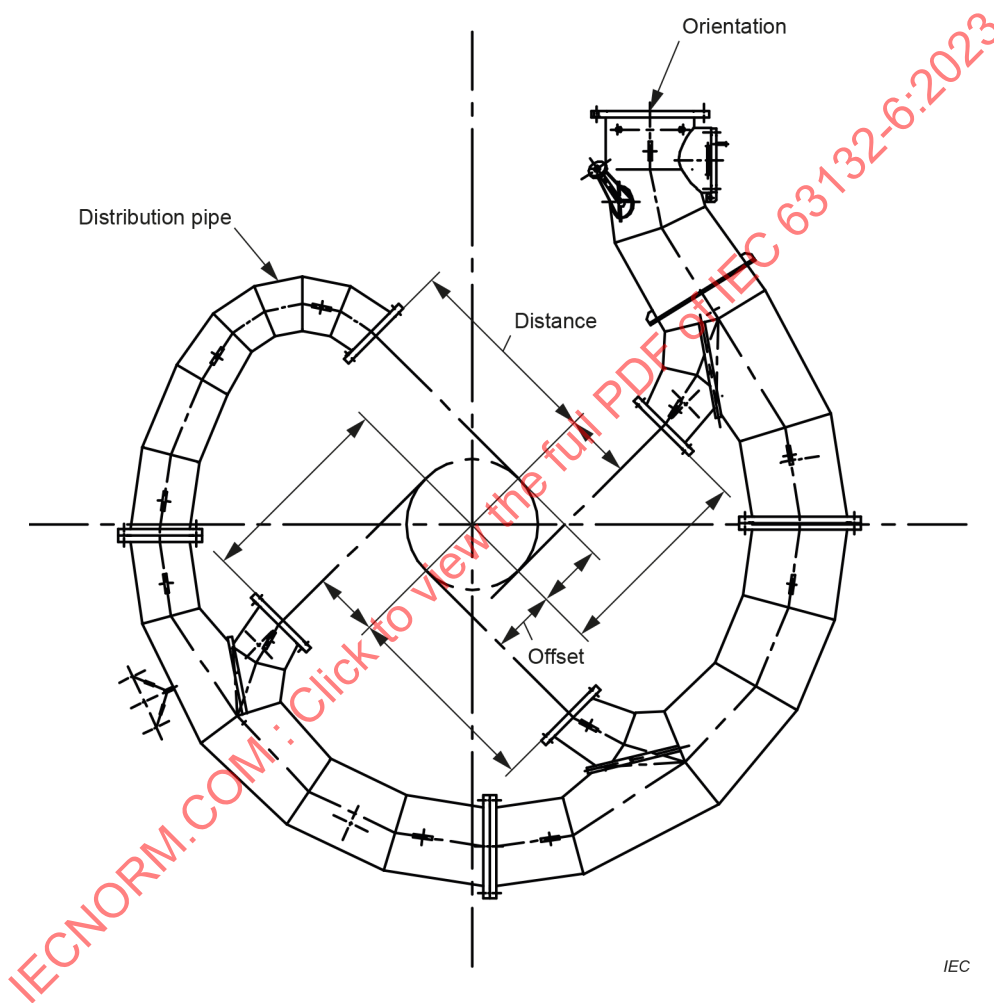
N/A

d) Additional information

N/A

5.1.10 Step 10: Installation of the distribution pipe

- a) Objective of work in the step
- Install the distribution pipe (see Figure 4).
- b) Explanation of work
- Transport and assemble distribution pipe segments.
 - Align distribution pipe flanges (elevation, orientation, distance and offset).
 - Install and weld steel plates between distribution pipe flanges to turbine housing.
- c) Recommendations
- The items showed in Table 2 should be checked.



IEC

Figure 4 – Distribution pipe installation

Table 2 – Distribution pipe measurements

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Elevation	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Elevation of distribution pipe flange centre
Orientation	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Orientation of distribution pipe flanges
Distance	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Distance of distribution pipe flange surfaces to turbine centre
Offset	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Offset of distribution pipe flange centre to turbine centre

- NDT of the welding seams.
- Proper fixation of the turbine housing.

In addition to the above requirements, principal dimensions should be checked.

The tolerances and measurement locations of the principal dimensions are indicated in turbine supplier drawings.

d) Additional information

Orientation and distance of distribution pipe flanges shall be adjusted by adaption plates between nozzle and distribution pipes.

Several measurement methods of distribution pipe position are existing. (i.e. laser tracker, measuring templates etc.).

5.1.11 Step 11: Secondary embedded pipes installation around turbine housing and distribution pipe

a) Objective of work in the step

- Install the embedded pipes.

b) Explanation of work

- Install the pipes around the turbine housing and distribution pipe before final concreting.

c) Recommendations

NDT (i.e. visual inspections, pressure tests, test of welding seams) and dimensional checks of the pipe locations should be performed.

The following preventive measures should be considered:

- support the pipes so they cannot move or be damaged during concreting;
- cover/block pipe openings to prevent concrete from entering the pipes during concreting.

d) Additional information

N/A

5.1.12 Step 12: Distribution pipe pressurization and test

a) Objective of work in the step

- Check the deformation and integrity (water tightness) of the distribution pipe when pressurized.
- Relieve some local high stresses in the welds which will improve the fatigue life of the distribution pipe.

b) Explanation of work

- Close the inlet flange and all nozzle outlet flanges of the distribution pipe with temporary covers.
- Fill the distribution pipe with water.

- Pressurize the distribution pipe.
- Check for leaks.

c) Recommendations

150 % of the design head is generally used for the pressure test. The test pressure, duration and parameters should be provided by the turbine supplier.

d) Additional information

Depending on the civil and mechanical design, the pressure test may not be required.

The turbine supplier typically supplies a pressurization procedure which defines the number of steps, the duration of each step, the pressures of each step, etc.

In order to make it easier to detect any leakage, it is helpful to control the water temperature to be higher than the ambient air dew point to avoid water condensation on the surfaces. However, depending on the size of the distribution pipe and conditions at the site, this method is not always possible.

The distribution pipe pressure will need to be controlled throughout the test.

5.1.13 Step 13: Handing over to concreting phase

a) Objective of work in the step

- Transfer the workspace to the civil contractor.

b) Explanation of work

- The turbine supplier should confirm that the distribution pipe has been installed and aligned properly and is ready for concreting.
- There is normally an official transfer of the working area of the turbine housing and distribution pipe from the turbine supplier to the civil contractor. Typically, the transfer is documented with some type of signed form.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

Before handing over, some measures are required to prevent distortion of the distribution pipe during concreting and/or excessive load transfer to the civil structures after commissioning.

Some common methods are:

- To keep the distribution pipe pressurized at some pressure below the test pressure.
- Monitor the pressure and temperature of the distribution pipe and adjust if required.

5.1.14 Step 14: Turbine housing and distribution pipe embedment

a) Objective of work in the step

- Embed the turbine housing and distribution pipe.

b) Explanation of work

- Install the reinforcement.
- Place the formwork.
- Concreting.

c) Recommendations

The concrete pour rate, pour/step heights and allowable differential levels should be agreed among the concerned parties during the early stages of project development, due to the critical impacts (to schedule and costs) related to the design and installation of the turbine housing and distribution pipe.

After concreting of the turbine housing, the presence of voids behind the steel plates should be checked, typically with hammer test. Grout injection should be performed to fill these voids.

d) Additional information

Care should be taken when pouring concrete not to damage any of the embedded components or piping.

5.1.15 Step 15: Handing over to installation

a) Objective of work in the step

- Transfer the workspace to the turbine supplier/installer.

b) Explanation of work

- There is normally an official transfer of the working area from the civil contractor to the turbine supplier/installer. Typically, the transfer is documented with some types of signed form.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

N/A

5.1.16 Step 16: Turbine housing and distribution pipe dimensional inspection after embedment

a) Objective of work in the step

- Determine the shape and location of the turbine housing and distribution pipe after embedment.

b) Explanation of work

- Take measurements.

c) Recommendations

The turbine housing concentricity, orientation in plan, elevation and level should be checked to see if the readings, taken in Step 6: Installation of the turbine housing, have changed after concreting.

