

DCC Step by step

Guide to learning essential concepts



**Digital Calibration
Certificate**



Evolving to DCC



CENAM´ s Developments

Current status for Calibration Certificate



Analog Document



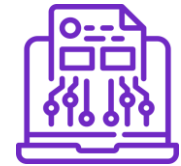
These types of documents are usually found on paper.

In our case it is a printed information about items under calibration and their measurement results.

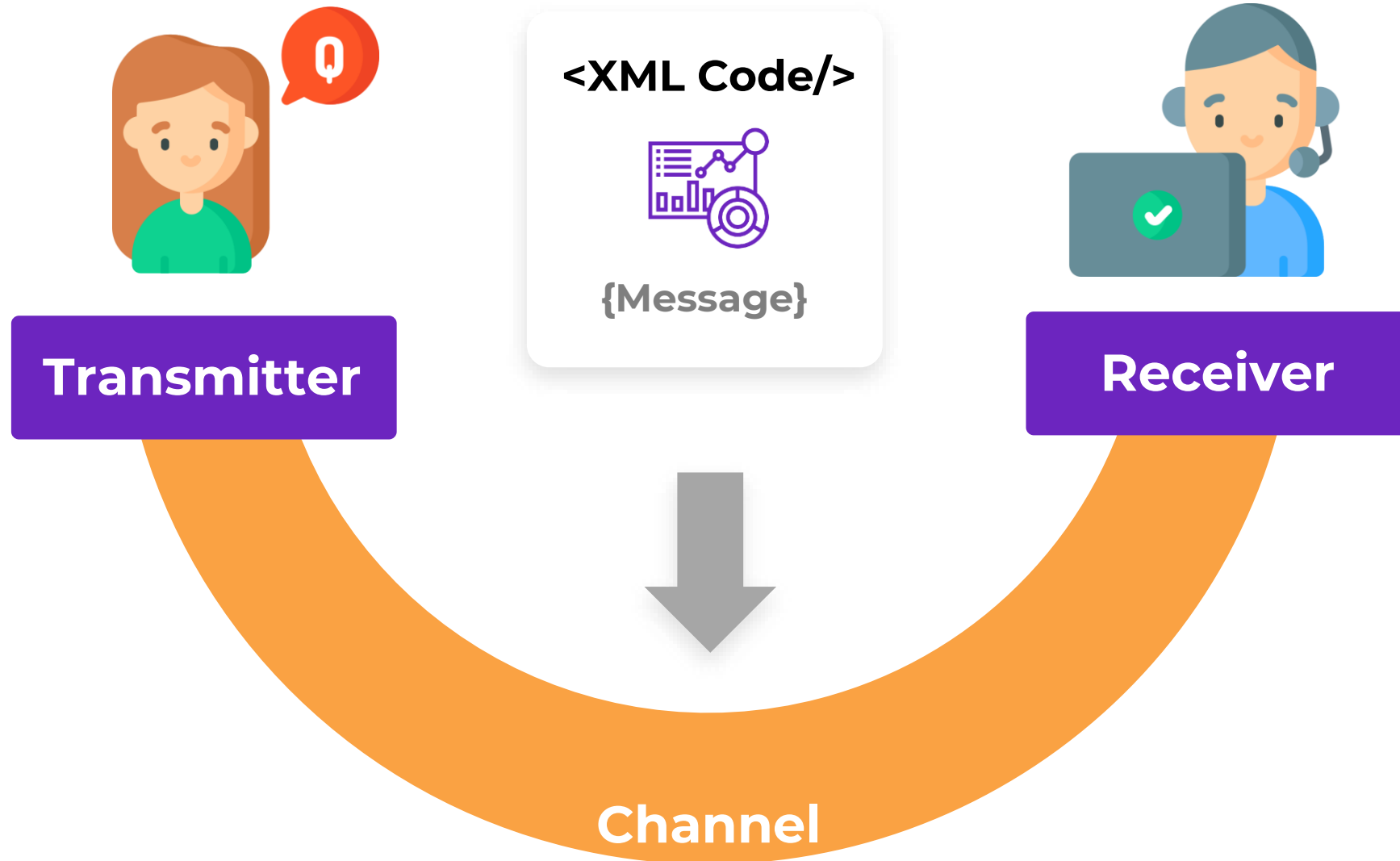
A **printed** PDF document is also an analog document.

Nowadays the analog documents are in disuse.

Digital Calibration certificate



XML in the communication process



Description

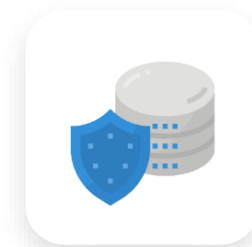
A **Digital Calibration Certificate** is a virtual document, which can be understood as a document that provides information about an entity. In addition to guaranteeing the reliability, integrity and confidence of the data.



