

# TESIS DE MAESTRÍA

## Ingeniería en Calidad

### Título:

“Diseño y validación de método de medición de  
luminotecnia”

Autor: Esp. Ing. Martín E. Caivano

Director de Tesis: Mg. Esp. Lic. Pablo Salatino

Buenos Aires - 2022



## **DEDICATORIA**

Le dedico el trabajo a mis papás Claudia y Rubén, que me enseñaron el valor del esfuerzo y el amor por el conocimiento; a mis hermanos, Nico, Maiu y Fran, “la molécula”, sin quienes algunos golpes me hubiesen dejado tirado en el suelo; a mis abuelos Ali y Osky, que siempre me contienen y me ayudan; y a Meri y a Avi, porque, además de hacerme feliz cada día un poco más, todo, absolutamente todo lo que hago es para ellas.



## AGRADECIMIENTOS

A Jorge, por inspirarme la ya fuerte vocación que tenía por la disciplina, por invitarme a participar de su grupo de investigación y por facilitarme el acceso al *genba*<sup>1</sup>.

A Pablo, por sacarme “la soga del cuello” cada vez que fue necesario al diseñar el Sistema de Gestión, por revisar con dedicación este trabajo y por su guía en general, desde el día que me enseñó por primera vez Calidad de las Mediciones hasta que entregué este trabajo.

A Pablo D’Angona, por su ayuda para conseguir un instrumento.

A la FRBA, por la formación de grado y posgrado que me permitió realizar la investigación.

A Fran, Sebi, Facu y Pini por dedicar su tiempo para capacitarse en el método y llevarlo a cabo todas las veces que fue necesario para los ensayos de robustez en el proceso de la validación.

A Mila, por compartir conmigo nuestro amor por los idiomas y ayudarme donde me quedo corto.

A Meri, por cuidar de nuestra hijita cada vez que me senté a trabajar en esta investigación, por su apoyo y su ayuda, por su cariño y respeto por lo que me apasiona.

---

<sup>1</sup> La razón de que “genba” no lleve m delante de la b es que en el silabario japonés no existe la M suelta, sino la n.  
げんば (ge-n-ba)



## **RESUMEN**

En el contexto de una investigación académica el autor de este trabajo notó que la información provista por los métodos habituales de medición de iluminancia no era robusta ni comparable al cambiar de operador, instrumento y día de análisis, pues las técnicas existentes quedaban demasiado libradas al criterio del analista, sumando incertidumbre a los valores medidos. Como consecuencia de ello se encaró una investigación apuntada a desarrollar un método capaz de cubrir las necesidades insatisfechas por sus predecesores y luego validarlo según estándares de calidad de alta jerarquía.

El resultado de la validación ha sido satisfactorio, por lo que ahora se cuenta con un método capaz de ofrecer resultados consistentes sin importar las variaciones en las condiciones de la operatoria, que es adecuado para medir el nivel de iluminancia en ambientes con la característica de poseer varios puntos de estudio con planos de trabajo horizontales y uno de exposición vertical y que goza de una mayor rigurosidad estadística.

Se ha logrado también el diseño de un Sistema de Gestión de la Calidad de las Mediciones que proporciona el contexto necesario para asegurar la calidad de las mismas sintetizado por un Manual de la Calidad de diseño innovador.

Palabras clave: calidad, mediciones, método, validación.

## **ABSTRACT**

In the context of academic research, the author of this thesis realized that information provided by existing illuminance measuring methods was not reliable when instruments, operators and schedules of analysis were altered, since the existing techniques were exceedingly dependent on the subjectivity of the analyst, which added uncertainty to the measured values. In order to meet these unsatisfied needs, new research was conducted, this time aimed at the development of a new method and its validation adhering to high quality standards.

Since validation results were now satisfactory, a new method was developed, capable of offering consistent results regardless of variations in the operating conditions, resulting in a higher level of statistical rigor. This is suitable for measuring illuminance in classrooms, where there are several horizontal points of study and a vertical exposure plane.

Also, a quality management measuring system was designed in order to provide the necessary context to ensure their quality, synthesized by a Quality Manual of innovative design.

Key words: measurements, method, validation, quality.

Índice general	
CAPÍTULO I .....	17
INTRODUCCIÓN .....	17
CAPÍTULO II .....	21
DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OPERACIÓN.....	21
Iluminación .....	21
Decreto 351/79 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Anexo IV, Capítulo 12, “Iluminación y Color” .....	22
Los instrumentos de medición disponibles en el mercado.....	22
CAPÍTULO III.....	25
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	25
CAPÍTULO IV .....	27
DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES PREEXISTENTES .....	27
Antecedentes de métodos para medir iluminancia .....	27
Norma IRAM AADL J 20-15 Iluminación artificial de interiores – Métodos de cálculo. ...	27
Guía Práctica sobre iluminación en el ambiente laboral (Superintendencia de Riesgos del trabajo de la República Argentina). .....	29
Otros antecedentes. ....	30
CAPÍTULO V .....	33
DESARROLLO DEL MÉTODO .....	33
Las necesidades a satisfacer para la aplicación prevista.....	33
Definición de los indicadores clave de la operación.....	34
Utilización de un luxómetro .....	34
El instrumento disponible.....	35
Referencias para la aplicación prevista .....	35
Procedimiento.....	38
Realización del ensayo .....	39
Pruebas de campo del método.....	41
Mediciones realizadas .....	41

Aula 159, Sede Campus Mozart 2300, CABA.....	41
Comparación: Método propuesto vs método de la cuadrícula.....	57
Aula 21 de la escuela de Posgrado, Castro Barros 91, CABA.....	57
La operación y sus particularidades.....	62
Informe de medición.....	62
Comparación entre medición en vacío y medición con persona sentada.....	65
CAPÍTULO VI.....	71
DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES.....	71
PO 01 Medición de Iluminancia.....	71
PO 02 Relaciones Institucionales.....	72
PO 03 Planeamiento del servicio.....	73
PO 04 Uso y mantenimiento de los equipos.....	75
PO 05 Validación de métodos de medición.....	76
PO 06 Operatoria del sistema de gestión de la calidad.....	76
PO 07 Análisis de riesgo.....	80
PO 08 Evaluación del desempeño y capacidades del personal.....	82
PO 09 Evaluación y selección de proveedores.....	84
PO 10 Tratamiento de trabajos no conformes.....	86
Otros documentos del sistema de gestión.....	88
CAPÍTULO VII.....	89
VALIDACIÓN.....	89
GUI-LE-03 v2: Guía para validación de métodos de ensayo.....	89
Precisión.....	91
Veracidad.....	92
Rango.....	92
Robustez.....	93
Incertidumbre.....	98
CAPÍTULO VIII.....	101

MANUAL DE LA CALIDAD .....	101
Diseño, objetivo y contenido.....	101
CAPÍTULO IX.....	103
CONCLUSIONES .....	103
Sobre el método de medición y su futuro .....	103
Sobre el uso del lenguaje y la elección de palabras.....	104
Sobre la modalidad elegida para el Manual de la Calidad.....	105
Sobre el desarrollo de este trabajo.....	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	107
PUBLICACIONES A LAS QUE DIO LUGAR LA TESIS .....	109
ANEXOS .....	111
Manual de la calidad.....	111
Procedimiento PO 01-01-05 “Medición de iluminancia” .....	118
Procedimiento PO 02-01-01 “Relaciones institucionales” .....	125
Procedimiento PO 03-01-01 “Planeamiento del servicio” .....	132
Procedimiento PO 04-01-01 “Uso y mantenimiento de los equipos” .....	137
Procedimiento PO 05-01-00 “Validación de métodos de medición” .....	145
Procedimiento PO 06-01-01 “Operatoria del sistema de gestión de la calidad” .....	149
Procedimiento PO 07-01-01 “Análisis de Riesgo” .....	162
Procedimiento PO 08-01-0 “Evaluación de desempeño y capacidades del personal” .....	167
Procedimiento PO 09-01-01 “Evaluación y selección de proveedores” .....	174
Procedimiento PO 10-01-00 “Tratamiento de trabajos no conformes” .....	180
Formulario FO 01-01-04 “Registro primario de datos” .....	185
Formulario FO 02-01-03 “Informe de medición” .....	188
Formulario FO 03-01-01 “Requisición de servicio” .....	191
Formulario FO 04-01-00 “Requisición de producto o servicio a proveedores” .....	192
Formulario FO 05-01-01 “Quejas” .....	193
Formulario FO 06-02-00 “Formulario de desvíos” .....	194

Formulario FO 07-01-00 “Análisis modal de fallas y efectos (AMFE)” .....	195
Formulario FO 08-01-00 “Seguimiento de acciones para abordar riesgos” .....	196
Formulario FO 09-01-00 “Orden de trabajo” .....	197
Formulario FO 10-01-00 “Disponibilidad del personal” .....	198
Formulario FO 11-01-00 “Estado de los recursos” .....	199
Formulario FO 12-01-00 “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal” .....	200
Formulario FO 13-01-00 “Proveedores autorizados” .....	201
Formulario FO 14-01-00 “Listado de métodos habilitados para su práctica .....	202
Formulario FO 15-01-01 “Registro de órdenes de trabajo” .....	203
Formulario FO 16-01-00 “Desvíos” .....	204
Formulario FO 17-01-00 “Evaluaciones de desempeño – resumen” .....	205
Formulario FO 18-01-00 “Revisión por la dirección” .....	206
Formulario FO 19-01-00 “Cronograma de calibración” .....	208
Formulario FO 20-01-00 “Lista de verificación ISO/IEC 17025:2017” .....	209
Formulario FO 21-01-00 “Plan de auditoría” .....	231
Formulario FO 22-01-00 “Control de registros” .....	232
Formulario FO 23-01-00 “Registro de fallas del sistema informático” .....	233
Formulario FO 24-01-00 “Verificación de cálculos” .....	234
Formulario FO 25-01-00 “Minuta” .....	235
Registro según Formulario FO 10-01-00 “Disponibilidad del personal” .....	236
Registro según Formulario FO 11-01-00 “Estado de los recursos” .....	237
Registro según Formulario FO 12-01-00 “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal” .....	238
Registro según Formulario FO 13-01-00 “Proveedores autorizados” .....	239
Registro según Formulario FO 14-01-00 “Listado de métodos habilitados para su práctica” .....	240
Registro según Formulario FO 15-01-01 “Registro de órdenes de trabajo” .....	241
Registro según Formulario FO 16-01-00 “Desvíos” .....	242
Registro según Formulario FO 17-01-00 “Evaluaciones de desempeño – resumen” .....	243

Registro según Formulario FO 24-01-00 “Verificación de cálculos” .....	244
Registro: certificado de calibración .....	245
IN 03 Informe de validación 20200330 .....	247
Informe IN 01-01-00 Programa de servicios (aaaa-mm-dd).....	257
Informe IN 02-01-00 Comunicación de estado de proveedor.....	258
Cálculo: hombre sentado vs. Medición en vacío.....	259
Cálculo: precisión y rango .....	260
Cálculo: Repetibilidad .....	261
Cálculo: Test de outliers .....	270
Cálculo: ensayo de robustez según Youden-Steiner.....	272
Cálculo: Incertidumbre .....	273

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b> .....	42
<b>Medición del aula 159 (puntos de estudio) con luz natural.</b> .....	42
<b>Tabla 2</b> .....	43
<b>Medición del aula 159 (pizarrón) con luz natural</b> .....	43
<b>Tabla 3</b> .....	43
<b>Medición del aula 159 (puntos de estudio) con luz natural y artificial.</b> .....	43
<b>Tabla 4</b> .....	44
<b>Medición del aula 159 (pizarrón) con luz natural y artificial.</b> .....	44
<b>Tabla 5</b> .....	45
<b>Medición del aula 159 (puntos de estudio) con luz artificial.</b> .....	45
<b>Tabla 6</b> .....	45
<b>Medición del aula 159 (pizarrón) con luz artificial.</b> .....	45
<b>Tabla 7</b> .....	51
<b>Medición del aula 157 (puntos de estudio) con luz artificial</b> .....	51
<b>Tabla 8</b> .....	52
<b>Medición del aula 157 (pizarrón) con luz artificial.</b> .....	52
<b>Tabla 9</b> .....	58

<b>Medición del aula 21 de Posgrado (puntos de estudio) con luz artificial.</b> .....	58
<b>Tabla 10.</b> .....	59
<b>Medición del aula 21 de Posgrado (pizarrón) con luz artificial.</b> .....	59
<b>Tabla 11.</b> .....	66
<b>Aula 159 en vacío con luz artificial.</b> .....	66
<b>Tabla 12.</b> .....	67
<b>Aula 159 con hombre sentado y luz artificial.</b> .....	67
<b>Tabla 13.</b> .....	68
<b>Prueba de hipótesis para varianzas de dos muestras – test F</b> .....	68
<b>Tabla 14.</b> .....	69
<b>Variable “diferencia de promedios”.</b> .....	69
<b>Tabla 15.</b> .....	81
<b>Criterios AMFE.</b> .....	81
<b>Tabla 16.</b> .....	88
<b>Otros documentos del SGCM</b> .....	88
<b>Tabla 17.</b> .....	90
<b>Criterios de aceptación de validación.</b> .....	90
<b>Tabla 18.</b> .....	91
<b>Resultados para precisión.</b> .....	91
<b>Tabla 19.</b> .....	91
<b>Resultados de precisión.</b> .....	91
<b>Tabla 20.</b> .....	92
<b>Valores del certificado de calibración.</b> .....	92
<b>Tabla 21.</b> .....	92
<b>Resultados del rango</b> .....	92
<b>Tabla 22.</b> .....	93
<b>Variables consideradas para robustez.</b> .....	93
<b>Tabla 23.</b> .....	93
<b>Combinaciones para ensayo de robustez.</b> .....	93
<b>Tabla 24.</b> .....	94
<b>Resultados de los desvíos estándar de cada combinación para estimar la repetibilidad.</b> .....	94
<b>Tabla 25.</b> .....	95
<b>Resultados de la técnica de Youden-Steiner</b> .....	95
<b>Tabla 26.</b> .....	96
<b>Comparación del efecto y el valor del estadístico de Youden Steiner (límite).</b> .....	96