The distribution pipe flanges orientation, elevation, distance and offset should be checked to see if the readings, taken in Step 10: Installation of the distribution pipe, have changed after concreting.

d) Additional information

Depending on the design of the components or if the components were distorted or moved during concreting, some adjustments such as re-machining, grinding or shimming may be required on the machined surfaces to get them within the tolerance.

5.1.17 Step 17: Installation of turbine housing cover

a) Objective of work in the step

Install turbine housing cover

b) Explanation of work

- Transport the turbine housing cover segments to the turbine housing.
- Tack-weld of the turbine housing cover segments.
- Inspect the alignment and principal dimensions of the turbine housing cover before welding.
- Weld the turbine housing cover.
- Inspect the alignment and principal dimensions of the turbine housing cover after welding.

c) Recommendations

The items showed in Table 3 should be checked.

Table 3 – Turbine housing cover measurements

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Concentricity	To be determined by turbine supplier	4	Inner diameter of turbine housing cover
Orientation in plan	To be determined by turbine supplier	1	Orientation of turbine housing cover
Elevation	To be determined by turbine supplier	4	Top surface of turbine housing cover
Level	To be determined by turbine supplier	4	Top surface of turbine housing cover

- NDT of the welding seams

d) Additional information

The sequence for the installation of the turbine housing cover should be provided by the turbine supplier.

5.1.18 Step 18: Installation of guide bearing support bracket

a) Objective of work in the step

- Install the guide bearing support bracket.

b) Explanation of work

- Transport the guide bearing support bracket segments to the turbine housing cover and placing them on the supports.
- Tack-weld of the guide bearing support bracket segments.
- Inspect the alignment and principal dimensions of the turbine guide bearing support bracket before welding.
- Weld the guide bearing support bracket.
- Inspect the alignment and principal dimensions of the guide bearing support bracket after welding.

c) Recommendations

The items showed in Table 4 should be checked.

Table 4 – Guide bearing support bracket measurements

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Concentricity	To be determined by turbine supplier	4	Upper flange of guide bearing support bracket
Orientation in plan	To be determined by turbine supplier	1	Orientation of guide bearing support bracket
Elevation	To be determined by turbine supplier	4	Top surface of guide bearing support bracket
Level	To be determined by turbine supplier	4	Top surface of guide bearing support bracket

- NDT of the welding seams.
- Proper fixation of the guide bearing support bracket.

The guide bearing support bracket should be set concentric to the centre of distribution pipe nozzle flanges.

d) Additional information

The sequence for the installation of the guide bearing support bracket should be provided by the turbine supplier.

5.1.19 Step 19: Handing over to concreting phase

a) Objective of work in the step

- Transfer the work space to the civil contractor.

b) Explanation of work

- The turbine supplier should confirm that the turbine housing cover and guide bearing support bracket has been installed and aligned properly and are ready for concreting.
- There is normally an official transfer of the working area of the turbine housing cover and guide bearing support bracket from the turbine supplier to the civil contractor. Typically, the transfer is documented with some type of signed form.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

N/A

5.1.20 Step 20: Embedment up to generator floor

a) Objective of work in the step

- Embed all embedded parts including, but not limited to, the turbine housing cover, guide bearing support bracket and the turbine and/or generator component anchors, plates and pipes.

b) Explanation of work

- Place the concrete around the remaining embedded components.

c) Recommendations

The concrete pour rate, pour/step heights and allowable differential levels should be agreed by the concerned parties during the early stages of project development due to the critical impacts (on schedule and costs) of the design and installation of embedded parts.

d) Additional Information

Care should be taken when pouring concrete not to damage any of the embedded components or the piping.

If the generator components need to be embedded in the primary concrete, it should be considered in this step.

5.1.21 Step 21: Handing over to installation

a) Objective of work in the step

- Transfer the work space to the turbine supplier/installer.

b) Explanation of work

- There is normally an official transfer of the working area from the civil contractor to the turbine supplier/installer. Typically, the transfer is documented with some types of signed form.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

N/A

5.1.22 Step 22: Guide bearing support bracket dimensional inspection after embedment

- a) Objective of work in the step
 - Determine the shape and location of the guide bearing support bracket after embedment.
- b) Explanation of work
 - Take measurements.
- c) Recommendations

The guide bearing support bracket concentricity, elevation and level should be checked to see if the readings, taken in Step 18: Installation of guide bearing support bracket, have changed after concreting.

- d) Additional information

Depending on the design of the components or if the components were distorted or moved during concreting, some adjustments such as re-machining, grinding or shimming may be required on the machined surfaces to get them within the tolerance.

5.1.23 Step 23: Corrosion protection for embedded parts

- a) Objective of work in the step
 - Protect the water passage side of embedded parts against corrosion.
- b) Explanation of work
 - Prepare the embedded parts for corrosion protection.
 - Apply the corrosion protection.
- c) Recommendations

Corrosion protection specification should be provided by the turbine supplier.

- d) Additional information

All temporary measures installed during the turbine embedded parts installation, such as stiffeners and supports, should be removed at this stage

5.1.24 Step 24: Turbine embedded parts complete

This step defines the end of the process.

5.1.25 Step 25: Turbine mechanical parts Installation

This step identifies the beginning of the next group of activities.

5.2 Turbine mechanical parts**5.2.1 Step 1: Turbine embedded parts complete**

This step identifies the end of the previous group of activities.

5.2.2 Step 2: Installation of turbine guide bearing housing

- a) Objective of work in the step
 - Install the turbine guide bearing housing.
- b) Explanation of work
 - Assemble the turbine guide bearing housing and install it.
- c) Recommendations

N/A

d) Additional information

The installation of the turbine guide bearing housing should not interfere with the measurements being taken during unit alignment.

The turbine guide bearing housing cover will serve as support for turbine shaft and might be assembled with turbine shaft.

5.2.3 Step 3: Installation of turbine shaft

a) Objective of work in the step

- Install the turbine shaft.

b) Explanation of work

- Place the turbine shaft into the turbine guide bearing housing.
- Assemble turbine guide bearing housing cover to support the turbine shaft.
- Align the turbine shaft.

c) Recommendations

The concentricity, elevation and level of the turbine shaft should be aligned within the tolerances listed in step 4: Turbine shaft free.

d) Additional information

In some cases, the turbine guide bearing housing cover and shaft are assembled outside the turbine pit and installed as an assembly.

5.2.4 Step 4: Turbine shaft free

a) Objective of work in the step

- Establish the turbine shaft free condition.

b) Explanation of work

- Shaft free is defined as the handover from the turbine supplier to the generator supplier.

c) Recommendations

The items showed in Table 5 should be checked.

Table 5 – Shaft measurements

Item	Tolerance	No. of measurements	Measurement location
Turbine shaft Concentricity	To be determined by turbine supplier	4 (every 90°)	Distance between turbine shaft and reference surface at turbine guide bearing housing
Turbine shaft upper coupling flange level	To be determined by both turbine and generator suppliers	4 (every 90°)	On flange face machined bands
Turbine shaft upper coupling flange elevation	To be determined by turbine suppliers	1	On flange face machined bands

d) Additional information

The turbine shaft is normally installed at a lower elevation than its operational elevation. This is required in order to assemble the turbine and generator shafts. The amount below its normal operating elevation should be agreed to by the turbine and generator suppliers.

The concentricity, level and elevation of the shaft and the runner elevation defined by the centre of the flanges of the nozzles should be checked.

The actual values should be communicated from the turbine supplier to the generator supplier.

The nozzles will be aligned according to the result of turbine shaft free in Step 9: Installation of nozzles.

5.2.5 Step 5: Generator installation

This step identifies a group of activities covered in detail in IEC 63132-2.