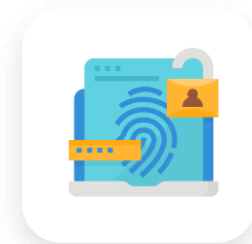
**Calibration
Laboratory**



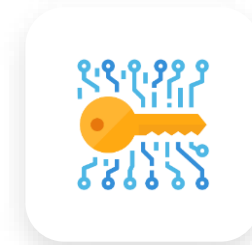
**Digital Calibration
Certificate**



Integrity

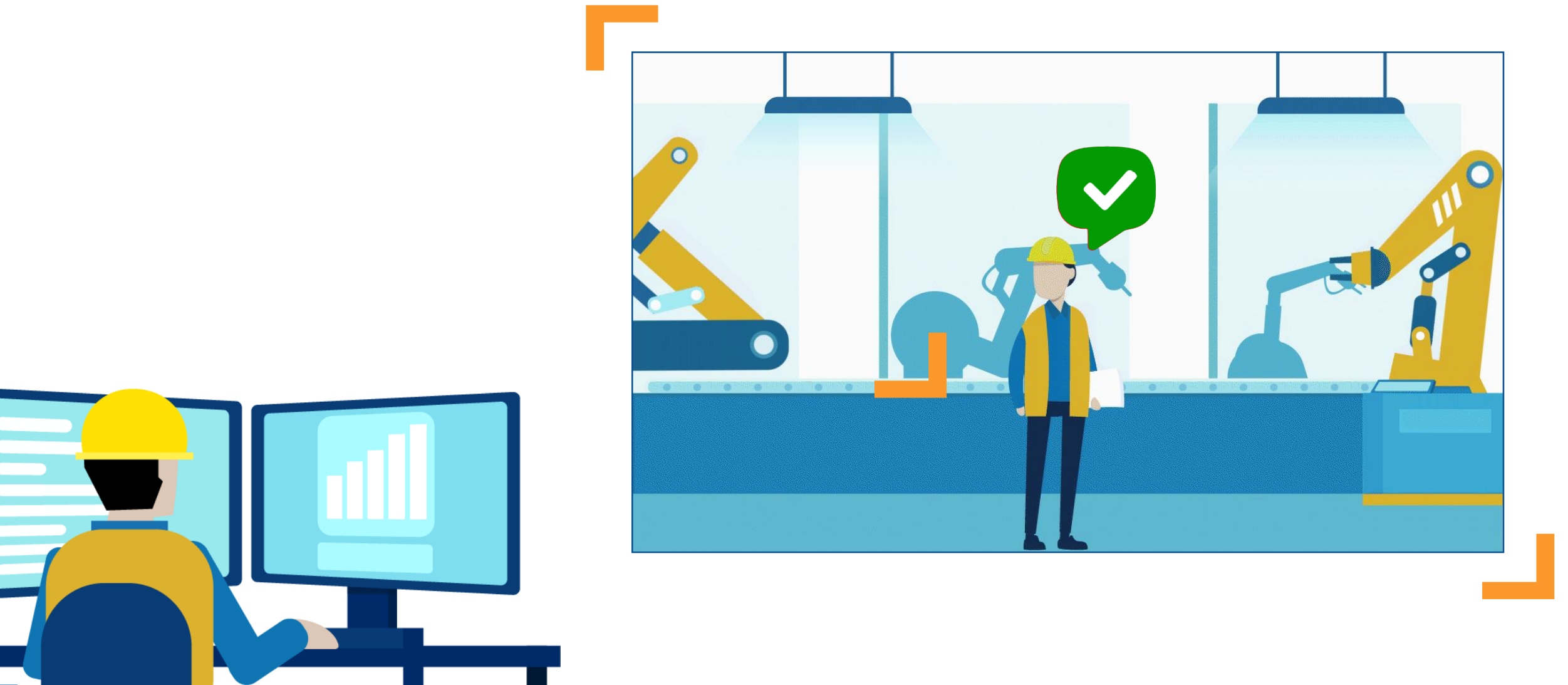


Reliability



Confidentiality

Data exchange between machines



DCC XML Schema



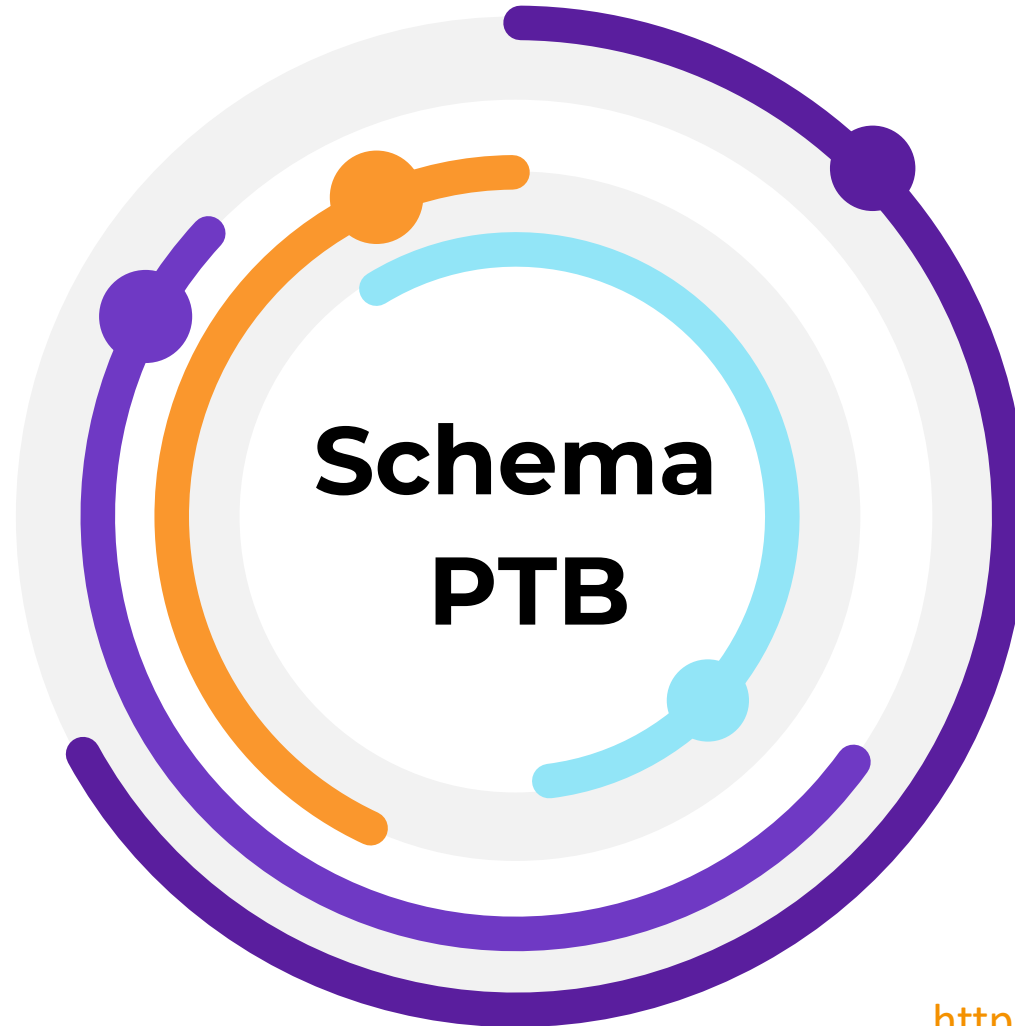
Administrative Data

The essential administrative information for calibration.



Measurement Result

Stores all information on the result of the measurement. The measurement and result data must have a value and a unit. Ideally, the unit is a SI unit.



Comments

All further information and files agreed between the customer and the calibration laboratory can be inserted into this element.



Document

The element document contains the human-readable variant of the DCC.

Base 64 method

<https://tools.ietf.org/html/rfc4648>)

DCC PTB Analysis





calibrationLaboratory

Code: CENAM

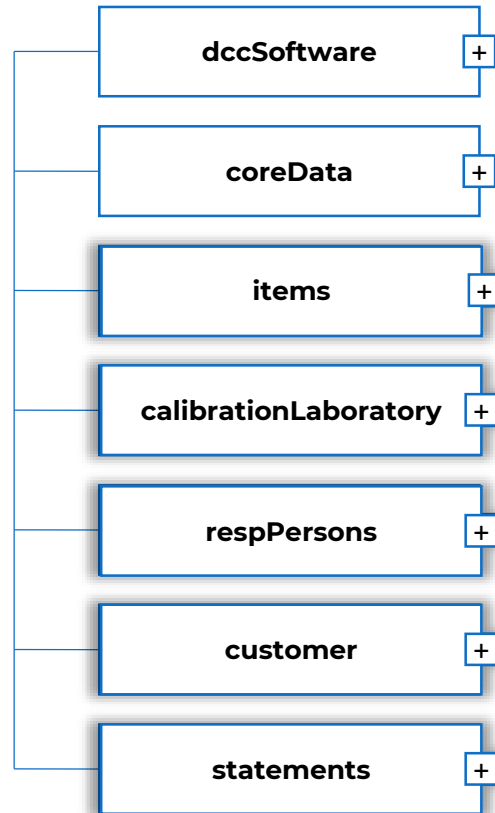
Name: Centro Nacional de Metrologia

Address: km 4.5 Carr a los Cues

Email: DSIServTec@cenam.mx



AdministrativeDataType



AdministrativeDataType

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA 

Certificado de Calibración
CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja [Page] 1/3

Cliente: <i>Customer</i>	Metrology Institute Rojo Street Number 2. Colors state.
Instrumento: <i>Instrument</i>	Patrón para calibradores (Caliper Checker)
Marca: <i>Brand name</i>	Mitutoyo
Modelo: <i>Model</i>	515-555
No. de serie: <i>Serial number</i>	
No. de identificación: <i>ID number</i>	