## Índice de figuras

Figura 1 - Evolución histórica de las normativas que incluyen luminotecnia.....	18
Figura 2 – Unidades y descripciones de las magnitudes fotométricas.....	22
Fuente: “Guía Práctica sobre Iluminación en el ambiente laboral”, S.R.T., Res. 84/12.....	22
Figura 3 - Flujograma – Método de las cavidades zonales.....	28
Figura 4 - Flujograma - Método de la cuadrícula .....	29
Figura 5 – Esquema de la Illuminating Engineering Society of North America.....	31
Figura 6 – Luxómetro TES 1330 .....	35
Figura 7 – Primer diseño de las hojas de recolección de datos. Primera parte.....	36
Figura 8 – Primer diseño de las hojas de recolección de datos. Segunda parte.....	37
Figura 9 – Primer diseño de las hojas de recolección de datos.....	38
Figura 10 - Ejemplo de cálculo.....	38
Figura 11 - Flujograma – Método propuesto .....	41
Figura 12. Croquis del aula 159 .....	42
Figura 13 - Aula 159 .....	46
Figura 14 – Aula 159.....	47
Figura 15 – Aula 159.....	48
Figura 16 – Aula 159.....	49
Figura 17 - Aula 159 .....	50
Figura 18. Croquis del aula 157 .....	51
Figura 19 – Aula 157.....	53
Figura 20 – Aula 157.....	54
Figura 21 – Aula 157.....	55
Figura 22 – Aula 157.....	56
Figura 23 – Aula 157.....	57
Figura 24. Croquis del aula 21 de Posgrado .....	58

Figura 25. Zonificación del aula 21 de Posgrado para método de la cuadrícula .....	59
Figura 26 –Disposición de las aulas de la escuela de Posgrado (vista desde el pizarrón) .....	61
Figura 27. Primer diseño del informe de medición.....	63
Figura 28. Primer diseño del informe de medición.....	64
Figura 29. Primer diseño del informe de medición.....	65
Figura 30 – Croquis del aula 159 .....	66
Figura 31 –FO 10-01-00 Disponibilidad del personal .....	73
Figura 32 –FO 11-01-00 Estado de los recursos.....	74
Figura 33 –FO 14-01-00 Listado de métodos habilitados para su práctica.....	74
Figura 34 –FO 15-01-00 Registro de órdenes de trabajo .....	75
Figura 35 – Organigrama conceptual según el PO06.....	77
Figura 36 – FO 12-01-00 Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal (fragmento)	78
Figura 37 – FO 12-01-00 Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal (fragmento)	78
Figura 38 – Fragmento de la plantilla para realizar el AMFE según los criterios del PO07 (FO 07-01-00) .....	82
Figura 39 – FO 17-01-00 Evaluaciones de desempeño.....	83
Figura 40 – FO 13-01-00 Proveedores autorizados .....	85
Figura 41 – FO 16-01-00 Desvíos.....	87
Figura 42 – FO. 06-02-00 Formulario de desvíos.....	87
Figura 43 – Casos de validación según el tipo de método .....	89
Figura 44 – Parámetros a validar en función del método.....	90
Figura 45 – Análisis estadístico de las combinaciones .....	95
Figura 46 – Comparación de los efectos .....	97

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Durante la Revolución Industrial el accidente de trabajo era concebido como un peligro natural de la actividad. La prevención de accidentes era exclusivamente responsabilidad del trabajador. La primera ley que estableció la responsabilidad del empleador fue sancionada en 1884, en Alemania. Establecía la responsabilidad del empleador frente a accidentes en fábricas, minas y ferrocarriles. Posteriormente, en Inglaterra se sancionó una ley similar. Desde 1900 hasta 1987 el número de países con legislaciones de este tipo pasó de 11 a 136.

En Argentina, por otro lado, el primer intento de avanzar en la materia fue en 1914, cuando se presentó el primer proyecto de ley de Higiene y Seguridad por iniciativa del Poder Ejecutivo. Al año siguiente fue sancionada la Ley 9688, que reglaba la protección del trabajador frente a enfermedades profesionales y accidentes. En 1916, además, se incluyeron capítulos sobre prevención e higiene y seguridad.

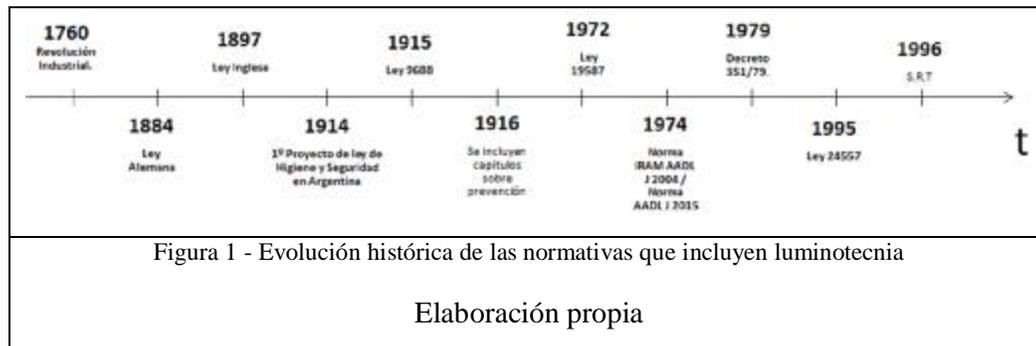
En 1972 fue sancionada la todavía vigente Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Su decreto reglamentario fue el 4679/72. Sin embargo, la implementación no fue la esperada debido a la falta de mecanismos institucionales adecuados y fallas estructurales en las empresas. Esta ley, en su artículo sexto, incluye la consideración de factores físicos como “cubaje, ventilación, temperatura, carga térmica, presión, humedad, iluminación, ruidos, vibraciones y radiaciones ionizantes (...)” (Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo, n° 19587), siendo así la primera Ley donde encontramos una referencia a la luminotecnia.

Por otra parte, en 1974, conjuntamente entre la Asociación Argentina de Luminotecnia y el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), se publicaron las normas relativas a luminotecnia IRAM AADL J 20-04 y 20-15. Son voluntarias, pero fueron las primeras en establecer niveles mínimos de iluminación para escuelas y cómo medirlos.

En 1979 se sancionó el decreto 351/79, reemplazando al 4679/72. Este decreto es hoy la legislación vigente en materia de higiene y seguridad laboral en la Argentina y posee todas las exigencias para las condiciones de trabajo. Cada actividad está tabulada con su nivel mínimo y máximo y los criterios que deben cumplirse, pero no habla en ningún momento de cómo medir esos niveles. Sin embargo, su implementación volvió a chocar con los inconvenientes de 1972.

Dadas las circunstancias, en 1995 se sancionó la Ley 24557 de Riesgos del Trabajo y, finalmente, la recorrida histórica termina en 1996, cuando a través de la fundación de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo (S.R.T.) se renovó el sistema, dando origen a la batería

de obligaciones de protección del trabajador que se encuentra vigente hoy en día. La figura 1 presenta un resumen de la evolución repasada hasta aquí.



El autor del presente trabajo pretende realizar un aporte a la sociedad para medir adecuadamente el nivel de exposición a la luz.

La eficiencia energética es uno de los temas clave del siglo a nivel mundial. El excesivo consumo de energía eléctrica y su generación a través de los distintos sistemas existentes y más populares, como la explotación de combustibles fósiles, son cada vez más costosos en términos ambientales. Sin embargo, la demanda de energía aumenta constantemente y es por eso que los organismos regionales y diversas organizaciones eligen el camino de la eficiencia para cuidar la energía, para ahorrar dinero mediante un menor consumo y como política en materia de Responsabilidad Social.

La calidad “es medida por la pérdida que un producto o servicio causa a la sociedad” (Genichi Taguchi, 1979). La definición data del año 1979 y es aplicable a la problemática que se aborda en este trabajo. Hoy en día, la Gestión de la Calidad y la Gestión Ambiental comparten objetivos. Su integración debe, a futuro, ser total o el impacto del desarrollo en nuestro planeta será irreversible.

La Gestión de la Calidad se basa en fijar objetivos, asignar responsabilidades, proporcionar medios y medir el rendimiento obtenido.

En el contexto de un Proyecto de Investigación y Desarrollo de la Facultad Regional Buenos Aires de la Universidad Tecnológica Nacional se ha estudiado el reemplazo de luminarias tradicionales por las de tecnología LED, ya que se detectó que el consumo eléctrico mayor en todos los edificios era el correspondiente a la iluminación.

En esta instancia, es necesario verificar si el cambio de tecnología produjo una mejora en el nivel de consumo y también si se produjo una mejora en el nivel de servicio luminotécnico. Y en éste último punto es donde el presente trabajo de tesis intenta presentar un aporte: no se puede

mejorar lo que no se mide. Como miembro del proyecto de investigación, el autor de este trabajo afirma que la Universidad no cuenta con un método que le permita obtener resultados confiables, trazables a parámetros nacionales o internacionales, de manera sistemática. De la misma forma, no se dispone de un método interno que haya sido validado y, por ende, el cuerpo investigador no sabe a ciencia cierta, objetivamente, si el método que está usando sirve para hacer esta medición. Además, esta ausencia de evidencia y de una forma determinada de medir provoca que los resultados de las mediciones en los casos testigo y control no sean comparables, por la variabilidad propia de un método que podría no ser repetido con exactitud. Otro inconveniente es que no siempre se cuenta con equipos calibrados, ya sea por ignorancia sobre el estado del equipo o por falta de registro.

Considerando el rol social de la Universidad como formadora de profesionales, generadora de nuevos conocimientos y transmisora de los mismos, el presente trabajo apunta a colaborar en todos los aspectos de la Gestión de la Calidad en todas las funciones antes descriptas.

Se utilizará el ejemplo del campus de la UTN.BA como caso testigo para el desarrollo y validación de un método adecuado.

Como valor agregado quedará disponible el método de medición para ser replicado en cualquier otra institución, las condiciones de capacitación del personal técnico que realizará las mediciones, el tipo de instrumento y la trazabilidad de los resultados y el tratamiento de los datos, entre otros aspectos de interés.

Como resultado, el cuerpo investigador y cualquier actor social podrá, al aplicar este modelo, evaluar con total confianza y fundamento estadístico sus datos y tomar decisiones acordes en los temas planteados.



## CAPÍTULO II

### DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO DE LA OPERACIÓN

#### **Iluminación**

La “Guía Práctica sobre Iluminación en el ambiente laboral” de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina (Según la resolución 84/2012 del mismo Organismo) establece que el ser humano obtiene la mayor parte de la información sobre la realidad a través del sentido de la vista (cerca del 80%). Esta capacidad es resultado de la transformación de la luz en impulsos nerviosos que el cerebro interpreta.

La transmisión de información se produce constantemente y, conforme se aumenta el nivel de concentración, el esfuerzo es mayor. Por lo tanto, debe asegurarse que el nivel de iluminación sea óptimo para cada ejercicio de la vida, de manera de no sobreexigir la vista. Además, este aspecto adquiere mayor relevancia si la actividad es prolongada, como en el caso de estudiantes o trabajadores, en cualquier rubro.

"El ambiente visual influye en la capacidad de un estudiante para percibir estímulos visuales y afecta su actitud mental, por lo tanto su rendimiento. Pero no sólo el rendimiento intelectual (Heschong Mahone Group, 1999), el aprendizaje, actitudes y juicios de valor, sino también provoca impactos psicológicos en los estudiantes” (Evaluación dinámica de la luz natural en aulas. Métodos de relevamiento y análisis sensibles al clima luminoso. J.M. Monteoliva, A.Pattini, Avances en Energías Renovables y Medioambiente vol. 14, 2010. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184).

Los niveles de iluminación deben ser estudiados para:

- Evitar la fatiga visual.
- Evitar accidentes producidos por una mala iluminación.
- Aumentar el rendimiento de la persona en la actividad que esté realizando.
- Evitar dolores relacionados con el esfuerzo del ojo humano.
- Aumentar el confort visual.
- Aumentar el rendimiento intelectual.
- Asegurar un nivel mínimo tal que no se vea afectada la atención.
- Prevenir el deslumbramiento.
- Determinar la energía mínima que debe utilizarse en el ambiente analizado de manera tal que el nivel de servicio luminotécnico sea el adecuado.

**Decreto 351/79 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, Anexo IV, Capítulo 12, “Iluminación y Color”.**

Define los requisitos que debe cumplir la iluminación de un local para su aprobación en términos de higiene y seguridad laboral. Además, establece niveles mínimos de iluminancia para actividades específicas, por tipo de local y por tipo de industria. Contiene, también, exigencias respecto de la difusión tolerable en los ambientes laborales.

**Los instrumentos de medición disponibles en el mercado**

De acuerdo a lo que suelen solicitar las normas de higiene y seguridad en el trabajo, vale preguntarse: ¿qué es lo que se necesita medir? Dentro del estudio luminotécnico se pueden distinguir dos magnitudes íntimamente relacionadas, pues se definen a través del flujo luminoso: la luminancia y la iluminancia. Esta última es la que figura en la legislación con requisitos mínimos a cumplir.

Este trabajo se va a centrar en las magnitudes mencionadas. Para definir las es necesario conocer otras previamente. Véase la figura 2:

Denominación	Símbolo	Unidad	Definición de la unidad	Relaciones
Flujo luminoso	$\Phi$	Lumen (lm)	Flujo luminoso de una fuente de radiación monocromática, con una frecuencia de $540 \times 10^{12}$ Hertzio y un flujo de energía radiante de 1/683 vatios.	$\Phi = I \cdot \omega$
Rendimiento luminoso	H	Lumen por vatio (lm/W)	Flujo luminoso emitido por unidad de potencia (1 vatio).	$\eta = \frac{\Phi}{W}$
Intensidad luminosa	I	Candela (cd)	Intensidad luminosa de una fuente puntual que irradia un flujo luminoso de un lumen en un ángulo sólido unitario (1 estereorradián)	$I = \frac{\Phi}{\omega}$
Iluminancia	E	Lux (lx)	Flujo luminoso de un lumen que recibe una superficie de un m <sup>2</sup>	$E = \frac{\Phi}{S}$
Luminancia	L	Candela por m <sup>2</sup>	Intensidad luminosa de una candela por unidad de superficie (1 m <sup>2</sup> )	$L = \frac{I}{S}$

Figura 2 – Unidades y descripciones de las magnitudes fotométricas.

Fuente: “Guía Práctica sobre Iluminación en el ambiente laboral”, S.R.T., Res. 84/12

La luminancia es una característica propia de una fuente de iluminación. Produce en el ojo la sensación de claridad. En cambio, la iluminancia es la cantidad de luz que recibe una unidad de

superficie. Cuanto mayor sea, mayor será el rendimiento visual. Este fenómeno está limitado por el umbral de deslumbramiento.