5.2.6 Step 6: Unit alignment

a) Objective of work in the step

- Align the unit.

b) Explanation of work

- In order to perform the unit alignment, a minimum of four guide bearing segments (at the guide bearing closest to the thrust bearing), spaced 90° apart, need to be installed and have their clearance set at a small value to limit the lateral movement while still allowing the unit to rotate freely. All other interferences (bearings, seals, bearing covers, etc.) should be removed.
- Rotate the unit and perform all measurements and adjustment to achieve required tolerances.
- Secure the shaft system to allow the bearing, shaft sealing and cover installation and adjustment.

c) Recommendations

The items showed in Table 6 should be checked.

Table 6 – Unit alignment measurements

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Shaft run-out	0,05 × L/D mm (peak to peak) Minimum: half of the design radial clearance of the bearing. Maximum: 1,5 times the design radial clearance of the bearing.	4 readings for each dial indicator at each bearing ^a	At each bearing
Shaft verticality	0,06 mm/m	4 readings ^b	Shaft
Shaft concentricity	To be determined by turbine supplier	4 (every 90°)	Distance between turbine shaft and turbine guide bearing housing
Shaft elevation	To be determined by turbine supplier	1	Lower flange surface of turbine shaft
^a Readings at the guide bearing closest to the thrust bearing should be used to compensate the translation movement within this bearing to determine the pure rotation movement at the measured guide bearing journals. ^b There are many methods in measuring shaft verticality; however, they all require rotations. One common method is to mount a level on the shaft body and record the level at every 90° positions. The verticality of the shaft is obtained by calculating the best centre of the 4 readings. The verticality is corrected by re-aligning the thrust bearing horizontal plane.			

Refer to the unit alignment step in the appropriate turbine flow chart to determine the applicable turbine tolerances that should be applied during the unit alignment.

Straightness verification may be useful to determine the cause of the run-out problem.

For the applicable generator tolerances that should be applied during unit alignment, refer to step 15: Unit alignment of IEC 63132-2.

d) Additional information

For thrust bearings which are rigidly supported, the axis of rotation passes through the centre of the guide bearing closest to the thrust bearing and is perpendicular to the plane of the thrust bearing pads (sliding surface). For thrust bearings which are hydraulically self-levelling, two guide bearings should be installed to define the axis of rotation. The axis of rotation is the axis passing through the centre of the two guide bearings.

In the case of water lubricated bearing with rubber layer pads, the minimum and maximum criteria for the shaft runout tolerance do not apply.

5.2.7 Step 7: Turbine guide bearing assembly and adjustment

- a) Objective of work in the step
 - Install the turbine guide bearing.
- b) Explanation of work
 - Complete the installation and adjustment of the turbine guide bearing.
- c) Recommendations

The tolerances should be provided by the turbine supplier.
- d) Additional information

When the water cooling pipes are installed in the bearing oil reservoir, a pressure test of cooling pipes should be done.

The oil reservoir and the oil circulating system should be completely cleaned-up internally.

A leakage test for the oil reservoir may be required.

5.2.8 Step 8: Installation of rail system for turbine parts transportation

- a) Objective of work in the step
 - Install the rail system for turbine parts transportation.
- b) Explanation of work
 - Install the rails on foundation.
 - Install the transportation cart on the rails.
- c) Recommendations

N/A
- d) Additional information

N/A

5.2.9 Step 9: Installation of nozzles

- a) Objective of work in the step
 - Install the nozzles (see Figure 5).
- b) Explanation of work
 - Determine the dimensions of adaption plates between nozzle and distribution pipe.
 - Place the nozzles on transportation system.
 - Transport nozzles to turbine housing.
 - Lift up and install nozzles to distribution pipe.
 - Align and dowel the nozzles.
- c) Recommendations

The items showed in Table 7 should be checked.

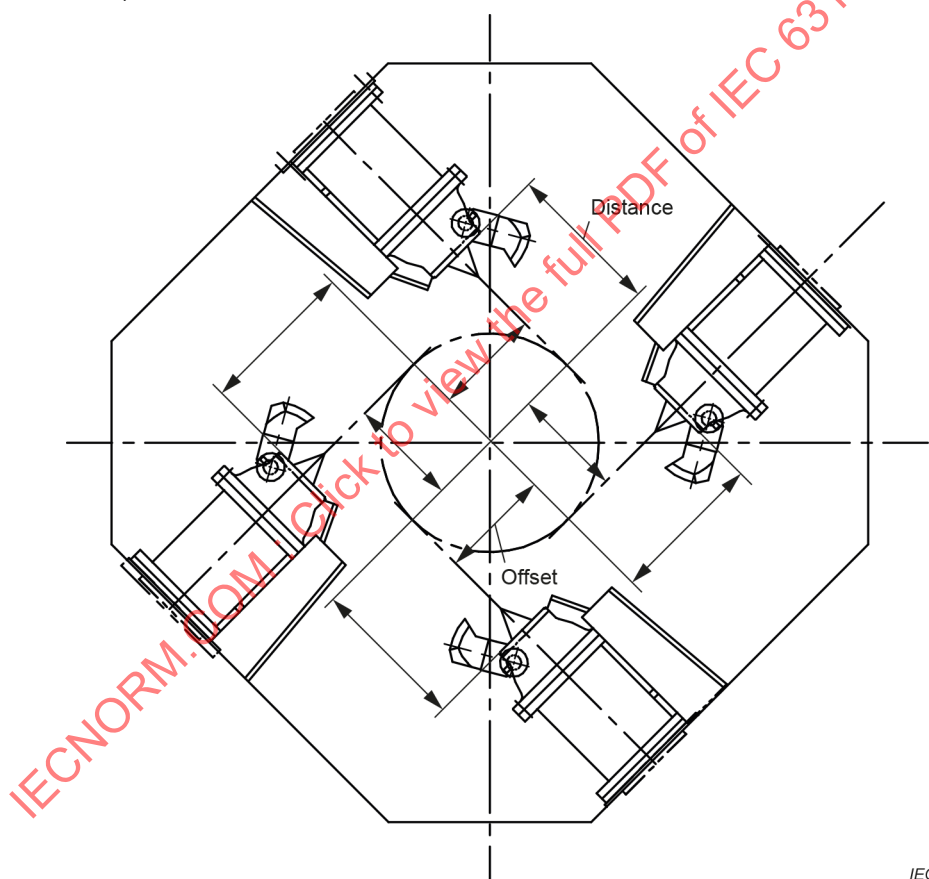
Table 7 – Nozzles measurements

Item	Tolerance	Minimum no. of measurements	Measurement location
Nozzle elevation	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Relative elevation of nozzle centre to turbine shaft
Nozzle distance	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Distance of nozzle to turbine shaft centre
Nozzle offset	To be determined by turbine supplier	Number of nozzles	Offset of nozzle centre to turbine shaft centre

d) Additional information

The sequence of installation may be changed depending on the design, and site conditions, etc.

Several measurement methods of nozzle position are existing. (i.e. laser tracker, measuring templates etc.)



IEC

Figure 5 – Nozzles installation**5.2.10 Step 10: Installation of deflector systems**

- a) Objective of work in the step
 - Install the deflector systems.
- b) Explanation of work
 - Install deflectors to the nozzles.
 - Install mechanical operating system of deflector.
 - Install deflector servomotor(s).
 - Align and test deflector system.

c) Recommendations

The tolerances should be provided by the turbine supplier.

d) Additional information

The sequence of installation may be changed depending on the design, and site conditions, etc.

5.2.11 Step 11: Installation of water guide shield

a) Objective of work in the step

- Install water guide shield to turbine housing cover.

b) Explanation of work

- Place water guide shield on transportation system.
- Transport water guide shield to turbine housing.
- Lift up and install water guide shield to turbine housing cover.
- Install sealing system and align the position of water guide shield.

c) Recommendations

The tolerances of sealing system should be provided by the turbine supplier.

d) Additional information

N/A

5.2.12 Step 12: Installation of turbine runner

a) Objective of work in the step

- Install the turbine runner.

b) Explanation of work

- Place the turbine runner on transportation system.
- Transport the turbine runner to turbine housing.
- Lift up and install the turbine runner to turbine shaft.

c) Recommendations

The concentricity and elevation of turbine runner should be checked. The values for the concentricity and elevation tolerance should be provided by the turbine supplier.