2020-08-31 2020-09-01
Firma electrónica / Signature

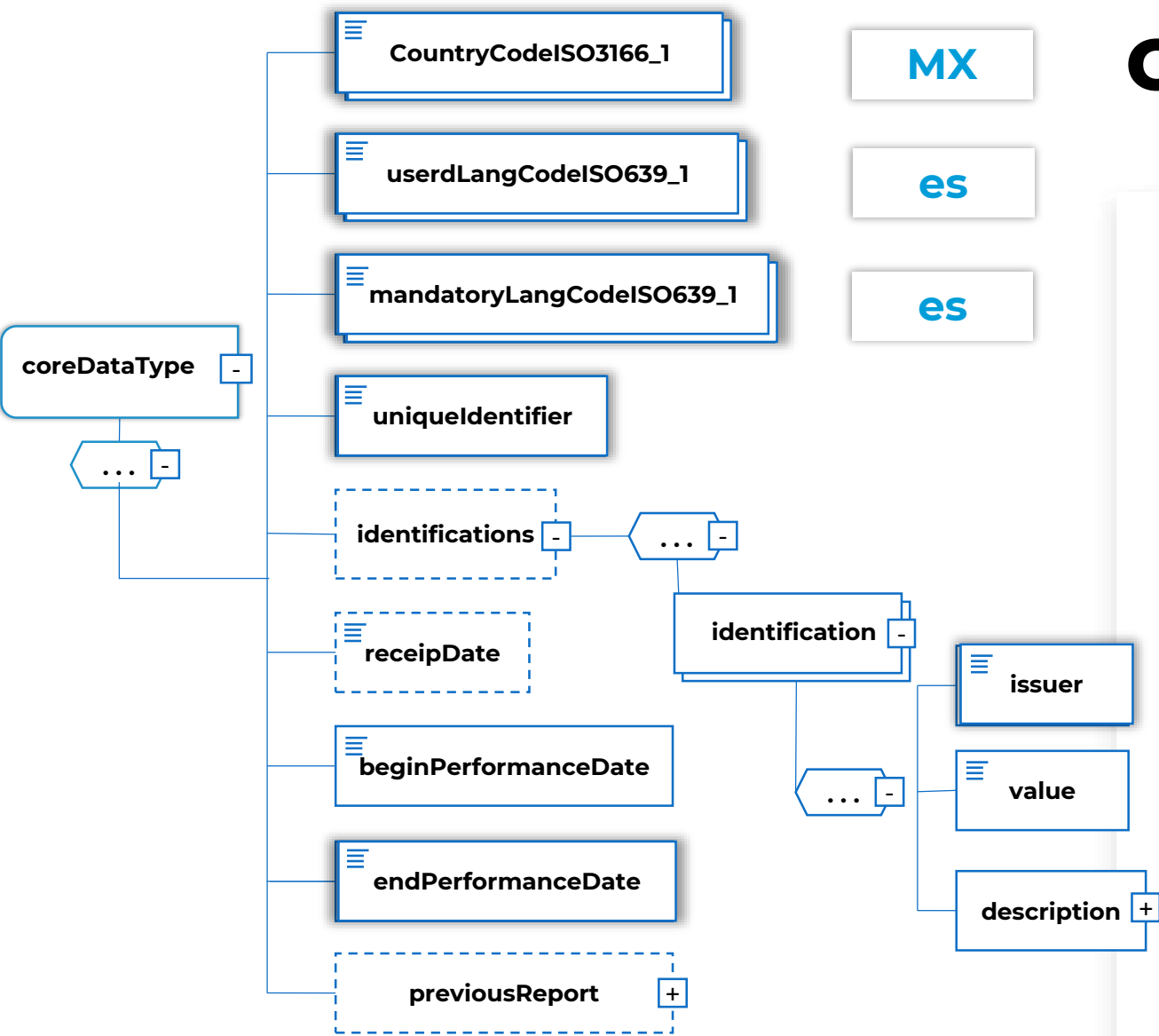
Responsable de la calibración: / *Calibrated by* Responsible Metrologist N0758-509-21-67052

Aprobó: / *Approved by* Approver Metrologist N0081-195-21-67053

Notas: [Notes]

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña entregada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this

coreDataType



MX

es

es



CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración

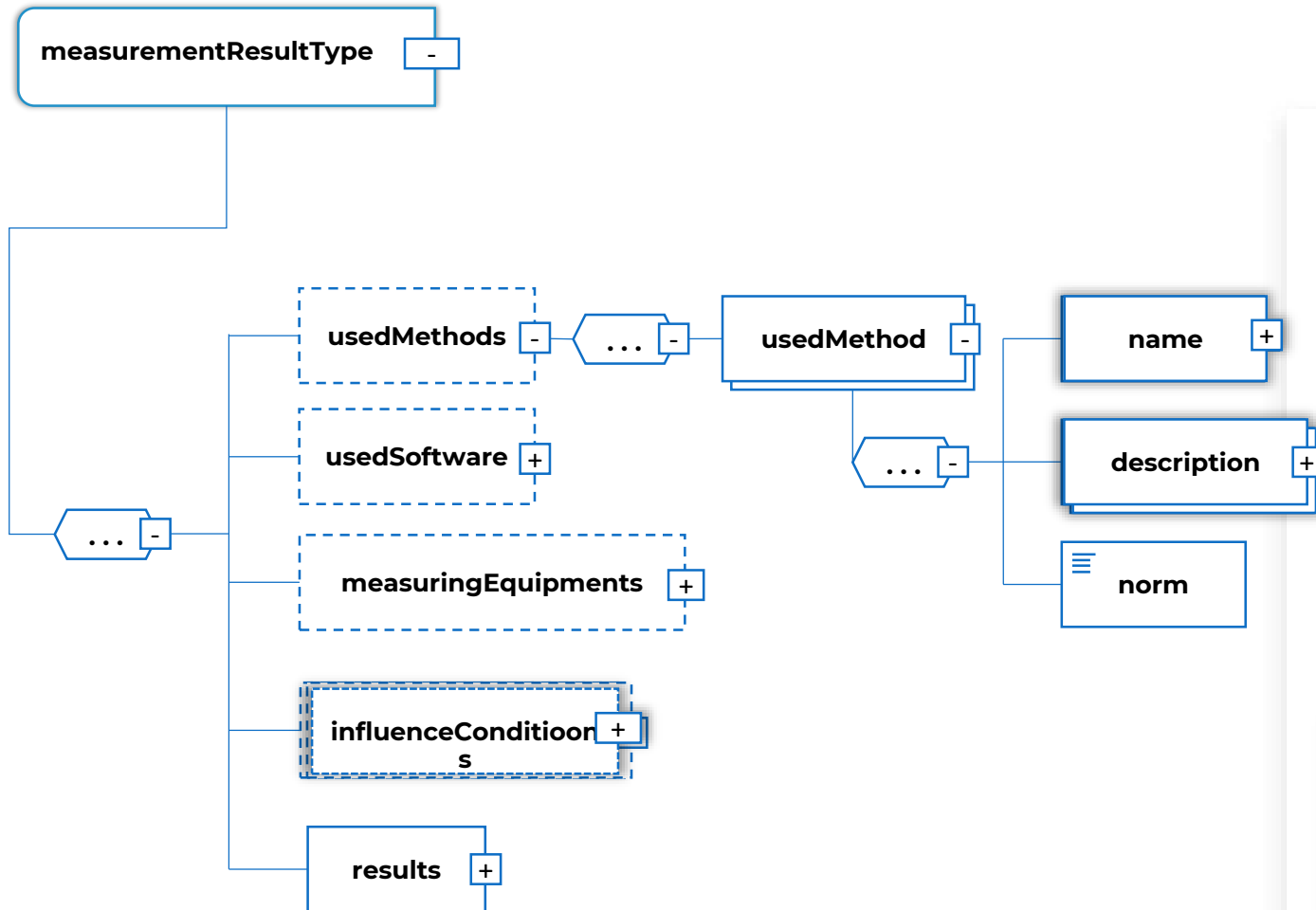
CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja [Page] 1/3