Como la legislación vigente en Argentina habla de niveles mínimos de iluminancia, nos centramos en cómo medirla (en este caso nos referimos únicamente al instrumento a utilizar), dejando otras magnitudes de lado.

Para medir iluminancia se utiliza un instrumento de medición llamado Luxómetro. Consiste en una célula fotosensible que transforma la excitación de los fotones en impulsos eléctricos. A través de un mecanismo electrónico (por ejemplo un micro controlador) transforma esos impulsos en movimiento (si es un instrumento analógico) o, a través de un conversor analógico-digital, en una escala interpretada en un display para poder leer el valor de la iluminancia.

Como con todo instrumento, debe considerarse antes de adquirir uno qué características se necesitan para la medición. Esto implica decidir sobre aspectos técnicos, como por ejemplo qué resolución se requiere. A fin de cuentas, es necesario conocer qué incertidumbre de medición debido al instrumento se puede tolerar. Además, para que las mediciones puedan compararse entre sí, para que los resultados sean trazables y para que se pueda asegurar la calidad de las mediciones, el instrumento debe estar calibrado.

Para asegurar la trazabilidad de los resultados de las mediciones que se realizan, la calibración debe efectuarla un laboratorio acreditado por el Organismo Argentino de Acreditación. En algunos casos, también es posible realizar calibraciones internas si la organización cuenta con patrones calibrados trazables a patrones de orden metrológico superior.



## **CAPÍTULO III**

### **OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

El objetivo principal de la tesis es diseñar y validar método de medición de luminotecnia que se desarrollará en el campus de la UTN.BA.

El objetivo secundario, confeccionar un Manual de la Calidad que pueda ser utilizado como documento guía para la implementación de un Sistema de Gestión de la Calidad de acuerdo con la norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración", la cual es adecuada para el laboratorio de luminotecnia.



## **CAPÍTULO IV**

### **DESCRIPCIÓN DE LAS OPCIONES PREEXISTENTES**

#### **Antecedentes de métodos para medir iluminancia**

A continuación se citan documentos que se refieren al objeto de estudio en Argentina y proponen alternativas para obtener el valor de la iluminancia de un local. También se hace una referencia a lo encontrado por fuera del ámbito nacional, que finalmente resulta similar en cuanto a la metodología y supuestos. Para cada uno de ellos se intenta rescatar los conceptos útiles para la confección del nuevo método y realizar los planteos de problemas que permitan definir los requisitos a cubrir con la nueva técnica.

#### **Norma IRAM AADL J 20-15 Iluminación artificial de interiores – Métodos de cálculo.**

Especifica cómo calcular los valores de iluminancia partiendo de la geometría del local y a través de flujos luminosos dados por el fabricante y de los tipos de luminarias.

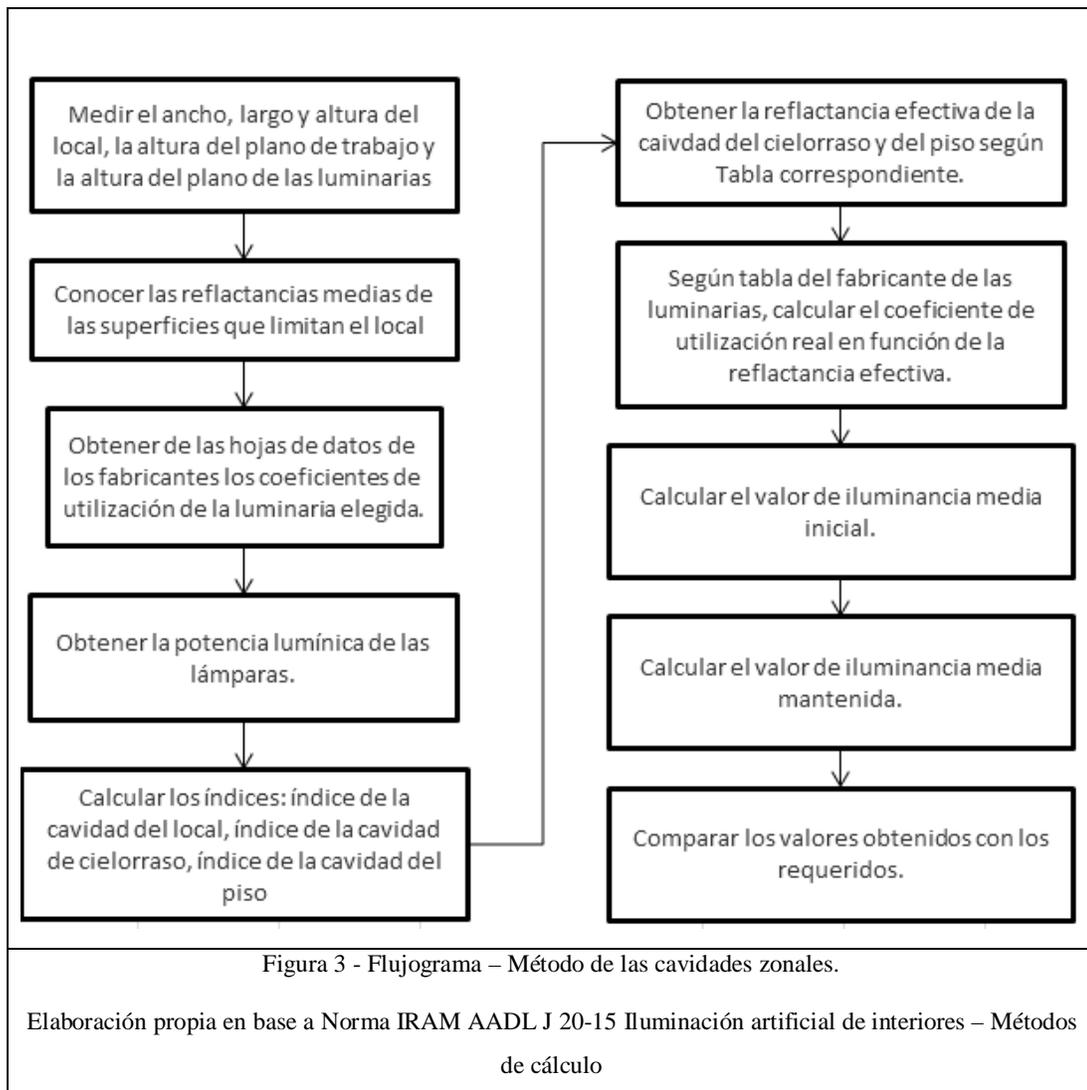
A modo ilustrativo, se coloca un flujograma para visualizar los pasos que sigue el método.

Método de las cavidades zonales

Definiciones y consideraciones:

- Plano de luminarias: plano que contiene los ejes ópticos horizontales de las luminarias.
- Plano de trabajo: altura a la cual se realiza la tarea medida respecto del suelo.
- Cavidad del piso: espacio contenido entre el piso y el plano de trabajo.
- Cavidad del cielorraso: espacio contenido entre el plano de luminarias y el cielorraso propiamente dicho.
- Cavidad del local: espacio contenido entre el plano de trabajos y el plano de luminarias.
- Iluminancia media inicial: Es un valor calculado para cuando la luminaria es nueva.
- Iluminancia media mantenida: es un valor de iluminancia media inicial afectado por un coeficiente  $d$  de “depreciación” que mide el desgaste por el uso y la suciedad.
- Se deben conocer previamente los valores de una serie de variables, a saber: reflectancia del cielorraso, de la pared en la cavidad del cielorraso, de la pared en la cavidad del local, del piso y de la pared en la cavidad del piso.

En la figura 3 se observa un flujograma de los pasos a seguir descriptos en la Norma.



¿Qué inconvenientes presenta el método para la aplicación prevista?

El anterior procedimiento presenta el problema principal de que no es una medición luminotécnica propiamente dicha sino que es una medición longitudinal del local y una serie de cálculos a través de hojas de datos de los fabricantes de las luminarias. Hace referencia a valores y coeficientes que deben conocerse previamente, pero la norma no aclara cómo obtenerlos (por ejemplo el coeficiente  $d$ ). Además, se trata de un método para aplicar en el momento del diseño del aula y no sirve para verificar los valores de iluminancia rápidamente. Por lo tanto, no permite evaluar el servicio prestado por el sistema de iluminación en un momento determinado. Además, la determinación de los valores depende de la disponibilidad de las hojas de datos de los fabricantes, del tipo de luminaria y del valor “ $d$ ”.

Por último, dado que la iluminancia se calcula en este procedimiento a través del flujo luminoso y sabiendo que el luxómetro indica el valor directamente, además de que la tecnología

de las luminarias ha evolucionado, el método ha quedado desactualizado. Por estos motivos es necesario utilizar otra alternativa.

**Guía Práctica sobre iluminación en el ambiente laboral (Superintendencia de Riesgos del trabajo de la República Argentina).**

Menciona un método que “frecuentemente se utiliza”, comúnmente llamado “método de la cuadrícula”. Se basa en dividir el local a medir en áreas rectangulares y obtener un valor promedio del conjunto de valores de los rectángulos. También evalúa la difusión de la iluminación. Los resultados se comparan con el valor exigido en el decreto 351/79, anexo IV, capítulo 12.

Al igual que en el caso anterior, en la figura 4 se presenta un flujograma para visualizar los pasos que sigue este método.

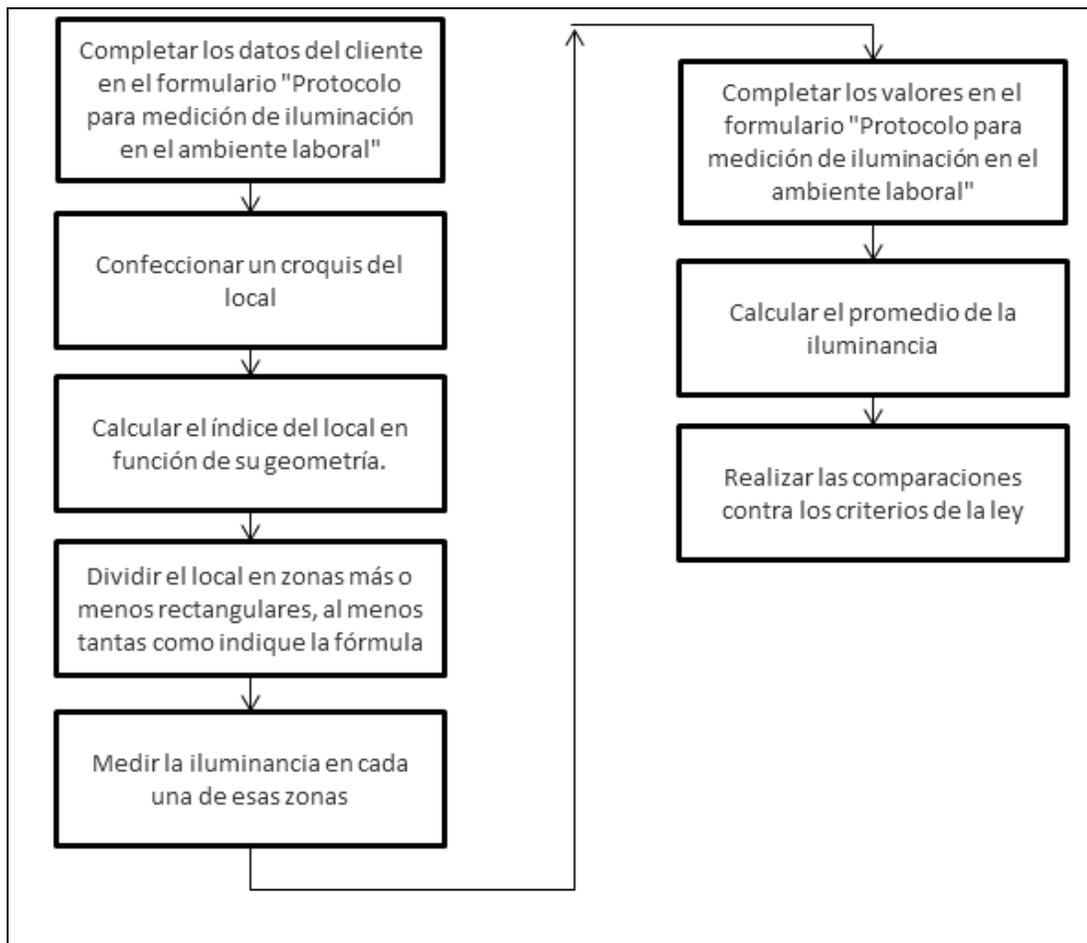


Figura 4 - Flujograma - Método de la cuadrícula

Elaboración propia en base a “Guía Práctica sobre iluminación en el ambiente laboral” (Superintendencia de Riesgos del trabajo de la República Argentina)

¿Qué inconvenientes presenta el método para la aplicación prevista?

La concepción del método en el contexto de la prevención de accidentes laborales no permitió tomar en cuenta aspectos como la fijación de la vista en dos planos de trabajo, la presencia de múltiples puntos de estudio, el deslumbramiento, entre otros.

Por otra parte, como el método es una recomendación, no existe un procedimiento formal asociado al método, lo cual trae aparejada la libertad del analista de ejecutarlo según su criterio. Esto es una fuente de incertidumbre más para la medición y provoca que no siempre los resultados de las mediciones sean comparables entre sí, aunque los valores satisfagan la legislación.

Cuando indica que hay que medir la iluminancia en las zonas divididas, el método no aclara dónde, lo cual, nuevamente, deja el tema sujeto al criterio del operario.

El número de puntos a medir depende de la geometría del local.

Por último, el método propiamente dicho no trae aparejado ningún formulario ni hoja de recolección de datos, sino que la que se utiliza es un requerimiento legal en temas de higiene y seguridad laboral.

¿Qué cosas se pueden aprovechar de este método?

Es una manera mucho más simple de obtener el valor buscado en comparación con el método de IRAM y permite una rápida verificación no limitándose solamente al diseño de los locales.

A diferencia del método visto anteriormente sí implica utilizar un instrumento de medición, lo cual nos libera del hecho de tener que contar con documentación de fábrica de las luminarias y de los coeficientes de reflexión de paredes, pisos y otras superficies y no requiere cálculos más complejos que un promedio.