For a Pelton turbine, elevation of the runner is critical. It should be noted that the elevation during erection may differ to the operational elevation.

d) Additional information

In many cases, the shafts coupling holes will be marked with numbers. In this case, these holes will determine the angular positioning. When numbers are not marked, it is a good practice to match the high point on shaft flange to the low point on the runner flange.

Several measurement methods of runner position are existing.

5.2.13 Step 13: Remaining turbine parts installation completion

a) Objective of work in the step

- The remaining turbine parts installation is completed.

b) Explanation of work

- Install the walkway, handrails, instrumentation, piping, cabling, drainage pumps, shaft protection tube etc.
- Install bearing oil system, governor oil system, speed control system, oil vapour system, drainage and dewatering system, etc.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

N/A

5.2.14 Step 14: Cleaning, painting and inspection before initial tests

a) Objective of work in the step

- Perform a final clean up and touch-up painting of whole unit.

b) Explanation of work

- Cleaning, touch-up painting and inspection.

c) Recommendations

N/A

d) Additional information

Check all monitoring devices and electrical components for their operating ability.

All electrical signals are tested during pre-commissioning in order to ensure the operating reliability of the turbine.

5.2.15 Step 15: Turbine mechanical parts complete

This step defines the end of the process.

5.2.16 Step 16: Commissioning

This step identifies the next group of activities.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-6:2023

Bibliography

IEC 63132-1, *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 1: General aspects*

IEC 63132-2, *Guidance for installation procedures and tolerances of hydroelectric machines – Part 2: Vertical generators*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-6:2023

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 63132-6:2023

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	30
1 Domaine d'application	32
2 Références normatives	32
3 Termes et définitions	32
4 Organigramme d'installation	33
4.1 Composants encastrés de la turbine	33
4.2 Composants mécaniques de la turbine	34
5 Étapes	35
5.1 Composants encastrés de la turbine	35
5.1.1 Étape 1: Mise en place des repères	35
5.1.2 Étape 2: Installation des fondations du bâti de la turbine et de la tuyauterie encastrée	35
5.1.3 Étape 3: Scellement des fondations du bâti de la turbine	36
5.1.4 Étape 4: Vérification des fondations du bâti de la turbine et de l'espace de travail	36
5.1.5 Étape 5: Transfert pour installation	36
5.1.6 Étape 6: Installation du bâti de la turbine	36
5.1.7 Étape 7: Transfert pour la phase de bétonnage	38
5.1.8 Étape 8: Scellement des fondations de la tuyauterie du distributeur	38
5.1.9 Étape 9: Transfert pour installation	38
5.1.10 Étape 10: Installation de la tuyauterie du distributeur	39
5.1.11 Étape 11: Installation de la tuyauterie encastrée dans le béton secondaire autour du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur	40
5.1.12 Étape 12: Application d'une mise sous pression et essai de la tuyauterie du distributeur	41
5.1.13 Étape 13: Transfert pour la phase de bétonnage	41
5.1.14 Étape 14: Scellement du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur	42
5.1.15 Étape 15: Transfert pour installation	42
5.1.16 Étape 16: Inspection dimensionnelle du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur après scellement	42
5.1.17 Étape 17: Installation du couvercle du bâti de la turbine	43
5.1.18 Étape 18: Installation du croisillon de support du palier guide	43
5.1.19 Étape 19: Transfert pour la phase de bétonnage	44
5.1.20 Étape 20: Scellement jusqu'au plancher de l'alternateur	44
5.1.21 Étape 21: Transfert pour installation	45
5.1.22 Étape 22: Inspection dimensionnelle du croisillon de support du palier guide après scellement	45
5.1.23 Étape 23: Protection anticorrosion pour les composants encastrés	45
5.1.24 Étape 24: Achèvement de l'installation des composants encastrés de la turbine	46
5.1.25 Étape 25: Installation des composants mécaniques de la turbine	46
5.2 Composants mécaniques de la turbine	46
5.2.1 Étape 1: Achèvement de l'installation des composants encastrés de la turbine	46
5.2.2 Étape 2: Installation du bâti du palier guide de la turbine	46
5.2.3 Étape 3: Installation de l'arbre de la turbine	46
5.2.4 Étape 4: Remise du plateau d'accouplement de l'arbre de la turbine	47

5.2.5	Étape 5: Installation de l'alternateur.....	47
5.2.6	Étape 6: Alignement du groupe.....	47
5.2.7	Étape 7: Assemblage et ajustement du palier guide de la turbine	48
5.2.8	Étape 8: Installation du système de rails pour le transport des composants de turbine.....	49
5.2.9	Étape 9: Installation des injecteurs	49
5.2.10	Étape 10: Installation des systèmes de déflecteurs.....	50
5.2.11	Étape 11: Installation du bouclier de guide d'eau	50
5.2.12	Étape 12: Installation de la roue	51
5.2.13	Étape 13: Achèvement de l'installation des composants restants de la turbine	51
5.2.14	Étape 14: Nettoyage, peinture et inspection avant les essais initiaux.....	51
5.2.15	Étape 15: Achèvement de l'installation des composants mécaniques de la turbine	52
5.2.16	Étape 16: Mise en service.....	52
	Bibliographie.....	53
	Figure 1 – Organigramme d'installation générique – Composants encastrés de la turbine Pelton	33
	Figure 2 – Organigramme d'installation générique – Composants mécaniques de la turbine Pelton	34
	Figure 3 – Installation du bâti de la turbine	37
	Figure 4 – Installation de la tuyauterie du distributeur.....	39
	Figure 5 – Installation des injecteurs.....	50
	Tableau 1 – Mesurages du bâti de la turbine.....	37
	Tableau 2 – Mesurages de la tuyauterie du distributeur	40
	Tableau 3 – Mesurages du couvercle du bâti de la turbine.....	43
	Il convient de vérifier les éléments indiqués dans le Tableau 4.	44
	Tableau 4 – Mesurages du croisillon de support du palier guide	44
	Tableau 5 – Mesurages de l'arbre de la turbine	47
	Tableau 6 – Mesurages d'alignement du groupe	48
	Tableau 7 – Mesurages des injecteurs	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**LIGNES DIRECTRICES DES PROCÉDURES ET
TOLÉRANCES D'INSTALLATION DES MACHINES HYDROÉLECTRIQUES –****Partie 6: Turbines Pelton verticales****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique 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. À 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 63132-6 a été établie par le comité d'études 4 de l'IEC: Turbines hydrauliques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
4/457/FDIS	4/465/RVD

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

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

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

Le présent 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 63132, publiées sous le titre général *Lignes directrices des procédures et tolérances d'installation des machines hydroélectriques*, se trouve 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. À 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 ce document en utilisant une imprimante couleur.

LIGNES DIRECTRICES DES PROCÉDURES ET TOLÉRANCES D'INSTALLATION DES MACHINES HYDROÉLECTRIQUES –

Partie 6: Turbines Pelton verticales

1 Domaine d'application

Le présent document a pour objet d'établir, d'une façon générale, des procédures et des tolérances adéquates pour l'installation des turbines Pelton verticales. Il présente un assemblage type, et chaque utilisation du terme "turbine" dans le présent document fait référence à une turbine Pelton verticale. Il existe de nombreuses façons d'assembler un groupe. Les dimensions et la conception de la machine, le plan de la centrale électrique ou l'échéancier des livraisons des composants constituent quelques éléments qui peuvent résulter en l'ajout d'étapes ou l'élimination de certaines étapes et/ou des séquences d'assemblage.

Il est entendu que ce type de publication est contraignant seulement si, et dans la mesure où, les deux parties contractuelles l'ont convenu.

Le présent document exclut les questions d'intérêt purement commercial, sauf celles inextricablement liées au déroulement de l'installation.

Les tolérances mentionnées dans le présent document ont été déterminées selon les meilleures pratiques et l'expérience, bien qu'il soit reconnu que d'autres normes spécifient des tolérances différentes.

Partout où le présent document précise que des documents, des dessins ou des renseignements sont fournis par un fabricant (ou par des fabricants), chaque fabricant fournira les informations appropriées pour leur propre approvisionnement seulement.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Aucun terme n'est défini dans le présent document.