Ciente: <i>Customer</i>	Metrology Institute Rojo Street Number 2. Colors state.
Instrumento: <i>Instrument</i>	Patrón para calibradores (Caliper Checker)
Marca: <i>Brand name</i>	Mitutoyo
Modelo: <i>Model</i>	515-555
No. de serie: <i>Serial number</i>	
No. de identificación: <i>ID number</i>	
Lugar donde se efectuó la calibración: <i>Place where the calibration was carried out</i>	CENAM
No. de certificado: / <i>Certificate number</i> CNM-CC-740-001/2020	No. de servicio: / <i>Service Number</i> 180085
Fecha de emisión: / <i>Date of issue</i> 2020-09-01	Fechas de inicio y término de la calibración: <i>Calibration dates, start/end</i> 2020-08-31 2020-09-01
Responsable de la calibración: / <i>Calibrated by</i>	Responsible Metrologist N0758-509-21-67052
Aprobó: / <i>Approved by</i>	Approver Metrologist N0081-195-21-67053
Notas: / <i>Notes</i>	

- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods based on the characteristics of the

measurementResultType



No. de Certificado [Certificate number]:CNM-CC-740-001/2020 No. de servicio[Service number] :180085 Hoja [Page] 2/3

Magnitud: Aceleración alternante

Condiciones del instrumento: SIN OBSERVACIONES.

Condiciones ambientales de medición: Temperatura: 22.9 ° C, variación máxima ± 0.1 ° C
Humedad relativa: 30.6 % variación máxima ± 1.0 %

Procedimiento: Medición Directa 740-AC-P.029.
Calibración de calibradores de acelerómetros.

Patrones y trazabilidad metrológica:

Instrumento	Marca	Modelo	No. Serie
Acelerómetro de referencia	Brüel & Kjær	4371	1781565
Tarjeta Adquisidora	National Instruments	NI USB 4431	01B9A61D
Amplificador acondicionador	Brüel & Kjær	NEXUS 2693	2951948

La calibración realizada tiene trazabilidad al metro y al segundo, unidades de base del SI, a través del Patrón Nacional de Aceleración Alternante (CNM-PNF-1) mantenido por el CENAM.

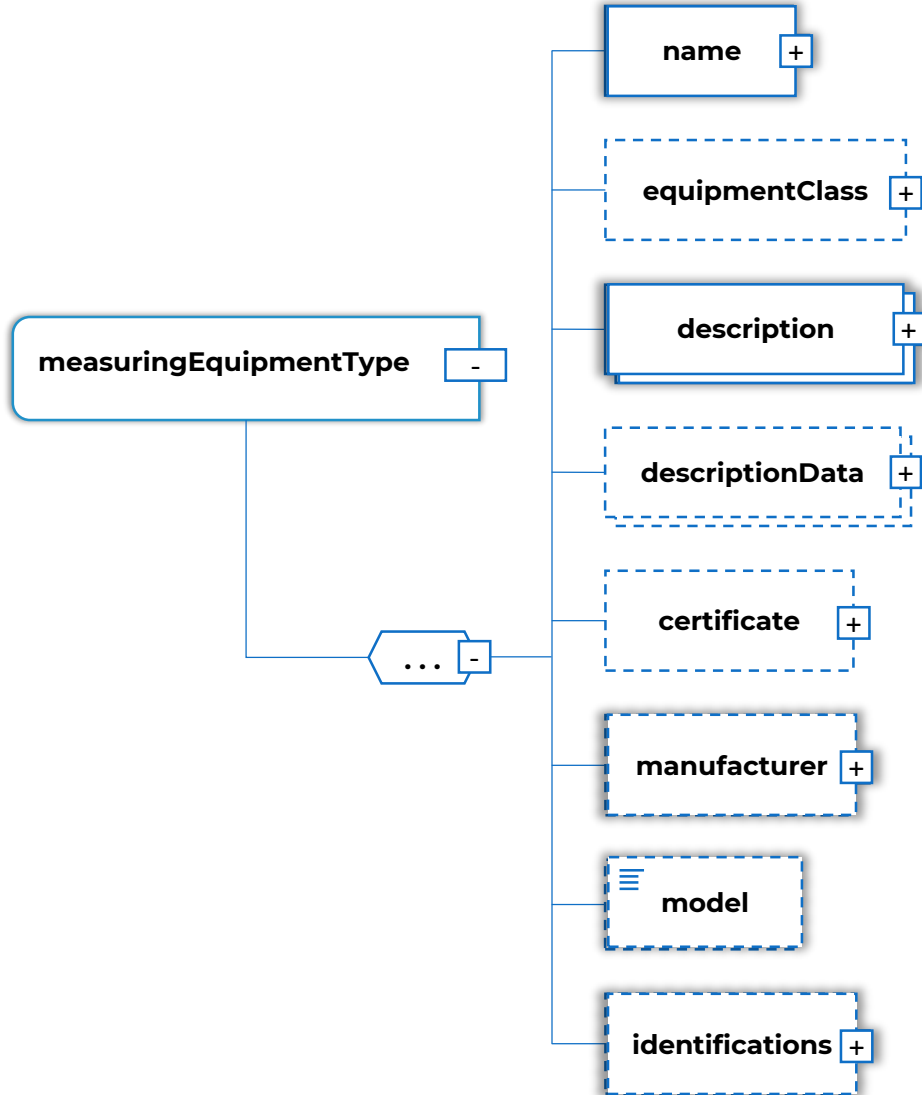
Desarrollo:

Se monta rígidamente el acelerómetro de referencia sobre el calibrador de acelerómetros para medir la aceleración que proporciona. Esta medición se repite con tres diferentes masas adicionales a la del acelerómetro de referencia, para evaluar la linealidad del calibrador respecto a la masa agregada. El calibrador es alimentado con una tensión eléctrica de 9.38 Vdc usando una pila alcalina cuadrada.

Se calcula la distorsión armónica de la vibración generada por el calibrador de acelerómetros para cada una de las masas de prueba.

En la Tabla 1 se muestran los resultados de aceleración, frecuencia y distorsión armónica total que proporciona el calibrador de acelerómetros para diferentes cargas. Los datos de aceleración respecto a la masa agregada sobre el calibrador se muestran en la Gráfica 1.

measuringEquipmentType



No. de Certificado [Certificate number]: CNM-CC-740-001/2020

No. de servicio [Service number] :180085

Hoja [Page] 2/3

Magnitud: Aceleración alternante

Condiciones del instrumento: SIN OBSERVACIONES.