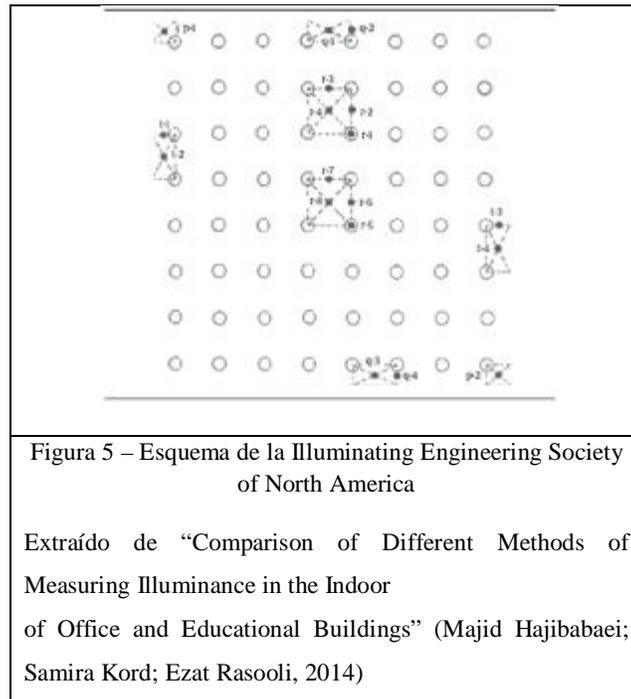
A raíz de los inconvenientes expuestos, ninguno de los métodos vistos satisface las necesidades de la aplicación propuesta del método ni de la Universidad como sede del proyecto de investigación.

### **Otros antecedentes.**

Como resultado de esfuerzos de distintos profesionales y grupos académicos a nivel global se han encontrado publicaciones que mencionan formas de medir iluminancia.

Entre los grupos de profesionales figuran, por ejemplo, la Illuminating Engineering Society of North America, que usa para medir iluminancia un método basado en simulación y en el supuesto de que las luminarias se distribuyen de manera uniforme (véase figura 5). Otro ejemplo es The Chartered Institution of Building Services Engineers (CIBSE), de Inglaterra, en cuya

web (<https://www.cibse.org/Society-of-Light-and-Lighting>) se encuentran diversos materiales disponibles en su sección “Knowledge” preparados para la consulta y descarga, aunque son mayormente pagos. La lista muestra materiales muy específicos y diversos. En lo que respecta a medición de iluminancia, la oferta disponible habla de métodos de simulación y diseño, niveles recomendados por tarea y medición de la eficiencia de la instalación en edificios.



Otros ejemplos entre los casos más relevantes: en una publicación de la Universidad de Ahvaz Jundishapur (Comparison of Different Methods of Measuring Illuminance in the Indoor of Office and Educational Buildings. Majid Hajibabaei, Samira Kord, Ezat Rasooli, 2014) se mencionan dos métodos distintos utilizados para medir la iluminación artificial en los locales bajo estudio y comparar los resultados de ambos métodos. Ambos utilizan una grilla de estudio y suponen luminarias simétricamente distribuidas en el local (ya mencionado por Illuminating Engineering Society of North America). Además, el primero de ellos utiliza el mismo índice dependiente de las dimensiones del local para decidir cuántos puntos debe evaluar.

Un trabajo preparado por el Bureau de Eficiencia Energética dependiente del ministerio de energía de la India y su agencia para el desarrollo de energías renovables (Beecode. Lighting. Bureau of Energy Efficiency, under Ministry of Power, Government of India, Indian Renewable Energy Development Agency, 2006) usa, asimismo, un método prácticamente idéntico al que propone la S.R.T.

En España, el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Iluminación en el puesto de trabajo. Criterios para la evaluación y acondicionamiento de los puestos, 2015) dicta una serie de recomendaciones al utilizar el luxómetro, pero no propone un método de medición.

Desde Hong Kong (Lighting Assesment in the work place, Labour Department, Hong Kong, 2008) se propone también el método de la cuadrícula y un apartado especial para medir los espacios de tareas localizadas.

Estos trabajos no aparecen como parte de referenciales avalados por instituciones como International Organization for Standardization (ISO), American Society for Testing and Materials (ASTM) u otras y por lo tanto no se toman como marco del trabajo presente, para el cual se tomarán los antecedentes nacionales, que, en esencia, son similares.

Ninguno de los métodos existentes está validado formalmente. El método de las cavidades zonales no es en sí mismo un método de medición porque no interviene ningún instrumento, sino que es un método de diseño analítico. Respecto del método de la cuadrícula, el presidente (Ingeniero Alberto Riva, A.H.R.A) de la Asociación de Higienistas de la República Argentina (A.H.R.A), organización que propuso el método a la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, afirmó en una entrevista que la validación formal no fue realizada. Por lo tanto, como fue dicho anteriormente el grupo investigador no sabe objetivamente si el método que está usando sirve para hacer las mediciones y, por ende, no puede constatar si las acciones tomadas en su Proyecto de Investigación produjeron efectivamente una mejora. Además las mediciones no son trazables a parámetros internacionales y no se puede conocer su incertidumbre.

## **CAPÍTULO V**

### **DESARROLLO DEL MÉTODO**

A raíz de los inconvenientes que se encontraron, ninguno de los métodos vistos satisface las necesidades de la aplicación propuesta del método ni de la Universidad como sede del proyecto de investigación. Sin embargo no se deben dejar de lado los puntos salientes para aprovechar, como por ejemplo los conceptos sobre deslumbramiento y valores mínimos de iluminancia para tareas académicas propuestos en la norma IRAM AADL J 20-04. Los mismos son parámetros que es necesario cumplir, propias del día a día del aula. También, dado el carácter laboral de las exigencias de la Superintendencia, tienen un respaldo adecuado en la protección de la salud de los trabajadores y por lo tanto son la base de los criterios a tomar para aceptar o no la iluminación de un local, aunque en el caso de estudio la aplicación sea tanto laboral como estudiantil.

Aprovechando los puntos destacados anteriormente y definiendo las necesidades no satisfechas por estos dos procedimientos, se realizó una reingeniería del método de la cuadrícula readaptándolo a ámbitos para múltiples puntos de estudio y dos planos de trabajo.

#### **Las necesidades a satisfacer para la aplicación prevista**

El nuevo método tiene por objetivo cubrir completamente las necesidades que se listan a continuación:

- La ausencia de deslumbramiento en el campo visual de todos los intervinientes en la actividad.
- La consideración de los dos planos de trabajo existentes.
- Las exigencias en cuanto a los niveles mínimos de iluminancia promedio para el local.
- Las exigencias sobre difusión de la iluminancia, considerando criterios estrictos para asegurar que todo el local es apto para el uso en cuanto al criterio de análisis.
- La aprobación únicamente si los criterios abordados por separado son cumplidos simultáneamente.
- Debe tener asociado un procedimiento para que el método por sí solo aporte un menor nivel de incertidumbre a la medición comparado contra el método de la cuadrícula, al realizarse de una única forma.
- Debe ser independiente de la geometría del local, de manera que sea universal, apto para cualquier local.
- Debe considerar el uso de la tecnología.

- Debe poseer hojas de recolección de datos estandarizadas y, para comodidad del analista, poseer una herramienta informática simple asociada para el rápido cálculo.
- Debe definir un certificado de aprobación firmado por los responsables.
- Debe ser excluyente contar con elementos de medición debidamente calibrados.
- Debe exigir mayor rigor estadístico que el método de la cuadrícula.

### **Definición de los indicadores clave de la operación**

- Nivel medio de iluminación: se refiere al valor promedio de todas las mediciones tomadas. Su unidad es el lux y su criterio de aceptación es que debe ser mayor al mínimo definido para la actividad.
- Nivel mínimo de iluminación para el plano de tarea: para la aplicación prevista se toma como válido el valor sugerido por la norma IRAM AADL J 2004 (500 lux para los pupitres, además coincidente con el valor exigido por la S.R.T. para tareas administrativas de oficina, y 1000 lux para el pizarrón).
- Difusión: se refiere a la distancia entre el valor mínimo de iluminación encontrado en el aula y el valor medio. Se mide en % y su criterio de aceptación es que debe ser menor o igual a 5%.
- Deslumbramiento: No se permitirá deslumbramiento en el campo visual de ninguno de los intervinientes en la operación. Este parámetro será cualitativo, coincidiendo con el análisis que hace la IRAM AADL J 2015.

### **Utilización de un luxómetro**

Para medir el nivel de iluminancia en una superficie se debe encender el equipo y descubrir la celda fotosensible, que, en general, viene protegida. Posteriormente, se debe seleccionar la escala correspondiente al orden de la magnitud que se quiere medir. Una vez realizado este ajuste, se coloca la celda fotosensible en el punto de estudio procurando que no se produzcan sombras sobre ella con nuestro cuerpo o con objetos que no se encuentren en su posición habitual. Luego de que se haya estabilizado, se lee el valor en la pantalla del instrumento y se registra.

Algunos luxómetros traen una función “hold” que inmoviliza la lectura para su apreciación más simple.

Al finalizar, sin tocar la celda fotosensible del lado que mide, se vuelve a colocar la protección, se apaga el equipo y se guarda en su estuche.

Ejemplo: si se desea medir la iluminancia cuyo valor debería estar en el rango entre 300 y 600 lux y el instrumento posee las siguientes escalas, definir cuál es adecuada para su uso.

Escalas: 0-200 lux /200-2000 lux /2000-20000 lux.

Respuesta: 200-2000 lux.

### **El instrumento disponible**

El instrumento con el cual se realizaron las mediciones para las pruebas de campo del método, ajustes y retoques finales fue provisto por el Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Facultad Regional Buenos Aires.

El instrumento es de la marca TES, modelo 1330. Su hoja de datos se presenta como anexo a este trabajo, así como también su certificado de calibración. En la figura 6 se puede observar su aspecto.



Figura 6 – Luxómetro TES 1330

Fotografía de elaboración propia

### **Referencias para la aplicación prevista**

Para el nivel medio de iluminación se tomaron los siguientes valores: 1000 lux para el plano del pizarrón y 500 lux para el plano de trabajo. Estos valores de comparación surgieron de las exigencias de la S.R.T. y de la norma IRAM J 20-04 “Iluminación en escuelas”.

Atendiendo a las necesidades descriptas se propusieron los siguientes cambios:

- Para independizarse de la geometría del local, el número de puntos de medición del aula será igual a la cantidad de puntos de estudio en los cuales se realice una tarea.
- Definición del plano de trabajo: se medirá el nivel de iluminancia en la superficie de trabajo, sea cual fuere su altura. Además, se considera también el plano vertical, si existe, que deberá dividirse en cuatro cuartos y se medirá en cada uno de ellos el valor de la iluminancia.
- El criterio de difusión de iluminación será evaluado midiendo la variación del valor mínimo con respecto al medio y se tolerará hasta 5% de diferencia. En el plano vertical, dado que su sección es muy reducida con respecto al local, no se evaluará este aspecto.
- La medición de iluminancia se realizará tres veces en cada punto de estudio.
- Deberá medirse la iluminancia en el plano vertical con el proyector (si lo hubiera) prendido y luego apagado o viceversa. También deberá evaluarse el deslumbramiento desde el primer punto de estudio respecto del plano vertical de frente al mismo y de espaldas al mismo, en ambos estados del proyector.

A fin de un rápido registro de la realidad de cada local, se propuso el formulario descrito en las figuras 7, 8, 9 y 10.

FC.01 01: Registro primario de datos. Rev 03. Vigente hasta 01.01.2022									
Datos de la organización									
Razón social (C):				Fecha del ensayo (C):					
Dirección (D):				Turnos a evaluar (I):					
Datos de la medición del plano de trabajo									
Condiciones de operación (F):		Mañana (6:00-12:59)		Tarde (13:00-18:59)		Noche (19:00-23:00)			
Completar X donde:									
Estado de calibración (A): Completar X donde corresponde				Vigente		No vigente		Código del instrumento (B):	
Operadores:									
Valores de la medición (H)					Valores de la medición (H)				
Punto de estudio (C)	1	2	3		Punto de estudio (C)	1	2	3	

1. Zona para registrar los datos del cliente

2. Campo para registrar las condiciones de operación

3. Zona para registrar las mediciones

Figura 7 – Primer diseño de las hojas de recolección de datos. Primera parte.

Elaboración propia

En el formulario se distinguen tres zonas. La primera, aquella donde se consignan los datos de la organización a la que pertenece el local. La segunda, la que muestra las condiciones en las que se realiza la medición, que considera el turno, dividido por horas. Es necesario hacer la medición en el horario de uso de peor caso. Por ejemplo, si el local se utilizara sólo por la mañana y la tarde, es recomendable que la medición se realice por la tarde, ya que es donde comienza el servicio de la iluminación artificial. Se considera que al cubrir el peor caso todos los demás quedarán cubiertos. Este campo además pide la identificación del instrumento a utilizar y su estado de calibración. Si el instrumento no se encuentra calibrado no podrá realizarse el estudio bajo ningún punto de vista.

La última sección que se muestra en la imagen corresponde a los puntos de estudio. La medición se realizará y se completará en un dispositivo electrónico, en el formulario correspondiente. Luego se repetirá la operación dos veces más. Esto obedece a la necesidad de darle un mayor rigor estadístico al método.

Divida la zona vertical en cuatro cuadrantes y tome el valor de la iluminancia en el centro de cada uno. Numérelos para identificarlos.						
	Proyector encendido			Proyector apagado		
Punto de estudio (G) (Cuadrante)	1	2	3	1	2	3
1						
2						
3						
4						
<b>Control cualitativo</b>						
	Proyector encendido			Proyector apagado		
Deslumbramiento de frente al plano vertical:						
Deslumbramiento de espaldas al plano vertical:						

1. Zona para registrar las mediciones de iluminancia en el plano vertical

2. Zona para registrar el deslumbramiento

Figura 8 – Primer diseño de las hojas de recolección de datos. Segunda parte.

Elaboración propia

En la figura anterior se pueden distinguir dos zonas más. En la primera, se hace la medición de la misma forma que en el plano horizontal, pero en las cuatro zonas iguales del plano vertical. Todas las mediciones deben realizarse tres veces y completar la lectura apenas se obtiene el valor. Por otra parte, en la segunda se completará con un simple sí o no si existe deslumbramiento en ambas condiciones de servicio del proyector y en ambas posiciones posibles en el aula.

Como ya se mencionó antes y como se consignó en el procedimiento, para que un aula esté aprobada deben cumplirse satisfactoriamente los tres controles, pero su evaluación separada permite, frente a un resultado negativo, evaluar rápidamente dónde está el problema.