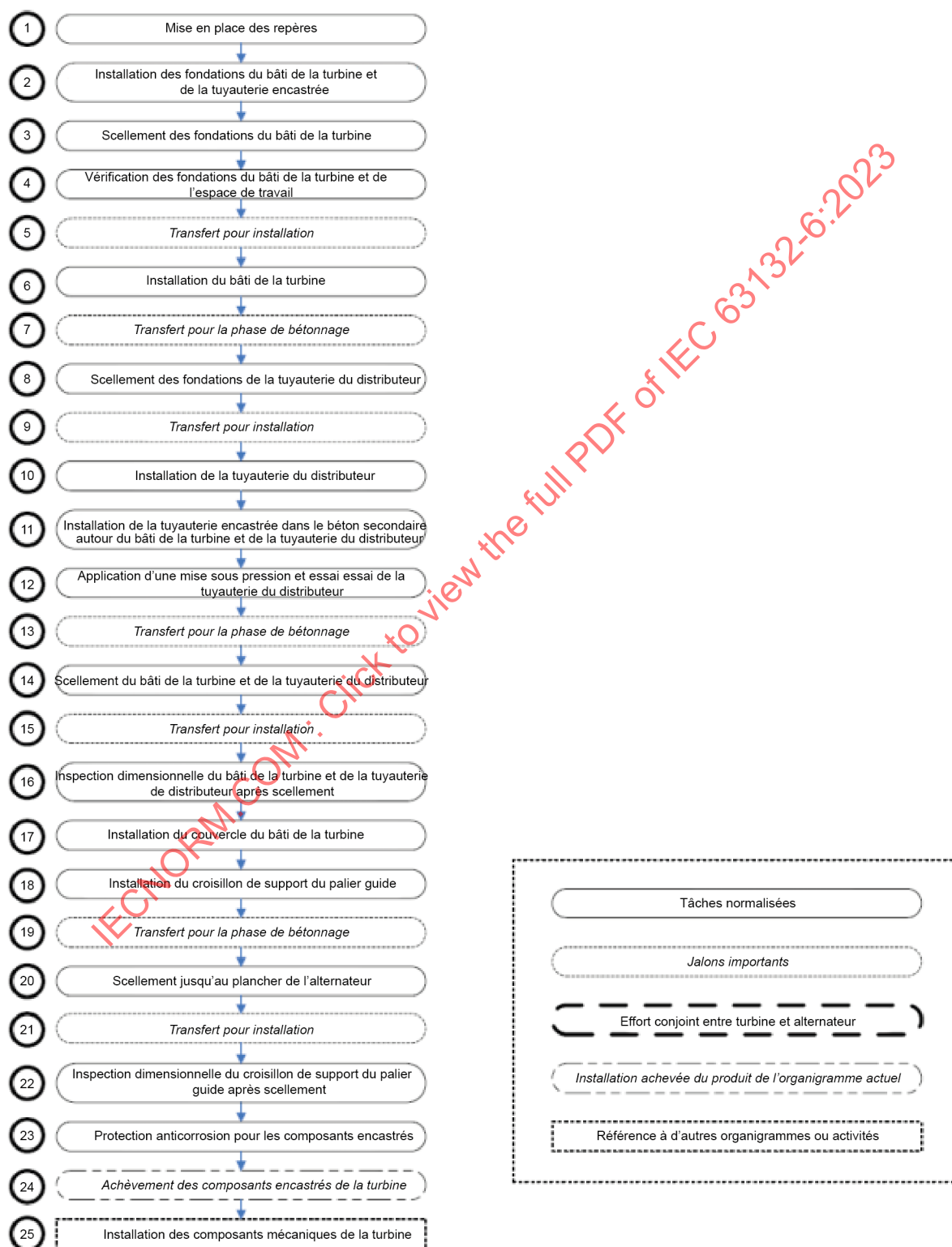
L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

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

4 Organigramme d'installation

4.1 Composants encastrés de la turbine

La Figure 1 représente un organigramme d'installation générique des composants encastrés de la turbine Pelton.

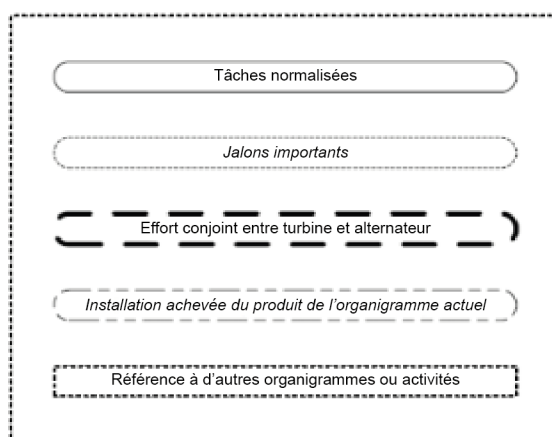
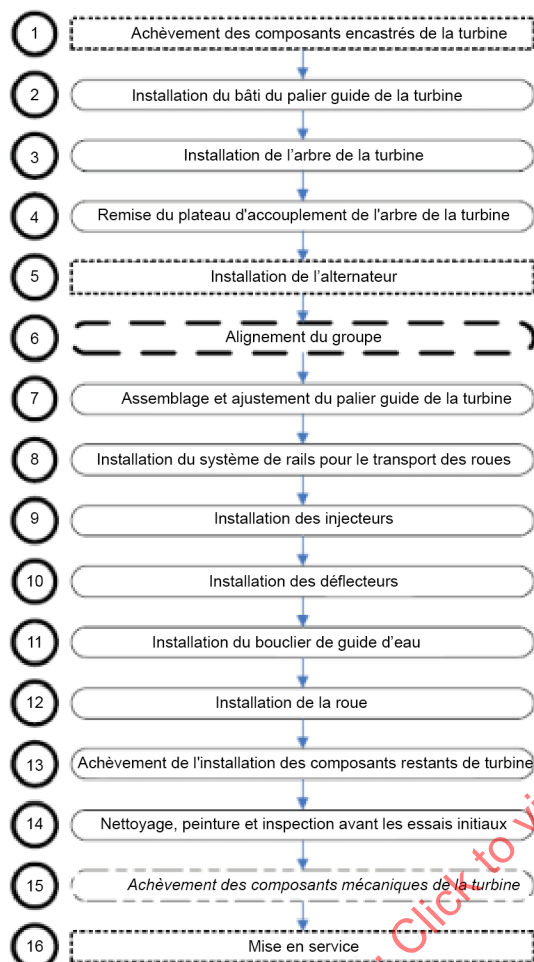


IEC

Figure 1 – Organigramme d'installation générique – Composants encastrés de la turbine Pelton

4.2 Composants mécaniques de la turbine

La Figure 2 représente un organigramme d'installation générique des composants mécaniques de la turbine Pelton.



IEC

**Figure 2 – Organigramme d'installation générique –
Composants mécaniques de la turbine Pelton**

5 Étapes

5.1 Composants encastrés de la turbine

5.1.1 Étape 1: Mise en place des repères

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Établir les repères à utiliser pour démarrer l'installation de la turbine et de l'alternateur.
- b) Explication de la tâche
 - Il convient de fournir un nombre suffisant de repères pour établir la ligne centrale, l'axe et l'élévation du groupe.
- c) Recommandations
 - N/A
- d) Informations additionnelles

Selon le système d'exécution du projet (clé en main, conception-construction, etc.), les repères ou leurs points de référence peuvent être fournis par le propriétaire, le contractant du génie civil, etc. Il incombe au fournisseur des repères ou des points de référence de veiller à ce qu'ils soient corrects.

Il convient que le type de repère (coordonnées x, y, z, définition des axes et élévations, etc.) ait fait l'objet d'un accord avant le commencement des travaux.

Il convient que le fournisseur de la turbine prenne soin de transférer les repères nécessaires tout au long de l'installation et/ou du bétonnage pour assurer que les repères demeurent accessibles pendant l'assemblage du groupe.