Condiciones ambientales de medición: Temperatura: 22.9 ° C, variación máxima ± 0.1 ° C
Humedad relativa: 30.6 % variación máxima ± 1.0 %

Procedimiento: Medición Directa 740-AC-P.029.
Calibración de calibradores de acelerómetros.

Patrones y trazabilidad metrológica:

Instrumento	Marca	Modelo	No. Serie
Acelerómetro de referencia	Brüel & Kjær	4371	1781565
Tarjeta Adquisidora	National Instruments	NI USB 4431	01B9A61D
Amplificador acondicionador	Brüel & Kjær	NEXUS 2693	2951948

La calibración realizada tiene trazabilidad al metro y al segundo, unidades de base del SI, a través del Patrón Nacional de Aceleración Alternante (CNM-PNF-1) mantenido por el CENAM.

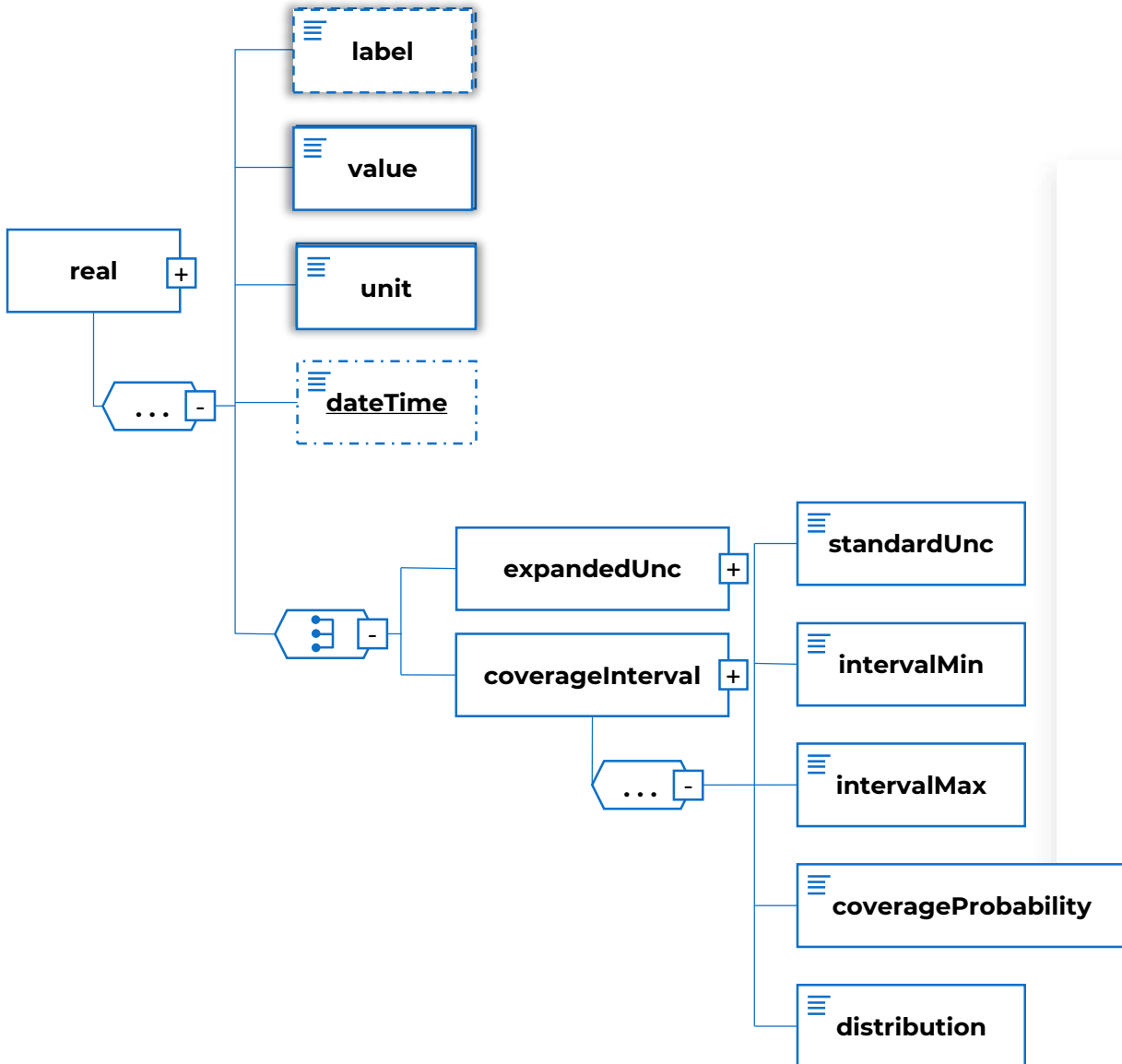
La calibración realizada tiene trazabilidad al metro y al segundo, unidades de base del SI, a través del Patrón Nacional de Aceleración Alternante (CNM-PNF-1) mantenido por el CENAM.

Se monta rigurosamente el acelerómetro de referencia sobre el calibrador de acelerómetros para medir la aceleración que proporciona. Esta medición se repite con tres diferentes masas adicionales a la del acelerómetro de referencia, para evaluar la linealidad del calibrador respecto a la masa agregada. El calibrador es alimentado con una tensión eléctrica de 9.38 Vdc usando una pila alcalina cuadrada.

Se calcula la distorsión armónica de la vibración generada por el calibrador de acelerómetros para cada una de las masas de prueba.

Resultados:

dataType



del acelerómetro de referencia, para evaluar la linealidad del calibrador respecto a la masa agregada. El calibrador es alimentado con una tensión eléctrica de 9.38 Vdc usando una pila alcalina cuadrada.

Se calcula la distorsión armónica de la vibración generada por el calibrador de acelerómetros para cada una de las masas de prueba.

Resultados:

En la Tabla 1 se muestran los resultados de aceleración, frecuencia y distorsión armónica total que proporciona el calibrador de acelerómetros para diferentes cargas. Los datos de aceleración respecto a la masa agregada sobre el calibrador se muestran en la Gráfica 1.

Tabla 1. Resultados del calibrador de acelerómetros.