La hoja de datos que se expuso anteriormente consiste en una hoja de cálculo que, mediante fórmulas, evalúa automáticamente los datos cargados luego del ensayo. En la siguiente imagen se puede ver un ejemplo en el cual se muestran las referencias y el resultado de las evaluaciones.

Datos de la referencia del aula					
Mañana (8:00-12:59)	Tarde (13:00-18:59)	Noche (19:00-23:59)	Código del instrumento (R):		
Vigente	No vigente				
de la medición (H)		Valores de la medición (H)			
2	3	Punto de estudio (G)	1	2	3
		1	501	503	500
		2	501	503	500
		3	501	503	500
		4	501	503	500
		5	501	503	500
		6	501	503	500
		7	501	503	500

		Medición	Referencia	Resultado	
Aula	Tendencia central:	501,33333	500	Cumple	
	Difusión	0,0026957	0,05	Cumple	
Pizarrón	Tendencia central:	1049,33333	1000	Cumple	PROY ENC
	Tendencia central:	1103,66667	1000	Cumple	PROY APA
Cualitativo	Deslumbramiento alumno	NO		cumple	PROY ENC
	Deslumbramiento docente	NO		cumple	PROY APA
	Deslumbramiento alumno	NO		cumple	PROY APA
	Deslumbramiento docente	NO		cumple	PROY APA
<b>Veredicto</b>				<b>APROBADO</b>	

Figura 9 – Primer diseño de las hojas de recolección de datos.

Elaboración propia

		Medición	Referencia	Resultado	
Aula	Tendencia central:	501,333333	500	Cumple	
	Difusión	0,00265957	0,05	Cumple	
Pizarrón	Tendencia central:	1049,33333	1000	Cumple	PROY ENC
	Tendencia central:	1103,66667	1000	Cumple	PROY APA
Cualitativo	Deslumbramiento alumno	SI		no cumple	PROY ENC
	Deslumbramiento docente	NO		cumple	PROY ENC
	Deslumbramiento alumno	NO		cumple	PROY APA
	Deslumbramiento docente	NO		cumple	PROY APA
<b>Veredicto</b>				<b>No Conforme</b>	

Figura 10 - Ejemplo de cálculo

Elaboración propia

## Procedimiento

La normativa aplicable (ISO/IEC 17025:2017) establece que, para el control de documentos, éstos deben ser identificados inequívocamente. Para ello se definió un sistema de codificación que consta de los siguientes elementos:

- Nombre del documento: un título descriptivo.
- Número de versión: refiere al procedimiento aplicable.
- Número de revisión: refiere a la cantidad de veces que fue inspeccionado el documento.
- Vigencia: se define una fecha a partir de la cual el documento es de uso libre en la organización.

Los documentos de la Organización tendrán un sistema de codificación compuesto de dos dígitos alfabéticos (PO para procedimientos, IN para informes, FO para formularios) y tres pares de números separados por guiones en el formato NN-VV-RR, donde N corresponde al número del documento, V a la versión del mismo y R a la revisión.

Los documentos deberán tener sus páginas numeradas en formato “Página x de y” para asegurar que no se extravíe ninguna de ellas.

A continuación aparecen los pasos que establece el procedimiento para la medición de locales. Cabe destacar que el documento tiene información que no aparece en las páginas siguientes, como por ejemplo el alcance, el objetivo, las referencias y la estructura que muestra que es un documento controlado, entre otros datos de interés. Todas sus características pueden apreciarse en el anexo, donde aparece entero. Además, el número 6 que aparece a continuación es el capítulo correspondiente en el documento adjunto y no presenta relación con la numeración del presente trabajo.

### **Realización del ensayo**

Accedan al formulario “Registro primario de toma de datos” y comiencen a completarlo.

- 6.6.1 Verifiquen el estado de calibración del luxómetro. En caso de que la calibración no se encuentre vigente, no se podrá realizar el ensayo, salvo que se cuente con otro equipo que sí se encuentre calibrado.
- 6.6.2 Identifiquen el equipo de medición. Seleccionen la opción correspondiente en el campo A y completen el campo B.
- 6.6.3 Identifiquen a la organización. Completen los campos C, D y E. Identifíquense colocando sus nombres en el campo correspondiente. Repitan en ambas hojas.

Medición del plano de trabajo

- 6.6.4 Realicen un croquis del local y adjúntenlo al informe una vez esté éste terminado. Identifiquen en el mismo todos los puntos de estudio.
- 6.6.5 Indiquen en el apartado F las condiciones de operación.
- 6.6.6 Utilicen el croquis para identificar los puntos de estudio.
- 6.6.7 Listen los puntos de estudio en la columna del apartado G. Los mismos deben corresponderse con las referencias del croquis.
- 6.6.8 Un operario toma la medición en cada punto de estudio tres veces. La medición debe realizarse en el centro de la zona identificada. Eviten las sombras sobre la célula fotosensible. Al medir en cada zona, el otro operador registra su valor en la fila correspondiente de la planilla.
- 6.6.9 Repitan la operación tantas veces como sea necesario en función de los turnos en los que el local esté en uso.

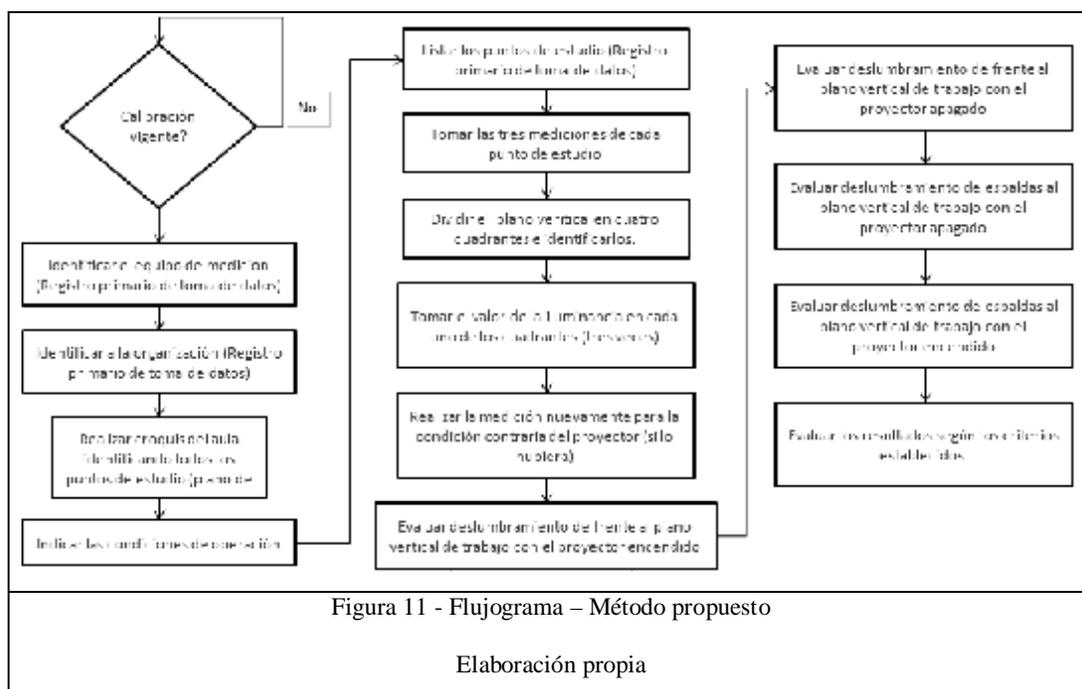
#### Medición de los planos de trabajo verticales

- 6.6.10 Dividan el plano de trabajo en cuatro cuadrantes y numérenlos para identificarlos.
- 6.6.11 Uno de los operarios toma el valor de la iluminancia en el centro de cada cuadrante (tres veces). Conforme vaya obteniendo los valores, la otra persona completa los campos correspondientes en la planilla.
- 6.6.12 Repitan desde la operación 10, si corresponde, con el equipo multimedia en la condición contraria al caso inicial (encendido/apagado).

#### Control cualitativo

- 6.6.13 Un operario se coloca de espaldas al plano vertical y observa si hay deslumbramiento. El otro completa su apreciación en la planilla.
- 6.6.14 El mismo operario del punto anterior se coloca en el punto de estudio más cercano al plano vertical y observa si hay deslumbramiento en su dirección. La otra persona completa su apreciación en la planilla.
- 6.6.15 Repitan desde la operación 13, si corresponde, con el equipo multimedia en la condición contraria al caso inicial (encendido/apagado).

La figura 11 hace referencia a los pasos a seguir planteados por el método propuesto.



A partir de aquí, considerando la aplicación prevista, se hacen las siguientes consideraciones:

- El plano de trabajo corresponde a los pupitres de los alumnos.
- El plano vertical de trabajo corresponde al pizarrón.
- Los locales evaluados serán aulas de clases.

### Pruebas de campo del método

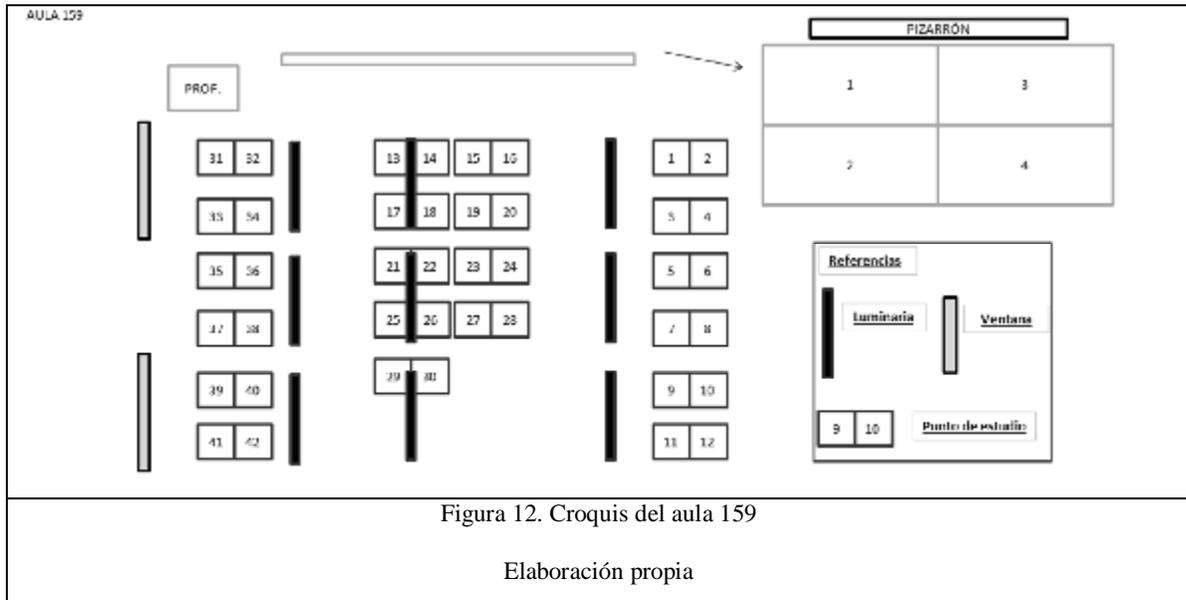
#### Mediciones realizadas

El método descrito en el capítulo anterior fue utilizado para definir el nivel de iluminancia en aulas de la Sede Campus de la UTN FRBA y de la escuela de posgrado. A continuación se presentarán los contextos de cada juego de datos y se discutirán los resultados.

#### Aula 159, Sede Campus Mozart 2300, CABA.

Se realizaron las mediciones correspondientes tres veces. La primera de ellas se realizó a las 19.40 horas del día 10 de diciembre de 2018. Como se puede ver en las imágenes del día de las mediciones, la luz natural fue la fuente de iluminación considerada. Cabe destacar que el aula no cuenta con un proyector, por lo que la parte relacionada al encendido y apagado del mismo no

fue considerada por no aplicar en la situación estudiada. La figura 12 representa el local ensayado.



**Tabla 1.**

**Medición del aula 159 (puntos de estudio) con luz natural.**

Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]	Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	14,8	14,6	14,7	26	9,3	9,3	9,1
2	14,2	14,1	14,1	27	7,3	7,2	7,1
3	13,2	13,2	13,3	28	6,1	6,0	6,0
4	13,8	13,8	13,6	29	11,1	10,9	10,7
5	11,5	11,4	11,4	30	8,4	8,3	8,1
6	12,0	11,9	11,9	31	38,9	37,6	37,1
7	10,8	10,8	10,6	32	42,5	42,1	42,1
8	11,1	11,0	11,0	33	24,2	24,1	23,8
9	10,5	10,3	10,3	34	27,1	26,8	26,4
10	11,1	10,8	10,7	35	3,6	3,5	3,5
11	9,0	8,9	9,0	36	8,0	7,9	7,9
12	8,6	8,5	8,2	37	2,9	2,8	2,8
13	31,5	31,2	31,0	38	5,6	5,5	5,5
14	21,2	21,2	21,0	39	24,1	23,8	23,8
15	16,1	15,9	16,0	40	18,7	18,7	18,4
16	12,5	12,4	12,3	41	16,6	16,5	16,4
17	21,1	21,0	20,8	42	14,0	13,9	13,9
18	16,3	15,8	15,8				
19	12,0	11,8	11,6				
20	10,2	10,2	10,1				
21	12,1	12,0	11,9				

22	10,3	10,1	10,0
23	8,7	8,6	8,6
24	7,5	7,4	7,3
25	12,0	11,9	11,8

Los resultados de la medición indican que el aula no cumple con los criterios establecidos a la hora señalada y con el único servicio de la luz natural.

Por otra parte, los resultados de la medición del plano del pizarrón son los siguientes:

**Tabla 2.**

**Medición del aula 159 (pizarrón) con luz natural**

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	3,2	3,5	3,5
2	3,2	3,2	3,2
3	4,4	4,6	4,6
4	4,2	4,1	4,1

En este caso el local tampoco cumple con la referencia establecida.

Por último, se evaluó el deslumbramiento y resultó no existente, lo que fue el único aspecto en el cual el local evaluado cumplió el criterio.

Luego de haber realizado este ensayo, se repitió el procedimiento inmediatamente pero añadiendo ahora la luz artificial. La hora de inicio fue 20 horas y los resultados son los siguientes.