5.1.2 Étape 2: Installation des fondations du bâti de la turbine et de la tuyauterie encastrée

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Installer la tuyauterie encastrée dans le béton primaire et les fondations du bâti de la turbine aux emplacements appropriés.
- b) Explication de la tâche
 - Installer la tuyauterie encastrée dans le béton primaire et ses systèmes de support.
 - Installer les composants des fondations du bâti de la turbine et le système de rails pour le transport des composants de la turbine, etc.
- c) Recommandations

Des conceptions différentes exigent des tolérances différentes; il convient par conséquent que le fournisseur de la turbine spécifie les tolérances. Il est considéré comme une bonne pratique:

- d'effectuer les contrôles non destructifs applicables (c'est-à-dire les inspections visuelles, les essais de pression sur la tuyauterie, les essais sur les joints soudés);
- d'appliquer des mesures pour empêcher le béton d'entrer dans les tuyaux ou de contaminer les surfaces usinées des fondations pendant le bétonnage.

- d) Informations additionnelles

Il convient que le contrat définisse à quelle partie il incombe d'installer la tuyauterie encastrée dans le béton primaire et/ou les composants des fondations.

Selon la conception, le système de rails pour le transport des composants de la turbine peut ne pas exiger de composants des fondations.

Selon la taille du groupe, une colonne de support de plateforme peut être installée dans le passage d'eau sous le bâti de la turbine.

5.1.3 Étape 3: Scellement des fondations du bâti de la turbine

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Sceller les fondations du bâti de la turbine et de la tuyauterie dans le béton primaire.
- b) Explication de la tâche
 - Sceller les composants des fondations du bâti de la turbine et le système de rails pour le transport des composants de la turbine, etc.
- c) Recommandations

Il convient de veiller à ne pas endommager les composants encastrés ou la tuyauterie lors du bétonnage.
- d) Informations additionnelles

Selon la conception, le système de rails pour le transport des composants de la turbine peut ne pas exiger les composants des fondations.

Selon la taille du groupe, une colonne de support de plateforme peut être encastrée dans le passage d'eau sous le bâti de la turbine.

5.1.4 Étape 4: Vérification des fondations du bâti de la turbine et de l'espace de travail

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Confirmer que les fondations du bâti de la turbine ont été installées au bon emplacement, en vérifiant que l'installation est conforme à la conception et que l'accès à l'espace de travail est suffisant.
- b) Explication de la tâche
 - Lorsque l'espace de travail est jugé acceptable, les travaux d'installation de la turbine peuvent commencer.
- c) Recommandations

Vérifier que les composants des fondations du bâti de la turbine ont été installées dans le respect des tolérances stipulées par le fournisseur de la turbine.
- d) Informations additionnelles

N/A

5.1.5 Étape 5: Transfert pour installation

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Transférer l'espace de travail au fournisseur/installateur de la turbine.
- b) Explication de la tâche
 - La zone de travail du bâti de la turbine fait normalement l'objet d'un transfert officiel du contractant du génie civil au fournisseur/l'installateur de la turbine. Le transfert est généralement documenté par un formulaire signé.
- c) Recommandations

N/A
- d) Informations additionnelles

N/A

5.1.6 Étape 6: Installation du bâti de la turbine

- a) Objectif de la tâche pour cette étape
 - Installer le bâti de la turbine (voir la Figure 3).
- b) Explication de la tâche
 - Transporter les segments du bâti de la turbine vers les fondations et les placer sur les supports.
 - Souder, par soudure de pointage, les segments du bâti de la turbine.

- Inspecter l'alignement et les dimensions principales du bâti de la turbine avant soudage.
- Souder le bâti de la turbine.
- Inspecter l'alignement et les dimensions principales du bâti de la turbine après soudage.
- Installer la plateforme d'inspection.

c) Recommandations

Il convient de vérifier les éléments indiqués dans le Tableau 1.

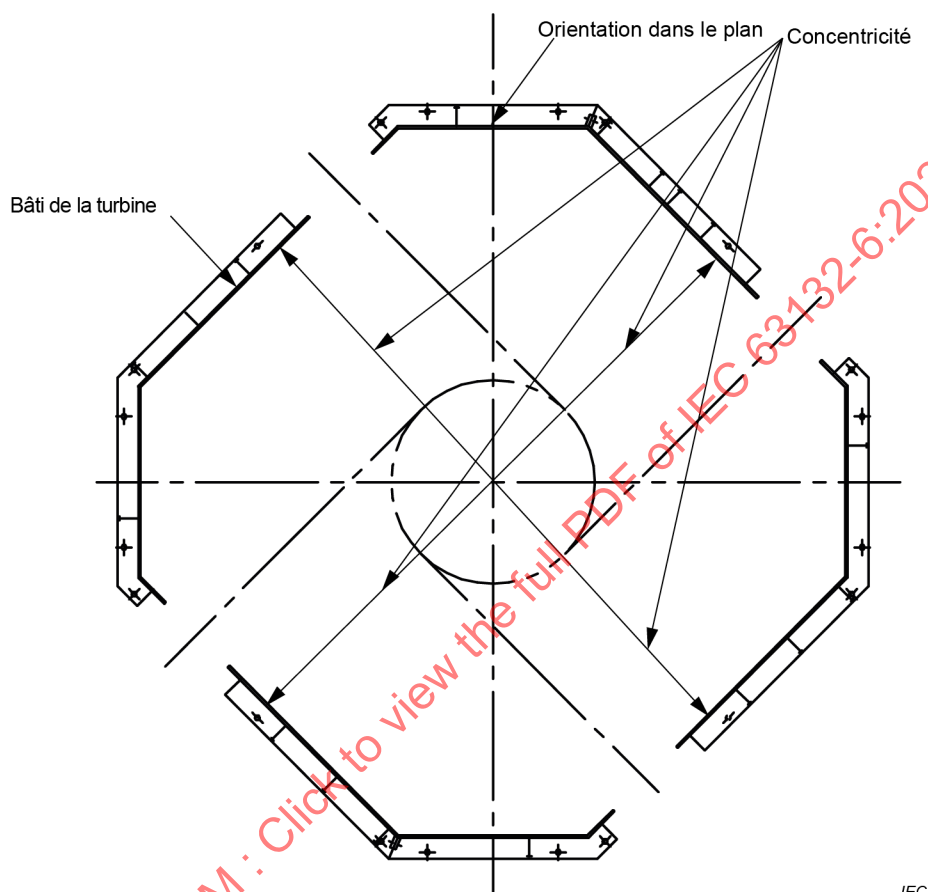


Figure 3 – Installation du bâti de la turbine

Tableau 1 – Mesurages du bâti de la turbine

Élément	Tolérance	Nombre minimal de mesurages	Emplacement de mesure
Concentricité	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Parois internes du bâti de la turbine
Orientation dans le plan	À déterminer par le fournisseur de la turbine	1	Orientation du bâti de la turbine
Élévation	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Surface supérieure du bâti de la turbine
Niveau	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Surface supérieure du bâti de la turbine

- Contrôles non destructifs des joints soudés
- Fixation adéquate du bâti de la turbine.

Outre les exigences ci-dessus, il convient de vérifier les dimensions principales.

Les tolérances et les emplacements de mesure des dimensions principales sont indiqués sur les dessins du fournisseur de la turbine.

Il convient que le bâti de la turbine soit concentrique à l'axe théorique du groupe (repère) et à la ligne centrale.

d) Informations additionnelles

Il convient que le fournisseur de la turbine spécifie la séquence d'installation du bâti de la turbine.

Des supports ou des entretoises adéquats sont exigés pour empêcher tout déplacement ou toute déformation du bâti de la turbine pendant la deuxième étape de bétonnage.