Masa Agregada (g)	Aceleración (m/s ²) RMS	Frecuencia (Hz)	Distorsión armónica total (%)	Incertidumbre aceleración (k=2)
12.05	10.15	159.17	0.60	0.8 %
23.24	10.15	159.18	0.51	
55.42	10.16	159.16	0.29	
66.61	10.18	159.16	0.17	

No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]

Evolution to DCC



**Calibration
Laboratory**



**XML
Generation**



Security



**Digital
Certificate**



**Data
Repository**



Obtain **digitalized** information

Services to digitize
of the

**Calibration
Laboratory**

**Laboratory
Infrastructure**

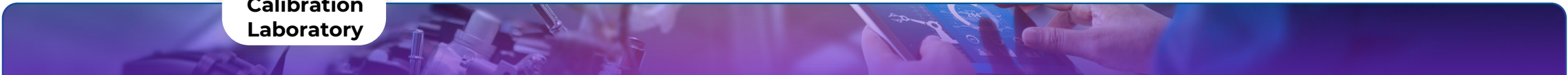



Administrative Data +


Measurement Result +



Digital SI Units



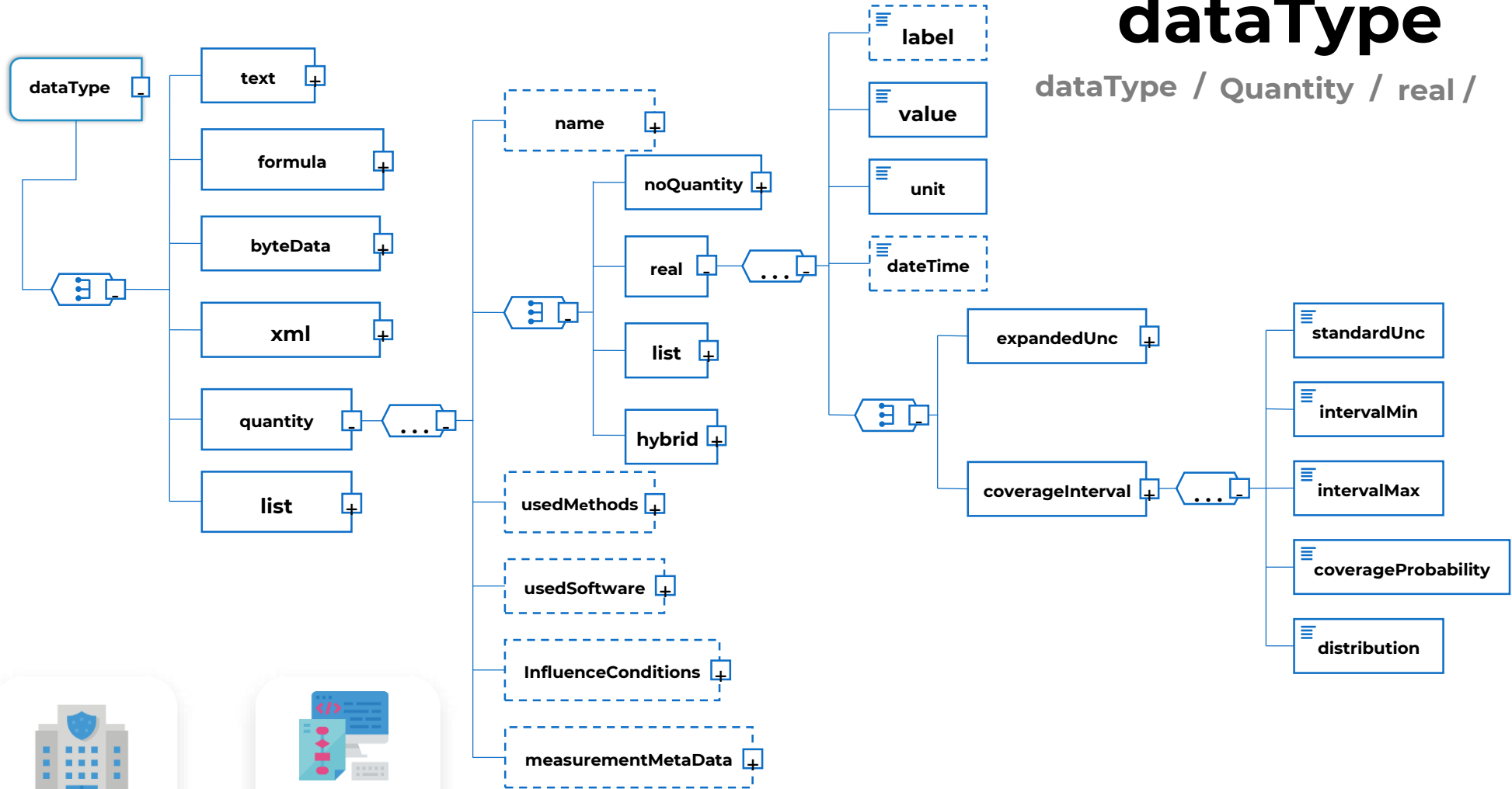
Obtain digitalized information

dataType

dataType / Quantity / real /



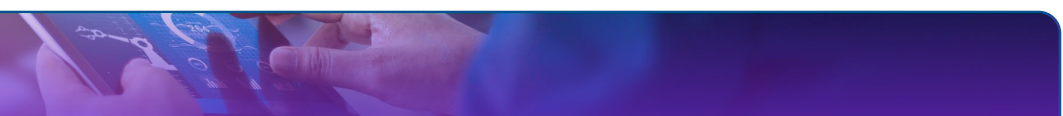
Digital
SI Units



Calibration
Laboratory



XML
Generation



Obtain **digitalized** information

F.A.I.R

Digital **data**
concept



Findable



Accessible



Interoperable



Reusable



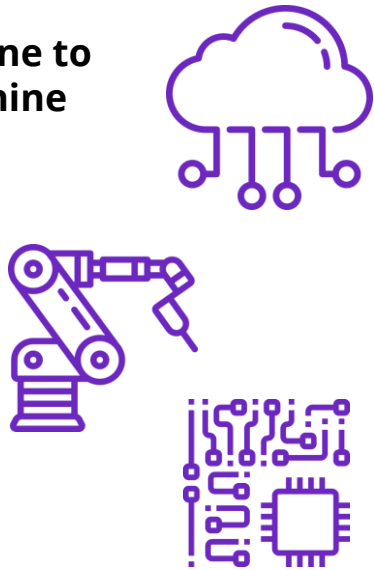
Calibration
Laboratory



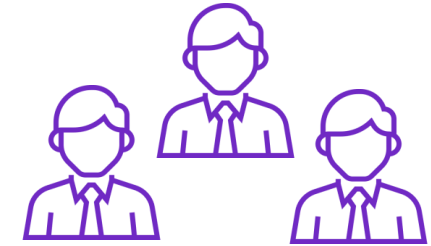
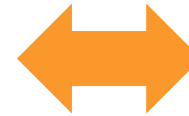
XML
Generation

Obtain digitalized information

Machine to Machine



Unambiguous,
Efficient,
Easy (Understandable),
Exchangeable



Machine to human User



Human User to Machine

metre, °C, bar
decimal
Ä, Ö, Ü,
Мётра

feet, °F, Pa
binary
كلمات مطابقة
公尺 [公尺]



Calibration
Laboratory



XML
Generation

Obtain **digitalized** information

DSI Machine-readable **CODATA 2018**

<si:real>

<si:label>atomic mass constant</si:label>

<si:value>1.66053906660E-27</si:value>

<si:unit>kilogram</si.unit>

<si:dateTime>2019-05-20T00:00:00Z</si:dateTime>

<si:uncertainty>50E-38</si:uncertainty>

<si:coverageFactor>1.0</si:coverageFactor>

<si:coverageProbability>0.68</si:coverageProbability>

</si:real>



Obtain digitalized information

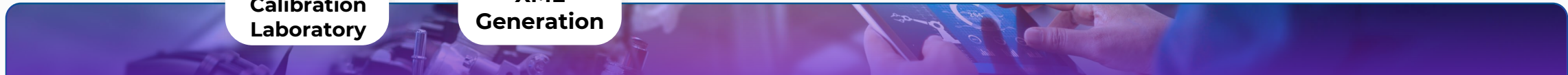
Sistema generador de certificados -WEB

Resultados de calibración

Label	Value	Unit
<input type="text" value="10.15m(s*s)"/>	<input type="text" value="10.15"/>	<input type="text" value="\metre\second\tothe{-2}"/>