**Tabla 3.**

**Medición del aula 159 (puntos de estudio) con luz natural y artificial.**

Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]	Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	227	225	225	26	295	295	296
2	205	204	203	27	288	287	288
3	241	248	248	28	272	272	273
4	221	223	224	29	281	281	280
5	260	260	260	30	168	167	167
6	230	228	228	31	183	183	181
7	267	268	268	32	156	156	157
8	236	233	232	33	207	211	210
9	257	257	257	34	201	202	202
10	225	222	222	35	203	207	208
11	238	240	238	36	240	243	243
12	203	202	202	37	188	188	188

13	232	226	226	38	225	225	225
14	235	228	234	39	162	162	162
15	224	217	224	40	204	204	205
16	257	255	252	41	205	204	203
17	271	271	270	42	204	206	205
18	276	276	276				
19	275	267	267				
20	289	289	291				
21	303	303	302				
22	304	304	304				
23	295	295	295				
24	276	276	275				
25	289	290	290				

Aún con el agregado de luz artificial, el local no cumple con los criterios establecidos.

En el plano del pizarrón, los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 4.**

**Medición del aula 159 (pizarrón) con luz natural y artificial.**

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	153	153	152
2	137	137	138
3	142	143	143
4	131	132	131

Nuevamente se evaluó el deslumbramiento y resultó no existente, lo que fue el único aspecto en el cual el local evaluado cumplió el criterio.

Considerando que, si bien la luz natural ya era escasa, por la ventana entraba la luz de unos reflectores de las canchas de fútbol, por lo cual se realizó una vez más todo el procedimiento controlando que las cortinas estén cerradas para evaluar la sensibilidad del método frente a este posible ruido.

**Tabla 5.****Medición del aula 159 (puntos de estudio) con luz artificial.**

Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]	Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	215	218	218	26	289	289	290
2	206	206	206	27	295	295	295
3	245	246	246	28	287	288	288
4	215	215	215	29	268	269	269
5	247	251	250	30	282	282	282
6	215	217	217	31	147	151	153
7	258	258	258	32	212	213	213
8	228	228	229	33	178	178	180
9	249	249	249	34	228	228	228
10	214	215	215	35	213	214	214
11	233	232	233	36	244	244	244
12	199	200	200	37	215	216	216
13	235	235	234	38	248	249	249
14	239	240	241	39	180	181	182
15	244	245	244	40	235	235	236
16	236	236	233	41	167	167	167
17	260	260	260	42	212	212	213
18	269	269	269				
19	277	279	279				
20	271	270	271				
21	285	286	288				
22	295	289	289				
23	297	298	300				
24	290	292	292				
25	276	276	278				

**Tabla 6.****Medición del aula 159 (pizarrón) con luz artificial.**

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	Proyector apagado		
	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	144	143	143
2	116	113	113
3	148	144	147
4	138	139	139

Nuevamente el deslumbramiento fue el único aspecto donde se cumplieron los criterios. Las figuras 13 a 17 muestran el estado del local el día del procedimiento.



Figura 13 - Aula 159

Fotografía de elaboración propia



Figura 14 – Aula 159

Fotografía de elaboración propia



Figura 15 – Aula 159

Fotografía de elaboración propia



Figura 16 – Aula 159

Fotografía de elaboración propia

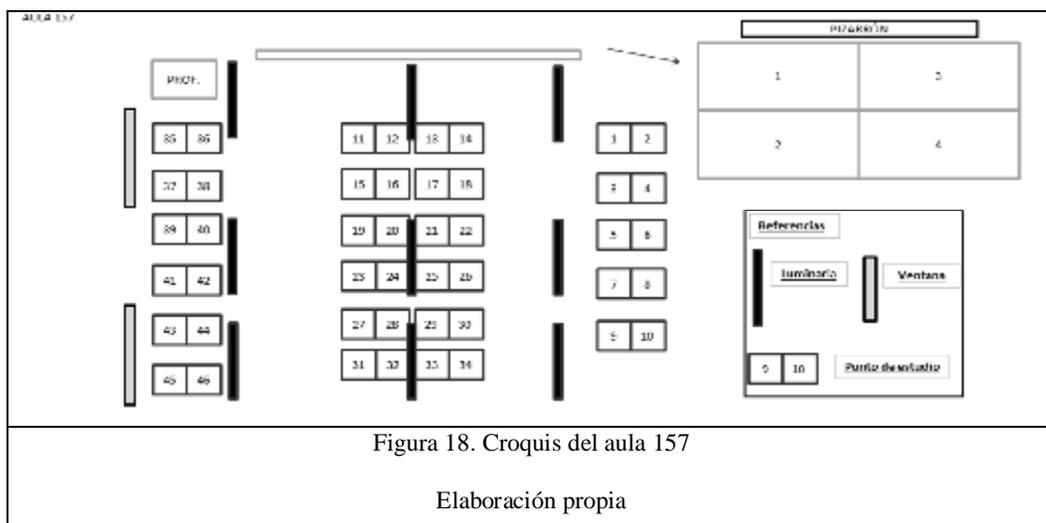


Figura 17 - Aula 159

Fotografía de elaboración propia

### **Aula 157, Sede Campus Mozart 2300, CABA.**

La última medición en el Campus se realizó en el aula 157 que posee un tipo de iluminación distinta: tubos LED. Además, cuenta con un mayor número de puntos de estudio ya que en este local hay más bancos, aunque las dimensiones son similares a las del aula 159. Este aula tampoco cuenta con proyector, por lo que tampoco aplican las partes del procedimiento que evalúan el servicio con el mismo apagado y encendido. Nuevamente se puede ver un esquema del local ensayado en la figura 18.



Los resultados son los siguientes:

**Tabla 7.**

**Medición del aula 157 (puntos de estudio) con luz artificial**

Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]	Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	366	372	372	26	465	465	464
2	340	342	342	27	429	430	430
3	407	404	405	28	450	449	449
4	361	361	361	29	458	458	458
5	417	418	418	30	441	442	442
6	347	346	347	31	403	404	404
7	400	415	418	32	424	423	423
8	369	369	370	33	437	437	439
9	380	382	382	34	415	414	414
10	341	342	342	35	295	295	298
11	370	386	387	36	364	364	364
12	409	408	408	37	307	307	305
13	411	411	410	38	385	386	386
14	399	399	400	39	344	344	345
15	429	435	435	40	399	403	405
16	451	456	456	41	353	352	353
17	426	427	425	42	410	410	411
18	420	420	418	43	309	309	310
19	448	448	448	44	383	383	383
20	474	476	476	45	306	306	306
21	454	454	453	46	365	366	366
22	433	434	434				
23	437	435	435				
24	474	474	474				
25	486	486	486				

Podemos ver a simple vista que la media de la iluminancia se encuentra sensiblemente por encima del aula anterior, aunque tampoco cumple los criterios.

Para el pizarrón, los resultados fueron los siguientes:

*Tabla 8.*

**Medición del aula 157 (pizarrón) con luz artificial.**

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	235	235	235
2	222	223	224
3	258	257	257
4	244	244	243

En este caso observamos el mismo fenómeno que en los puntos de estudio respecto de los niveles de iluminancia. También se puede ver que la media está muy alejada del valor de referencia. Las figuras 19 a 23 muestran el estado del local el día en el que se realizó el trabajo.



Figura 19 – Aula 157

Fotografía de elaboración propia



Figura 20 – Aula 157

Fotografía de elaboración propia



Figura 21 – Aula 157

Fotografía de elaboración propia



Figura 22 – Aula 157

Fotografía de elaboración propia



Figura 23 – Aula 157

Fotografía de elaboración propia

### **Comparación: Método propuesto vs método de la cuadrícula**

#### **Aula 21 de la escuela de Posgrado, Castro Barros 91, CABA.**

Se realizó el procedimiento del método propuesto y luego el método de la cuadrícula para poder comparar los resultados obtenidos de distintas formas. En la figura 24 se muestra la disposición del local ensayado.

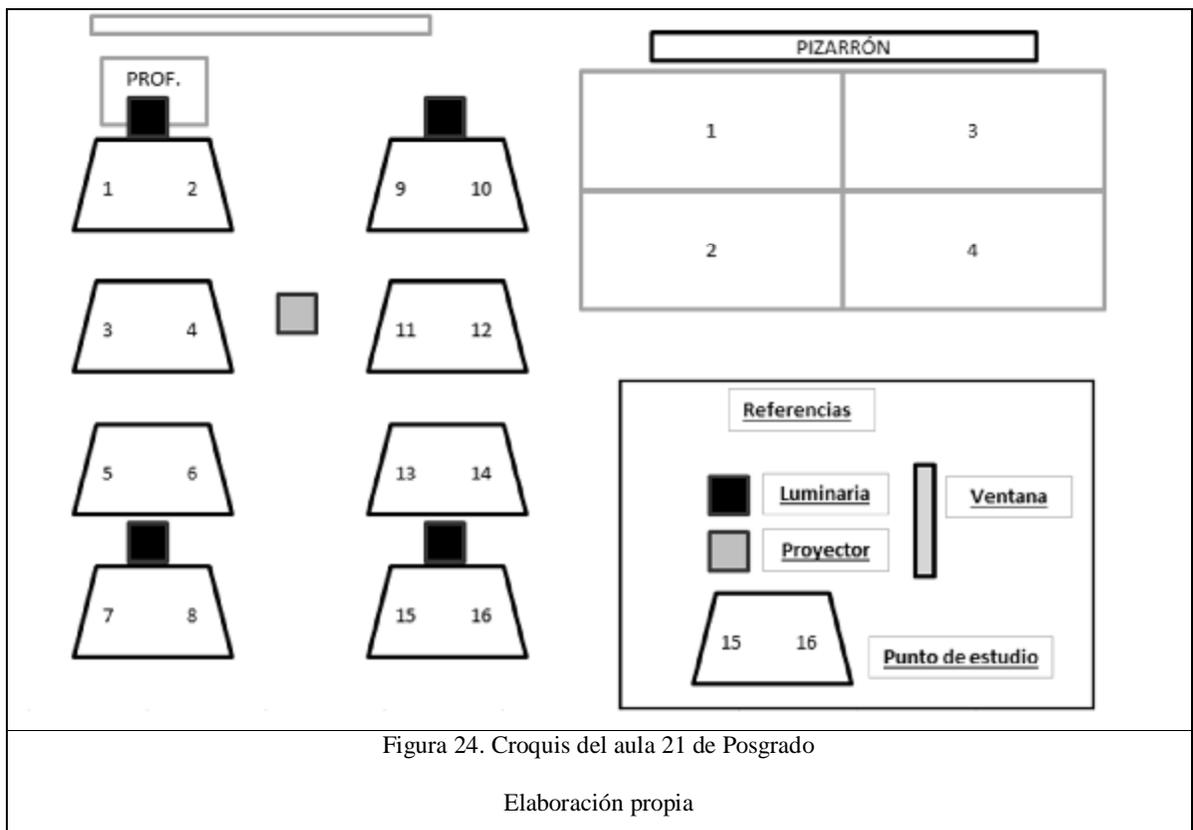


Figura 24. Croquis del aula 21 de Posgrado

Elaboración propia

Para el método propuesto, los valores fueron los siguientes:

Tabla 9.

**Medición del aula 21 de Posgrado (puntos de estudio) con luz artificial.**

Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	304	302	301
2	347	345	345
3	151	151	152
4	174	174	178
5	244	246	246
6	283	282	282
7	341	341	341
8	385	386	386
9	412	412	411
10	384	384	384
11	199	186	195
12	187	187	187
13	293	293	292
14	260	261	263
15	414	413	414
16	375	375	375

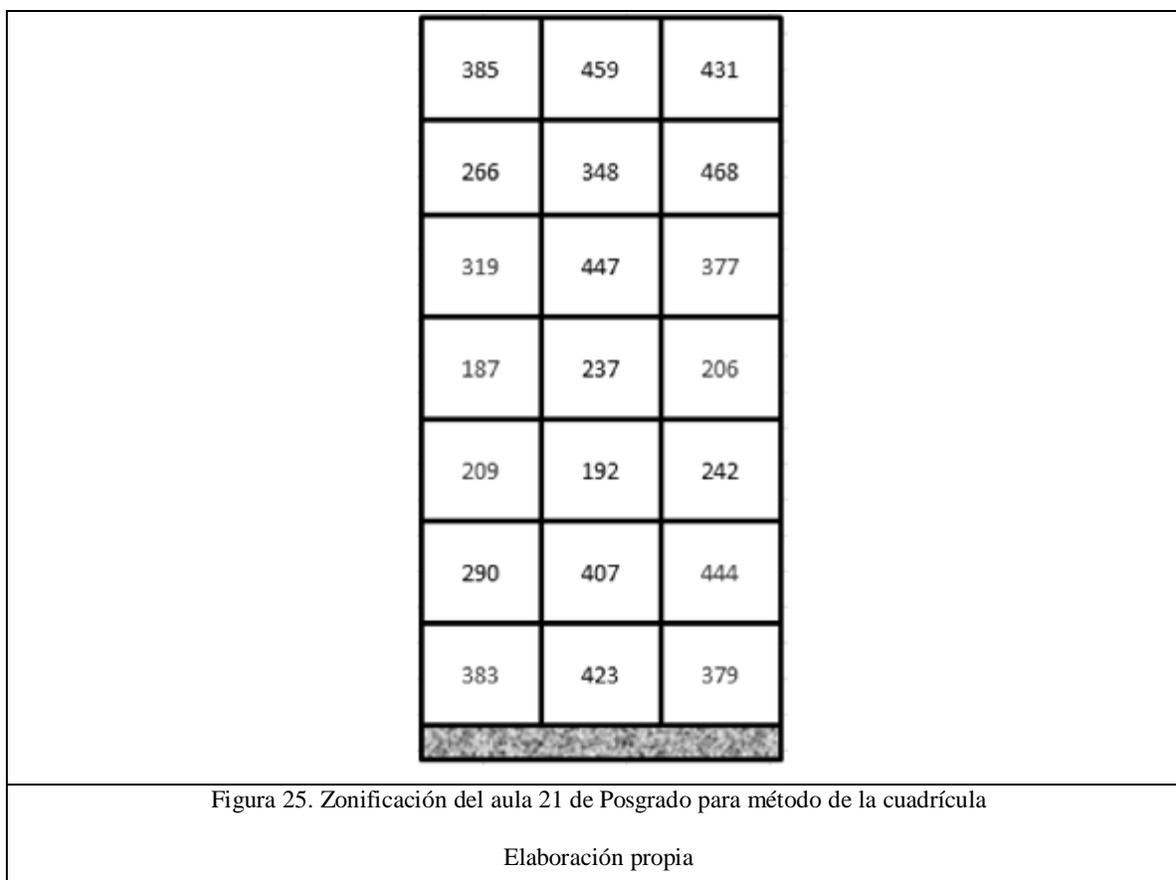
**Tabla 10.**

**Medición del aula 21 de Posgrado (pizarrón) con luz artificial.**

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	Proyector encendido			Proyector apagado		
	1[lux]	2[lux]	3[lux]	1[lux]	2[lux]	3[lux]
1	182	191	190	156	154	153
2	222	205	205	158	162	161
3	320	327	320	218	208	207
4	335	321	325	232	236	236

Se observó deslumbramiento en la posición del profesor si el proyector estaba encendido. El aula no cumple con ninguno de los criterios establecidos.