5.1.7 Étape 7: Transfert pour la phase de bétonnage

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Transférer l'espace de travail au contractant du génie civil.

b) Explication de la tâche

- Il convient que le fournisseur de la turbine confirme que le bâti de la turbine a été installé et aligné correctement et est prêt pour le bétonnage.
- La zone de travail du bâti de la turbine fait normalement l'objet d'un transfert officiel du fournisseur de la turbine au contractant du génie civil. Le transfert est généralement documenté par un formulaire signé.

c) Recommandations

N/A

d) Informations additionnelles

N/A

5.1.8 Étape 8: Scellement des fondations de la tuyauterie du distributeur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer et sceller les fondations de la tuyauterie du distributeur.

b) Explication de la tâche pour cette étape

- Installer les fondations de la tuyauterie du distributeur.
- Sceller les fondations de la tuyauterie du distributeur et la partie inférieure du bâti de la turbine.

c) Recommandations

- Il convient que la vitesse de bétonnage, la hauteur des coulées/étapes et les différences de niveaux admissibles aient fait l'objet d'un accord entre les parties concernées durant les phases préliminaires de développement du projet, étant donné les répercussions critiques (sur l'échéancier et le budget) liées à la conception et à l'installation du bâti de la turbine.

d) Informations additionnelles

Il convient de veiller, lors du bétonnage, à ne pas endommager les composants encastrés ou la tuyauterie.

5.1.9 Étape 9: Transfert pour installation

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Transférer l'espace de travail au fournisseur/installateur de la turbine.

b) Explication de la tâche

- La zone de travail fait normalement l'objet d'un transfert officiel du contractant du génie civil au fournisseur/installateur de la turbine. Le transfert est généralement documenté par un formulaire signé.

c) Recommandations

N/A

d) Informations additionnelles

N/A

5.1.10 Étape 10: Installation de la tuyauterie du distributeur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

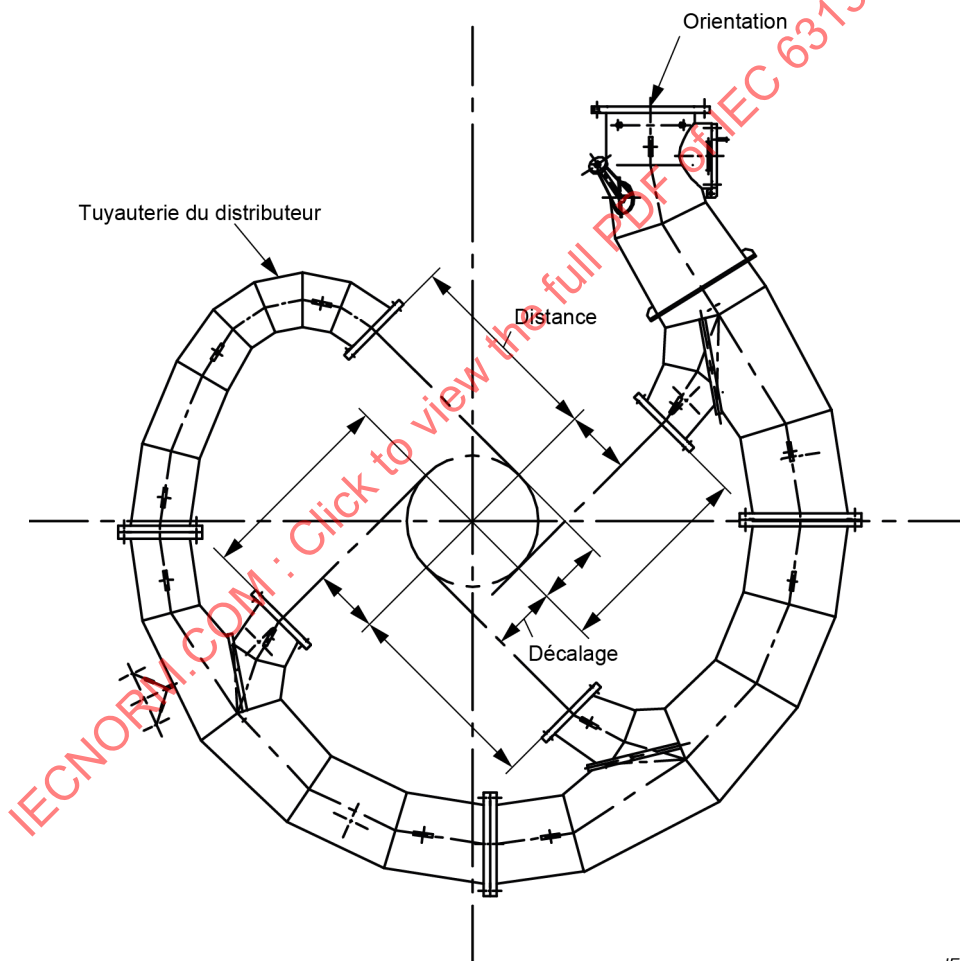
- Installer la tuyauterie du distributeur (voir la Figure 4).

b) Explication de la tâche

- Transporter et assembler les segments de la tuyauterie du distributeur.
- Aligner les brides de la tuyauterie du distributeur (élévation, orientation, distance et décalage).
- Installer et souder les plaques d'acier entre les brides de la tuyauterie du distributeur et le bâti de la turbine.

c) Recommandations

Il convient de vérifier les éléments indiqués dans le Tableau 2.



IEC

Figure 4 – Installation de la tuyauterie du distributeur

Tableau 2 – Mesurages de la tuyauterie du distributeur

Élément	Tolérance	Nombre minimal de mesurages	Emplacement de mesure
Élévation	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Élévation du centre des brides de la tuyauterie du distributeur
Orientation	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Orientation des brides de la tuyauterie du distributeur
Distance	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Distance entre les surfaces des brides de la tuyauterie du distributeur et le centre de la turbine
Décalage	À déterminer par le fournisseur de la turbine	Nombre d'injecteurs	Décalage entre le centre des brides de la tuyauterie du distributeur et le centre de la turbine

- Contrôles non destructifs des joints soudés.
- Fixation adéquate du bâti de la turbine.

Outre les exigences ci-dessus, il convient de vérifier les dimensions principales.

Les tolérances et les emplacements de mesure des dimensions principales sont indiqués sur les dessins du fournisseur de la turbine.

d) Informations additionnelles

L'orientation et la distance des brides de la tuyauterie du distributeur doivent être ajustées par des plaques d'adaptation entre les injecteurs et la tuyauterie du distributeur.

Il existe plusieurs méthodes de mesure de la position de la tuyauterie du distributeur (c'est-à-dire, suiveur à laser, gabarits de mesure, etc.).

5.1.11 Étape 11: Installation de la tuyauterie encastrée dans le béton secondaire autour du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer la tuyauterie encastrée.

b) Explication de la tâche

- Installation de la tuyauterie autour du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur avant le bétonnage final.

c) Recommandations

Il convient d'effectuer des contrôles non destructifs (c'est-à-dire, inspections visuelles, essais de pression, essai sur les joints soudés) et des vérifications dimensionnelles des emplacements de la tuyauterie.

Il convient de prendre en considération les mesures préventives suivantes:

- installer des supports de la tuyauterie pour l'empêcher d'être déplacée ou endommagée durant le bétonnage;
- couvrir/bloquer les ouvertures de la tuyauterie pour empêcher le béton de pénétrer à l'intérieur de la tuyauterie durant le bétonnage.

d) Informations additionnelles

N/A

5.1.12 Étape 12: Application d'une mise sous pression et essai de la tuyauterie du distributeur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Vérifier la déformation et l'intégrité (étanchéité à l'eau) de la tuyauterie du distributeur lorsqu'elle est mise sous pression.
- Relâcher certaines contraintes locales élevées exercées sur les soudures, afin d'améliorer la durée de vie en fatigue de la tuyauterie du distributeur.

b) Explication de la tâche

- Obturer à l'aide de couvercles temporaires la bride d'entrée et toutes les brides de sortie des injecteurs de la tuyauterie du distributeur.
- Remplir la tuyauterie du distributeur avec de l'eau.
- Soumettre la tuyauterie à une mise sous pression.
- Vérifier les fuites éventuelles.

c) Recommandations

L'essai de pression utilise généralement 150 % de la pression de conception. Il convient que le fournisseur de la turbine indique la pression, la durée et les paramètres de l'essai.

d) Informations additionnelles

Selon la conception de génie civil et mécanique, l'essai de pression peut ne pas être exigé.