ExpandedUnc

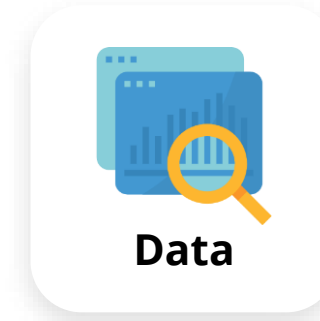
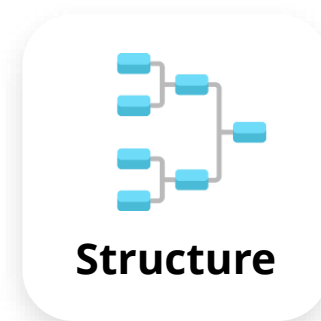
uncertainty	coverageFactor	Probably
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



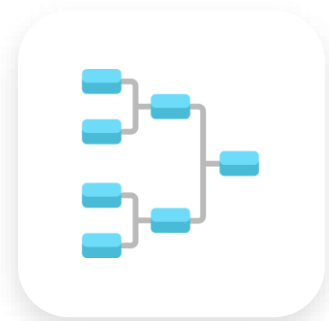
Obtain **digitalized** information

Develop an **application** to generate XML

Nowadays there are a lot of tools to generate **XML** files; all programming languages can generate them. There are two main things to consider generating them, but it is not the generation itself.



Obtain **digitalized** information



Structure

DCC

The DCC the structure is already defined by PTB, it can be obtained in:



<https://www.ptb.de/dcc/v2.4.0/dcc.xsd>

SI Schema

It includes also the SI schema; it can be obtained in:

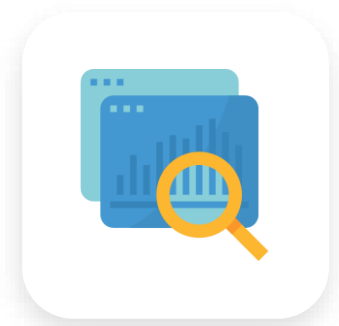


https://www.ptb.de/si/v1.3.1/SI_Format.xsd



Obtain **digitalized** information

The **Data** is responsibility of each **NMI**; and for this reason, there are some things to consider:



Data

1. Interface to get the **administrative data** (customer data, equipment data, etc.)
2. Database to save them.
3. Interface to retrieve the administrative data once the **DCC** is about to be generated
4. Getting the measurement results. They can be obtained directly from the calibration equipment, **software** like **LabView**, excel files or indicate them directly in an interface.
5. Create a repository where XML files will be located, it must:
 - A. Being accessible from internet
 - B. Have Security
 - C. Assure Integrity



**Calibration
Laboratory**



**XML
Generation**

Obtain **digitalized** information

Different users/privileges:

End user
Accreditation Body

Different purposes:

Validity
Authenticity,
Performance summary,
History/Path
Full access
...

Security **Scope** Analysis



Accredited Lab
BIPM?



Different technologies: access
password, key encryption, blockchain



Calibration
Laboratory



XML
Generation



Security

Obtain digitalized information

DCC
asymmetric key
cryptographic
signature



QR Item ID



Encrypted DCC



User Private key



User public key



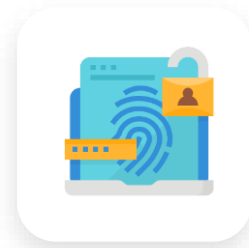
Decrypted DCC



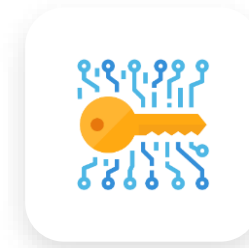
Obtain **digitalized** information



Integrity



Reliability



Confidentiality



**Calibration
Laboratory**



**XML
Generation**

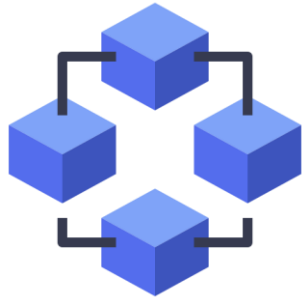


Security

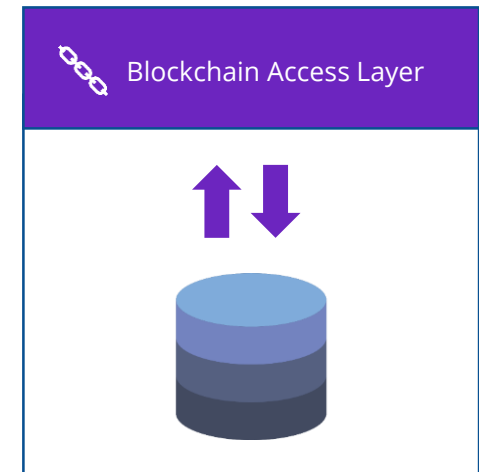


**Digital
Certificate**

Obtain **digitalized** information



Generate a **calibration laboratory** secure database-machine **readable**.



Blockchain



Calibration
Laboratory



XML
Generation



Security

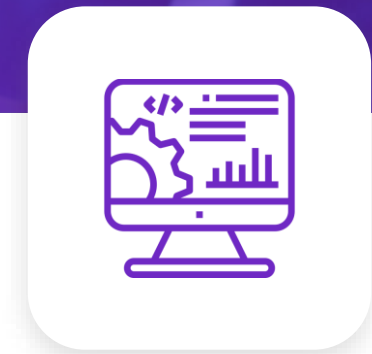


Digital
Certificate



Data
Repository

CENAM's Developments



Web version for generating DCC



CERTIFICADOS DIGITALES DE CALIBRACIÓN

No. Servicio:

Descripción:

Área:

Laboratorio:

administrativeData | measurementResults

dccSoftware | coreData | items | calibrationLaboratory | respPersons | customer | statements

Statement:

Traslation:

	Number	Statement	Traslation
Editar Eliminar	1	Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva	Te user is responsible for establishing re-calibration periods,
Editar Eliminar	2	Los resultados presentados en este certificado se relacionan	The results presented in this Calibration Certificate are related