Para el método de la cuadrícula, los resultados obtenidos fueron los siguientes (en lux). En la figura 25 se muestra la zonificación hecha al local ensayado según el Método de la Cuadrícula.



Según el Método de la Cuadrícula, el aula cumple con el criterio definido para la difusión pero no alcanza el valor de iluminancia media mínima.

Realizando una comparación entre metodologías, en el mismo local y con el mismo tipo de servicio, el método de la cuadrícula entregó un valor medio y un desvío superior a los obtenidos con el método propuesto. Se puede concluir, considerando además que se tomaron menos mediciones de puntos de estudio para el método propuesto que para la medición con el método de la cuadrícula, que usando este último método se corre el riesgo de aprobar un local que dejaría alumnos estudiando en lugares con un nivel muy inferior al solicitado en el mismo local donde otros estudiantes tendrían un valor superior en una vez y media a su valor de iluminancia. El método propuesto nos entrega mediciones metrológicamente más confiables y nos asegura que es más adecuado para evaluar la situación de servicio al alumno y al docente.

Respecto a la sensibilidad se evaluó la metodología propuesta realizando las mediciones en locales distintos, con tipos de iluminación distintas y operadores distintos.

Los resultados muestran que no se modifica sensiblemente la dispersión de los valores para dos operadores distintos igualmente capacitados en la metodología. Además, a la hora de la medición con iluminación mixta, al menos, no se registró una diferencia sustancial en los valores obtenidos respecto del mismo procedimiento con iluminación puramente artificial. Esto demostró que, en ese local, el ruido de la iluminación artificial externa no condicionó el servicio interno.

En cuanto a la tecnología, se notan fuertes saltos de nivel de servicio. Por supuesto, el caso de iluminación natural es el de nivel de servicio más bajo por la hora a la que se tomaron los valores, pero además, si bien el desvío estándar es el más bajo de todos los grupos de valores, es el que representa un valor relativo a la media más alto de todos. Vale decir, entonces, que el método nos está entregando la conclusión de que no es buena la distribución de la iluminancia a esa hora y para ese tipo de servicio. Si, por el contrario, comparamos los valores obtenidos con iluminación artificial, como ya se expuso no hay grandes diferencias entre la luz mixta y la artificial para ese horario, pero sí hay diferencia cuando pasamos a un tipo de tubo distinto en otro local: además del salto en el valor medio (del orden de 240 a los 400 lux), el tubo led entrega un desvío que, relativo a la media, es el que representa un valor más bajo, aunque su valor absoluto es más alto que en el otro local que posee la tecnología de tubos capacitivos comunes.

Hablando estrictamente del desvío estándar, no sorprende que los valores sean entre 40 y 90 lux dado que al realizar el procedimiento se encontraron valores muy dispares con diferencia entre sí de unos 20 centímetros.

Una dificultad propia del uso del luxómetro a la que se debe dar especial atención es a la generación de sombra por parte del operador al manipular el instrumento. La figura 26 muestra el estado del local el día del ensayo.

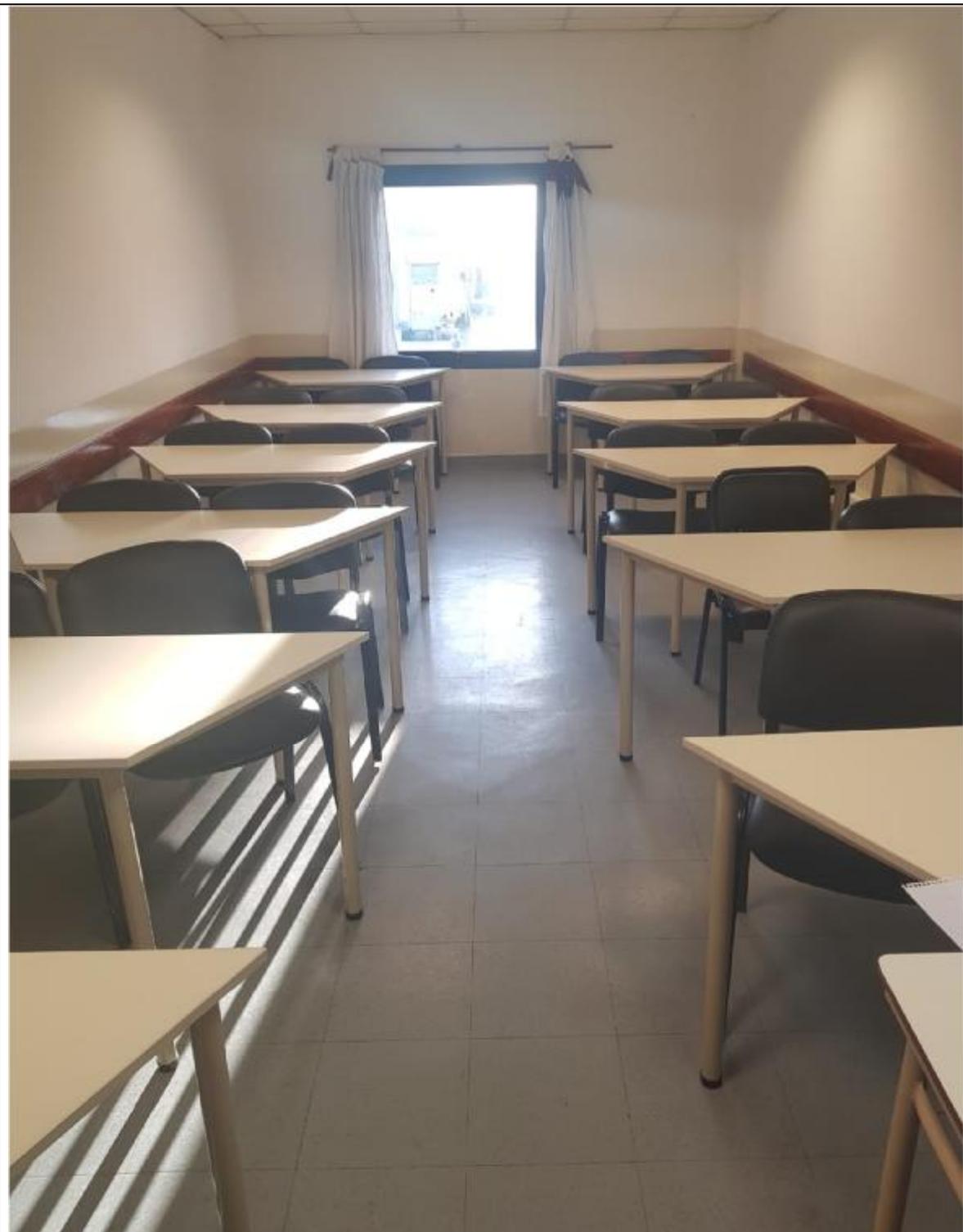


Figura 26 –Disposición de las aulas de la escuela de Posgrado (vista desde el pizarrón)

Fotografía de elaboración propia

## **La operación y sus particularidades**

Un aspecto del método propuesto que aporta nueva información es la medición del plano del pizarrón. En los locales medidos esta es la zona más lejana a cumplir el criterio. Como es la primera vez que se pone en consideración qué tan iluminado está, es un aporte fundamental del método desarrollado.

Poniendo en práctica la metodología desarrollada quedó en evidencia la necesidad de capacitar exhaustivamente a los operarios ya que un ligero cambio en la posición de quien mide hace variar la lectura del instrumento.

Si bien el método es de aplicación sencilla y se puede realizar con un solo operador se recomienda realizar las mediciones de a dos personas para ganar agilidad al registrar los valores. Además, de esta manera, se puede realizar un doble control sobre resultados que se van obteniendo.

Aunque los resultados del ensayo pueden intuirse al terminar, éstos deberán entregarse únicamente luego de realizar los cálculos, ya que puede conducir a una interpretación errónea del dueño del local.

Como ya se mencionó, durante la operatoria se pudo constatar que el instrumento cambia mucho el valor medido si el operador pasa cerca. Así mismo, el valor con una persona sentada en el punto de estudio no es el mismo que en el caso de una medición del punto en vacío y depende también de si la persona está en posición de espalda recta o en posición de escritura.

Se encarará en el presente trabajo una validación técnica del método de la manera que lo indica el Organismo Argentino de Acreditación (O.A.A.). Para una magnitud física como la luz, según la Guía para validación de métodos de ensayo (Código: GUI-LE-03, Versión: 2, Fecha de entrada en vigencia: 10 de julio de 2019) del O.A.A. corresponde evaluar la precisión, la veracidad, el rango, la robustez y, por supuesto, la incertidumbre propia del método. Una vez realizada esta validación, la calidad de las mediciones realizadas por este método quedará garantizada.

## **Informe de medición**

La norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017 establece en su apartado 7.8.2 y 7.8.3 requisitos para el informe de ensayo que se emitirá una vez finalizado el trabajo. Entre ellos se encuentran el título del informe, datos del laboratorio (nombre y dirección), datos del lugar donde se realizó la medición, datos del cliente, identificación única de que los componentes del informe se reconocen como parte del mismo, datos sobre el método utilizado, las fechas de ejecución de la

actividad y emisión del informe y los resultados de la medición y una declaración expresando que los resultados solamente se relacionan con los ítems sometidos a ensayo. Además, debe figurar en el informe la identificación de las personas que lo autorizan.

También exige, concretamente para los informes de medición, especificar cuáles eran las condiciones específicas del ensayo y la incertidumbre de medición en la unidad correspondiente, entre otros requisitos que no aplican en el caso de este trabajo de Tesis.

En las figuras 27, 28 y 29 se puede apreciar el formulario que se utilizará para confeccionar los informes de medición, el cual cumple con los requisitos antes mencionados.

		INFORME DE ENSAYO Nº		FO. 01-02 Rev.1 Página 1 de 3	
<b>DATOS DEL CLIENTE</b>					
CLIENTE:					
DIRECCIÓN:					
TEL/FAX:					
E-MAIL:					
CONTACTO					
<b>DATOS DEL RECINTO</b>					
Identificación del local					
Ubicación					
Dirección donde se realizó la medición					
Tipo de iluminación					
Cantidad de aparatos de iluminación					
Cantidad de puntos de estudio					
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>					
Temperatura Inicial [C]:			Temperatura Final [°C]:		
<b>REALIZACIÓN DE LAS MEDICIONES</b>					
Fecha de inicio			Fecha de finalización		
<b>MÉTODO UTILIZADO</b>					
PO-01	Procedimiento de medición de iluminación			REV. 4	

Figura 27. Primer diseño del informe de medición

Elaboración propia



### Control cualitativo

	Proyector encendido	Proyector apagado
Deslumbramiento de frente al plano vertical:		
Deslumbramiento de espaldas al plano vertical:		

### Resumen de medición

Factor	Criterio	Valor	Incertidumbre	Estado
Medición del local	$E_{med} \geq 500 \text{ lux}$			
Medición del local	$ E_{min} - E_{med}  / E_{med} \leq 5\%$			
Medición del plano vertical	$E_{medp} \geq 1000 \text{ lux}$			
Control cualitativo	No debe haber deslumbramiento			

Veredicto:

Realizado:

Aprobado:

Fecha de emisión:

Laboratorio de medición de la Universidad Tecnológica Nacional  
Av. Medrano 951, C1179AAQ, CABA - Teléfono: 011 4867-7500

Figura 29. Primer diseño del informe de medición

Elaboración propia

## Comparación entre medición en vacío y medición con persona sentada

Con motivo de evaluar la sensibilidad del método y su idoneidad se comparó el valor de las mediciones obtenido en un mismo local, a la misma hora y en los mismos puntos. En la figura 30 se puede observar el esquema del local ensayado

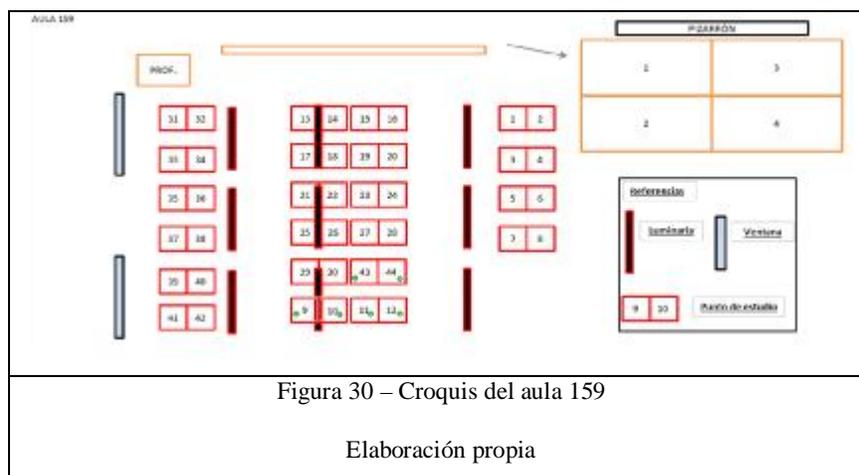


Figura 30 – Croquis del aula 159

Elaboración propia

El croquis del aula corresponde a la disposición de los bancos que se midieron la segunda vez, pero la numeración corresponde a la primera muestra.

Para eliminar fuentes de incertidumbre, la comparación se realizó únicamente en aquellos puntos de estudio que se midieron en ambas muestras.

Los resultados de las mediciones se pueden apreciar en las tablas que siguen.