Le fournisseur de la turbine indique généralement une procédure d'application de mise sous pression qui définit le nombre de pas, la durée et les pressions de chaque pas, etc.

Afin de faciliter la détection de toute fuite, il est utile de contrôler la température de l'eau pour qu'elle soit supérieure au point de rosée de l'air ambiant de manière à éviter la condensation de l'eau sur les surfaces. Toutefois, selon les dimensions de la tuyauterie du distributeur et les conditions sur le site, cette méthode n'est pas toujours possible.

Il est nécessaire de contrôler la pression de la tuyauterie du distributeur tout au long de l'essai.

5.1.13 Étape 13: Transfert pour la phase de bétonnage

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Transférer l'espace de travail au contractant du génie civil.

b) Explication de la tâche

- Il convient que le fournisseur de la turbine confirme que la tuyauterie du distributeur a été installée et alignée correctement et est prête pour le bétonnage.
- La zone de travail du bâti de la turbine fait normalement l'objet d'un transfert officiel du fournisseur de la turbine au contractant du génie civil. Le transfert est généralement documenté par un formulaire signé.

c) Recommandations

N/A

d) Informations additionnelles

Certaines mesures sont exigées avant le transfert pour éviter toute déformation de la tuyauterie du distributeur lors du bétonnage et/ou tout transfert de charge excessif aux structures de génie civil après la mise en service.

Exemples de méthodes courantes:

- Maintenir la tuyauterie du distributeur à une pression inférieure à la pression d'essai.
- Surveiller la pression et la température de la tuyauterie du distributeur et les ajuster lorsque cela est exigé.

5.1.14 Étape 14: Scellement du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Sceller le bâti de la turbine et la tuyauterie du distributeur.

b) Explication de la tâche

- Installer les renforts.
- Placer les coffrages.
- Bétonnage.

c) Recommandations

Il convient que la vitesse de bétonnage, la hauteur des coulées/pas et les différences de niveaux admissibles soient convenues entre les parties concernées durant les phases préliminaires de développement du projet, étant donné les répercussions critiques (sur l'échéancier et le budget) liées à la conception et à l'installation du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur.

Après le bétonnage du bâti de la turbine, il convient de vérifier la présence d'espaces vides derrière les plaques d'acier, généralement par un essai au marteau. Il convient d'effectuer une injection de coulis afin de combler ces espaces vides.

d) Informations additionnelles

Il convient de veiller, lors du bétonnage, à ne pas endommager les composants encastrés ou la tuyauterie.

5.1.15 Étape 15: Transfert pour installation

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Transférer l'espace de travail au fournisseur/installateur de la turbine.

b) Explication de la tâche

- La zone de travail fait normalement l'objet d'un transfert officiel de le contractant du génie civil au fournisseur/installateur de la turbine. Le transfert est généralement documenté par un formulaire signé.

c) Recommandations

N/A

d) Informations additionnelles

N/A

5.1.16 Étape 16: Inspection dimensionnelle du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur après scellement

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Déterminer la forme et l'emplacement du bâti de la turbine et de la tuyauterie du distributeur après scellement.

b) Explication de la tâche

- Effectuer des mesurages.

c) Recommandations

Il convient de vérifier la concentricité, l'orientation dans le plan, l'élévation et le niveau du bâti de la turbine afin de déterminer si les valeurs lues à l'étape 6: Installation du bâti de la turbine, ont changé après le bétonnage.

Il convient de vérifier l'orientation, l'élévation, la distance et le décalage des brides de la tuyauterie du distributeur afin de déterminer si les valeurs lues à l'étape 10: Installation de la tuyauterie du distributeur, ont varié après le bétonnage.

d) Informations additionnelles

Selon la conception des composants ou si les composants ont été déformés ou déplacés pendant le bétonnage, quelques ajustements comme un réusinage, un meulage ou la pose de cales peuvent être exigés sur les surfaces usinées pour qu'elles s'inscrivent dans les limites de tolérances.

5.1.17 Étape 17: Installation du couvercle du bâti de la turbine

a) Objectif de la tâche pour cette étape

Installer le couvercle du bâti de la turbine.

b) Explication de la tâche

- Transférer les segments du couvercle du bâti de la turbine vers cette dernière.
- Souder, par soudure de pointage, les segments du couvercle du bâti de la turbine.
- Inspecter l'alignement et les dimensions principales du couvercle du bâti de la turbine avant soudage.
- Souder le couvercle du bâti de la turbine.
- Inspecter l'alignement et les dimensions principales du couvercle du bâti de la turbine après soudage.

c) Recommandations

Il convient de vérifier les éléments indiqués dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Mesurages du couvercle du bâti de la turbine

Élément	Tolérance	Nombre minimal de mesurages	Emplacement de mesure
Concentricité	À déterminer par le fournisseur de la turbine	4	Diamètre intérieur du couvercle du bâti de la turbine
Orientation dans le plan	À déterminer par le fournisseur de la turbine	1	Orientation du couvercle du bâti de la turbine
Élévation	À déterminer par le fournisseur de la turbine	4	Surface supérieure du couvercle du bâti de la turbine
Niveau	À déterminer par le fournisseur de la turbine	4	Surface supérieure du couvercle du bâti de la turbine

- Contrôles non destructifs des joints soudés

d) Informations additionnelles

Il convient que le fournisseur de la turbine spécifie la séquence d'installation du couvercle du bâti de la turbine.

5.1.18 Étape 18: Installation du croisillon de support du palier guide

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Installer le croisillon de support du palier guide.

b) Explication de la tâche

- Transférer les segments du croisillon de support du palier guide vers le couvercle du bâti de la turbine et les placer sur les supports.
- Souder, par soudure de pointage, les segments du croisillon de support du palier guide.
- Inspecter l'alignement et les dimensions principales du croisillon de support du palier guide de la turbine avant soudage.
- Souder le croisillon de support du palier guide.

- Inspecter l'alignement et les dimensions principales du croisillon de support du palier guide après soudage.

c) Recommandations

Il convient de vérifier les éléments indiqués dans le Tableau 4.

Tableau 4 – Mesurages du croisillon de support du palier guide

Élément	Tolérance	Nombre minimal de mesurages	Emplacement de mesure
Concentricité	À déterminer par le fournisseur de la turbine	4	Bride supérieure du croisillon de support du palier guide
Orientation dans le plan	À déterminer par le fournisseur de la turbine	1	Orientation du croisillon de support du palier guide
Élévation	À déterminer par le fournisseur de la turbine	4	Surface supérieure du croisillon de support du palier guide
Niveau	À déterminer par le fournisseur de la turbine	4	Surface supérieure du croisillon de support du palier guide

- Contrôles non destructifs des joints soudés.
- Fixation adéquate du croisillon de support du palier guide.

Il convient que le croisillon de support du palier guide soit concentrique à l'axe des brides des injecteurs de la tuyauterie du distributeur.

d) Informations additionnelles

Il convient que le fournisseur de la turbine spécifie la séquence d'installation du croisillon de support du palier guide.

5.1.19 Étape 19: Transfert pour la phase de bétonnage

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Transférer l'espace de travail à le contractant du génie civil.

b) Explication de la tâche

- Il convient que le fournisseur de la turbine confirme que le couvercle du bâti de la turbine et le croisillon de support du palier guide ont été installés et alignés correctement et sont prêts pour le bétonnage.
- La zone de travail du couvercle du bâti de la turbine et du croisillon de support du palier guide fait normalement l'objet d'un transfert officiel du fournisseur de la turbine à le contractant du génie civil. Le transfert est généralement documenté par un formulaire signé.

c) Recommandations

N/A

d) Informations additionnelles

N/A

5.1.20 Étape 20: Scellement jusqu'au plancher de l'alternateur

a) Objectif de la tâche pour cette étape

- Sceller toutes les composants encastrés y compris, entre autres, le couvercle du bâti de la turbine, le croisillon de support du palier guide et les ancrages des composants, les plaques d'assise et les tuyaux de la turbine et/ou de l'alternateur.

b) Explication de la tâche

- Bétonner les composants encastrés restants.