Anterior Finalizar



Load information



Data processing



XML generation

Web site for generating DCC

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="true"?>
- <dcc:digitalCalibrationCertificate xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="https://ptb.de/dcc https://ptb.de/dcc/v2.3.0/dcc.xsd" xmlns:dcc="https://ptb.de/dcc" xmlns:si="https://ptb.de/si" schemaVersion="2.3.0">
  - <dcc:administrativeData>
    - <dcc:dccSoftware>
      - <dcc:software>
        - <dcc:name>
          <dcc:content>Microsoft Visual Studio Tools for Applications 2017</dcc:content>
          </dcc:name>
          <dcc:release>15.9.21</dcc:release>
        </dcc:software>
      </dcc:dccSoftware>
    - <dcc:coreData>
      <dcc:countryCodeISO3166_1>MX</dcc:countryCodeISO3166_1>
      <dcc:usedLangCodeISO639_1>es</dcc:usedLangCodeISO639_1>
      <dcc:usedLangCodeISO639_1>en</dcc:usedLangCodeISO639_1>
      <dcc:mandatoryLangCodeISO639_1>en</dcc:mandatoryLangCodeISO639_1>
      <dcc:uniqueIdentifier/>
      <dcc:receiptDate>2020-08-07</dcc:receiptDate>
      <dcc:beginPerformanceDate>2020-08-10</dcc:beginPerformanceDate>
      <dcc:endPerformanceDate>2020-08-13</dcc:endPerformanceDate>
    </dcc:coreData>
  - <dcc:items>
    - <dcc:item>
      - <dcc:name>
        <dcc:content>Acelerómetro</dcc:content>
        </dcc:name>
      - <dcc:description>
        <dcc:content/>
        </dcc:description>
      - <dcc:manufacturer>
        - <dcc:name>
```



CENAM
CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración
CALIBRATION CERTIFICATE

Hoja [Page] 1/3

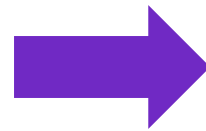
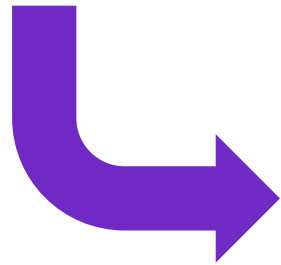
Cliente: Customer	Metrology Institute Rojo Street Number 2, Colors state.	
Instrumento: Instrument	Patrón para calibradores (Caliper Checker)	
Marca: Brand name	Mitutoyo	
Modelo: Model	515-555	
No. de serie: Serial number		
No. de identificación: ID number		
Lugar donde se efectuó la calibración: Place where the calibration was carried out	CENAM	
No. de certificado: / Certificate number CNM-CC-740-001/2020	No. de servicio: / Service Number 180085	
Fecha de emisión: / Date of issue 2020-09-01	Fechas de inicio y término de la calibración: /Calibration dates, start/end 2020-08-31 2020-09-01	
Responsable de la calibración: / Calibrated by	Responsible Metrologist	Firma electrónica / Signature
Aprobó: / Approved by	Approver Metrologist	N0758-509-21-67052 N0081-195-21-67053

Notas: [Notes]

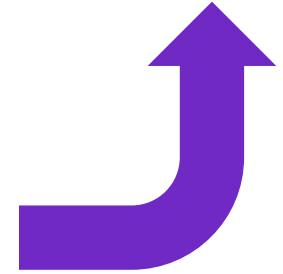
- Es responsabilidad del usuario establecer la fecha de una nueva calibración del instrumento. El tiempo de validez de los resultados contenidos en este certificado depende tanto de las características del instrumento calibrado como de las prácticas para su manejo y uso. [The user is responsible for establishing re-calibration periods, based on the characteristics of the instrument and the conditions of handling and use.]
- No es recomendable la reproducción parcial de este certificado, ya que puede dar lugar a interpretaciones equivocadas de sus resultados. [Partial reproduction may lead to misleading interpretations.]
- Este certificado se emite de manera electrónica. La versión oficial puede ser consultada en el domicilio electrónico <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx> con la contraseña otorgada a la empresa identificada como "Cliente". Aún sin contar con esta contraseña, los datos del equipo calibrado pueden obtenerse en el mismo portal con el número de certificado. [This is an electronic certificate. The official version may be obtained at the website <http://www.cenam.mx/transparencia/certificados.aspx>, using the password provided to the customer identified at the top of this page. Identification information for the instrument calibrated may be obtained at the same site without the need of a password.]
- Los resultados presentados en este certificado se relacionan exclusivamente con el ítem descrito en la carátula. [The results presented in this Calibration Certificate are related only with the instruments described above, and not to any others.]

km 4.5 Carretera a Los Cués
El Marqués, Qro., C.P. 76246, México. +52 (442) 211-0500 serviteo@cenam.mx

Web site for **generating** DCC



```
- <dcc:dccList>
  <!--35000-->
  <dcc:name>Temperatur</dcc:name>
  <!--35010-->
  - <dcc:quantity>
    <!--35040-->
    - <si:real>
      <si:value>21.4,21.5</si:value>
      <si:unit>\degreeCelsius</si:unit>
      <si:label>von,bis</si:label>
      <si:uncertainty>0.2</si:uncertainty>
      <si:coverageFactor>2</si:coverageFactor>
      <si:coverageProbability>0.95 </si:coverageProbability>
    </si:real>
  </dcc:quantity>
</dcc:dccList>
```



Desk version for **generating** DCC



Desk version for **generating**



Load Admin Data
from DB and
metrologist criteria



Perform the
calibration



XML DCC
generation



Send data
Information

DCC DESK Generator V.AR.1.0

XML File Path
C:\Users\algarcia\Desktop\XML\test\test.xml

XML PTB REF	URL
xmlns:xsi	http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance
xsi:schemaLocation	https://ptb.de/dcc https://ptb.de/dcc/v2.3.0/dcc.xsd
xmlns:dcc	https://ptb.de/dcc
xmlns:si	https://ptb.de/si
schemaVersion	2.3.0

Comment:
Copyright (c) 2019 - Physikalisch-Technische Bundesanstalt, alle Rechte vorbehalten - all rights reserved

Diese Software wurde in der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt entwickelt. Die Software wird unentgeltlich, wie sie ist, auf eigenes Risiko des Nutzers zur Verfügung gestellt. Die PTB übernimmt keine Haftung, egal aus welchem Rechtsgrund, für die Nutzung der Software durch Andere und garantiert weder ausdrücklich noch konkludent für die Qualität, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Tauglichkeit, oder andere Merkmale der Software. Soweit gesetzlich zulässig lehnt die PTB jede Haftung für direkte Schäden, indirekte Schäden oder für Folgeschäden ab, die durch die Nutzung der Software entstehen.

This software was developed at the Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB). The software is made available "as is" free of cost at your own risk. PTB assumes no responsibility whatsoever for its use by other parties, and makes no guarantees, expressed or implied, about its quality, reliability, safety, suitability or any other characteristic. As far as legally permitted PTB refuses any liability for any direct, indirect or consequential damage arising in connection with the use of this software.

This project (17IND02) has received funding from the EMPIR programme co-financed by the Participating States and from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme.

The development of minimum requirements for a digital calibration certificate (DCC) is partially funded and supported by the joint research project EMPIR 17IND02 (title: SmartCom).

Generated by XMLSpy
www.altova.com

1.: Administrative Data
• registered

2.: Results of the Calibration
• registered
• V = y ± u(x) [90]
• not registered
• individual data
• ...

3.: Comments
• not registered

4.: Document
• human readable



Administrative Data
PTB Structure



Result Data
PTB Structure

Final Comments



Team Members

Carlos Galvan Hernandez

Metrologist
cgalvan@cenam.mx



Hugo Gasca Aragón

Management Coordinator
hgasca@cenam.mx

Jose Armando Lopez Celis

Metrologist
jolopez@cenam.mx



Aldo Adrián García Gonzalez

Metrologist
algarcia@cenam.mx

Oscar Ramos Monzalvo

Developer
proy-dim@cenam.mx



Itzel Domínguez Mendoza

Developer
idomingu@cenam.mx



Thanks