**Tabla 11.**

**Aula 159 en vacío con luz artificial.**

Aula 159 - primera muestra - medición en vacío - luz artificial - 20.30 hs				
Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]	Promedio[lux]
1	215	218	218	217
2	206	206	206	206
3	245	246	246	245,67
4	215	215	215	215
5	247	251	250	249,33
6	215	217	217	216,33
7	258	258	258	258
8	228	228	229	228,33
13	235	235	234	234,67
14	239	240	241	240
15	244	245	244	244,33
16	236	236	233	235
17	260	260	260	260
18	269	269	269	269
19	277	279	279	278,33
20	271	270	271	270,67
21	285	286	288	286,33
22	295	289	289	291
23	297	298	300	298,33
24	290	292	292	291,33

25	276	276	278	276,67
26	289	289	290	289,33
27	295	295	295	295
28	287	288	288	287,67
29	268	269	269	268,67
30	282	282	282	282
31	147	151	153	150,33
32	212	213	213	212,67
33	178	178	180	178,67
34	228	228	228	228
35	213	214	214	213,67
36	244	244	244	244
37	215	216	216	215,67
38	248	249	249	248,67
39	180	181	182	181
40	235	235	236	235,33
41	167	167	167	167
42	212	212	213	212,33

**Tabla 12.**

**Aula 159 con hombre sentado y luz artificial.**

Aula 159 - segunda muestra - medición con hombre sentado - luz artificial - 20.30 hs

Punto de estudio (G)	1[lux]	2[lux]	3[lux]	Promedio[lux]
1	204	205	205	204,67
2	212	212	211	211,67
3	259	251	253	254,33
4	223	224	224	223,67
5	265	266	257	262,67
6	218	219	219	218,67
7	253	253	258	254,67
8	215	215	215	215
13	251	256	255	254
14	249	250	250	249,67
15	275	275	275	275
16	251	251	248	250
17	260	260	260	260
18	266	266	266	266
19	291	291	291	291
20	279	279	280	279,33
21	283	289	287	286,33
22	296	297	298	297
23	308	310	319	312,33
24	303	303	303	303
25	288	290	289	289
26	283	287	285	285

27	310	310	311	310,33
28	295	283	293	290,33
29	279	281	282	280,67
30	285	288	288	287
31	162	168	168	166
32	210	211	211	210,67
33	172	169	167	169,33
34	215	218	217	216,67
35	206	209	213	209,33
36	232	233	232	232,33
37	184	183	179	182
38	215	218	220	217,67
39	187	188	188	187,67
40	240	240	241	240,33
41	182	185	185	184
42	225	225	224	224,67

Para obtener información se decidió realizar un test de hipótesis de comparación de medias con varianzas desconocidas pero iguales (test t para dos medias). Para utilizar esta herramienta fue necesario realizar otra prueba de hipótesis previa para poder tomar el supuesto de las varianzas iguales.

Con la hipótesis nula de que las varianzas son iguales, los cálculos utilizando Excel arrojaron la siguiente tabla.

**Tabla 13.**

**Prueba de hipótesis para varianzas de dos muestras – test F**

Prueba F para varianzas de dos muestras		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	242,67	246,11
Varianza	1432,86	1701,81
Observaciones	38	38
Grados de libertad	37	37
F	0,84	
P(F<=f) una cola	0,3	
Valor crítico para F (una cola)	0,57	

F es mayor que su valor crítico, por lo tanto, hay evidencia estadística suficiente para afirmar, con un alfa de 0,05, que la hipótesis nula es falsa. No se puede utilizar la herramienta propuesta ya que, según las muestras, no se puede tomar el supuesto de varianzas iguales.

Para sortear este inconveniente se realizó un cambio de variable. Se generó un tercer juego de datos con la diferencia entre los valores promedio de cada punto de estudio (Muestra con hombre sentado - muestra en vacío) de manera que se pueda plantear, para esta nueva variable, un test de hipótesis simple para la media.

Hipótesis nula:  $\mu \leq 0$ . Hipótesis alternativa:  $\mu > 0$ ,

**Tabla 14.**

**Variable “diferencia de promedios”.**

Diferencia de promedios	
Punto de estudio (G)	Diferencia[lux]
1	-12,33
2	5,67
3	8,67
4	8,67
5	13,33
6	2,33
7	-3,33
8	-13,33
13	19,33
14	9,67
15	30,67
16	15
17	0
18	-3
19	12,67
20	8,67
21	0
22	6
23	14
24	11,67
25	12,33
26	-4,33
27	15,33
28	2,67
29	12
30	5
31	15,67
32	-2

33	-9,33
34	-11,33
35	-4,33
36	-11,67
37	-33,67
38	-31
39	6,67
40	5
41	17
42	12,33

---

En esta prueba se rechaza  $H_0$  si el valor T es mayor a -1,68 (valor t crítico, correspondiente a  $\alpha=0,05$  y 37 grados de libertad). Ya que el valor T es 1,62 existe evidencia estadística a un nivel de significación de 5% para afirmar que la hipótesis nula es falsa y aceptar la hipótesis alternativa. Por lo tanto, la probabilidad de que los valores de la variable diferencia sean mayor que cero por producto del azar es ínfima y podemos concluir que el caso de medición en vacío representa, entonces, el peor caso para el valor del mensurando. Siendo así, no será necesario operar con una persona sentada en el punto de estudio, pues al cumplir el criterio el punto de estudio en vacío, todos los demás casos posibles (gente sentada) quedarán cubiertos.

## **CAPÍTULO VI**

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DE LAS MEDICIONES**

Como norma aplicable a la actividad de las mediciones, la norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración” dicta en su articulado una serie de requisitos para asegurar la idoneidad del laboratorio que realiza ensayos. En consecuencia, sus capítulos describen, en esencia, un sistema de gestión de la calidad de las mediciones que, de construirse, proporcionan robustez a la operatoria de toda la organización, a nivel transversal, a la hora de entregar el producto de sus operaciones.

En este trabajo se ha desarrollado, hasta este punto, el método de medición y, como producto, se obtuvo un procedimiento de medición que refleja únicamente el método. El siguiente paso sería la validación técnica, pero, a fin de generar nuevos conocimientos, siguiendo la lógica de la norma, se produjo alrededor del método la estructura conceptual y documental que define la manera en la que se deben efectuar las operaciones dentro de un hipotético laboratorio de mediciones del departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA. El objetivo es que se pueda, de ser voluntad de la Universidad y su facultad regional Buenos Aires, implementar relativamente fácil un sistema que permita realizar las mediciones necesarias bajo condiciones óptimas, entregar resultados confiables y proporcionar servicios de medición a quien lo solicite.

La estructura documental, compuesta por los procedimientos, los registros y los formularios, se encuentra como anexo al cuerpo principal de este trabajo de Tesis. En los párrafos siguientes se realizará una descripción conceptual de cada procedimiento con el fin de definir la estructura lógica planteada para cumplir los requisitos de ISO/IEC y asegurar la idoneidad de este hipotético laboratorio.

Nota: en los títulos de los documentos que se mencionan a continuación no se detalla la versión ni la revisión vigente ya que se considera que no es relevante para el lector sino para el Sistema de Gestión.

#### **PO 01 Medición de Iluminancia**

El documento detalla cómo se realiza la operación tal cual se describe en el capítulo V de este trabajo de Tesis. Sin embargo, a continuación se hace una consideración de los cambios aplicados a su articulado como resultado de las múltiples revisiones del Sistema de Gestión. Las

menciones a estas modificaciones obedecen únicamente a temas conceptuales y no a temas formales.

- El método descrito especifica ahora que es obligatorio realizar el ensayo con equipos de dos operadores, dado que en las pruebas y operaciones de campo se comprobó la conveniencia de esta configuración frente a la primera opción de realizar los estudios con una sola persona. Tanto la velocidad del estudio como la posibilidad de error al cargar los valores son sensiblemente mejores que en el primer caso.
- El método descrito especifica ahora que los datos se deben tomar mediante dispositivos electrónicos en lugar de planillas físicas. Estos elementos serán provistos por el laboratorio y eliminan la posibilidad de errores de carga de datos en el pasaje del soporte físico al digital, además de eliminar concretamente esa operación.
- El criterio de difusión fue modificado de 5% a 25% tolerable. La razón de este cambio es que, al haber realizado múltiples operaciones en distintos locales, se comprobó que este parámetro era demasiado exigente en instalaciones que no fueran especializadas en alguna actividad con requisitos específicos (como puede ser un quirófano). Además, siendo que el límite de 25% es 100% menor que el criterio propuesto por la S.R.T. se considera aceptable en términos del criterio del autor de este trabajo la reducción de la difusión.

## **PO 02 Relaciones Institucionales**

Describe cómo debe interactuar el Laboratorio con las partes interesadas. Éstas pueden ser clientes, proveedores, autoridades de gobierno, otros laboratorios u otras organizaciones cuya actividad se vea impactada por las operaciones del Laboratorio.

En cuanto a los clientes, el documento describe la relación formal con ellos y el circuito de trabajo que se recorre desde la recepción de un pedido de servicio hasta la entrega del informe de medición, pasando por la definición de los requisitos del cliente, la evaluación por parte del laboratorio de su capacidad para cumplir estos requisitos, la regla de decisión a aplicar, la planificación y programación del servicio, el pago, la definición del personal afectado a la realización del servicio, la ejecución propiamente dicha, el análisis de los datos y la entrega del informe.

En cuanto a los proveedores, establece el circuito para adquirir cualquier insumo o servicio necesario.

El documento establece, además, la confidencialidad de los datos de los clientes y el modo en el cuál se trata esta información frente a requerimientos externos, aborda la recepción, tratamiento y resolución de quejas por parte de cualquier organización y reglamenta la revisión de contratos.

En el procedimiento de Relaciones Institucionales se referencian los registros “Proveedores autorizados” y “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal”, “Quejas”, “Requisición de servicio” y “Requisición de producto o servicio a proveedores”. Algunos de ellos se describirán en los apartados de otros procedimientos, ya que son producto de las actividades que éstos reglamentan.

### PO 03 Planeamiento del servicio

Este documento especifica cómo se realiza la asignación de personal y recursos para cada orden de trabajo (servicio contratado) y cómo se comunica al resto de la organización sobre esta asignación y otros aspectos. Además, esto refleja la evaluación de la capacidad del laboratorio para proveer un servicio en un momento dado.

Para cumplir estos objetivos, el procedimiento se vale de dos registros aplicables: por una parte, “Disponibilidad del personal”, un listado donde consta, para cada persona de la nómina, el estado de capacitación respecto del uso de los equipos y del método a aplicar. Sólo considera disponible para trabajar a aquellas personas que cumplan con los dos requisitos al mismo tiempo. Un beneficio adicional de este listado es que permite explicitar qué capacitaciones son requeridas. En la figura 31 se puede ver un ejemplo del listado.

Fecha de actualización:	5/9/2020				
Código del recurso	Tipo del recurso	Descripción	Capacitación equipamiento	Capacitación PO 01	Estado general
420	Personal técnico	Delasagua, Sabrina	OK	P	NO
510	Responsable técnico	Hernández, Esmeralda	OK	OK	OK
415	Personal técnico	Orevatin, Oscar	OK	OK	OK
418	Personal técnico	Latta, Teresa	OK	OK	OK
413	Personal técnico	Butchmann, Tobias	OK	OK	OK
421	Personal técnico	Ebert, Marvin	OK	P	NO
511	Responsable de calidad	Del Bosque, Vicente	OK	OK	OK

Figura 31 –FO 10-01-00 Disponibilidad del personal

Elaboración propia

Por otra parte, se vale del registro “Estado de los recursos”, análogo al anterior, pero en lugar de personas están los equipos que se deben afectar a los servicios otorgados, calificándoles como disponibles si sólo si figuran con un estado de funcionamiento correcto (no están rotos, dañados o con problemas de otro tipo) y su estado de calibración es vigente. Así como en el caso anterior, podemos valernos de este registro para definir necesidades de calibración o reparación para los equipos. En la figura 32 se puede ver un ejemplo del listado completo.

Fecha de actualización: 9/12/2020						
Código del recurso	Tipo del recurso	Descripción	Calibración	Funcionamiento general	Estado general	Calificación
TES1890-1	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1890-2	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1890-3	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1890-4	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1890-5	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
DT-8809A-CEM-1	Luxómetro	Equipo de medición	P	OK	ND	Fuera de uso
NB001	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB002	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB003	Notebook	Útiles técnicos	NA	P	ND	Fuera de uso
NB004	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB005	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB006	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible

Figura 32 –FO 11-01-00 Estado de los recursos

Elaboración propia

Además de planificar y programar servicios, el procedimiento habla de la planificación de actividades relacionadas al desarrollo o validación de métodos nuevos o preexistentes, ya que estas actividades afectan recursos que no podrán ser utilizados para servicios a clientes.

Como mención adicional, el documento se vale de otros dos registros: “Listado de métodos habilitados para su práctica”, un registro de aquellos métodos cuya validación está vigente y por lo tanto se pueden utilizar y “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal” que será descrito en otro apartado. En la figura 33 se puede ver un ejemplo del listado usando dos elementos.

Fecha de actualización: 5/9/2020				
Procedimiento	Descripción	Validación (0=no validado/1=validado)	Informe de validación	Calificación
PO 00-01-00	Método de la cuadrícula	0	-	No disponible
PO 01-01-05	Medición de iluminancia	1	IN 03 informe de validación 20200330	OK

Figura 33 –FO 14-01-00 Listado de métodos habilitados para su práctica

Elaboración propia

Además, existe un registro adicional llamado “Registro de órdenes de trabajo”, que consiste en un listado de las órdenes de trabajo con sus números y estado, a fin de hacerles un seguimiento adicional al programa de servicios. En la figura 34 se puede encontrar un ejemplo de ello.

Fecha de emisión	Número de orden	Tipo de trabajo	Número de informe	Estado
14/3/2021	450017	Medición PO01	IN 000000120	Terminado
23/4/2021	450018	Medición PO01	IN 000000121	En revisión
23/4/2021	450019	Medición PO01	Pendiente	En proceso

Figura 34 –FO 15-01-00 Registro de órdenes de trabajo

Elaboración propia

#### **PO 04 Uso y mantenimiento de los equipos**

Este documento define, para dos tipos de equipos, cómo debe ser el uso, mantenimiento y almacenamiento de cada uno. Los tipos son “instrumentos de medición” y “equipos informáticos”. En un sentido general se establecen condiciones mínimas de higiene para utilizarlos, consideraciones para el manipuleo y la disposición cuando están fuera de servicio.

Además, hay un apartado especial para reglamentar lo relacionado a calibraciones de equipos donde se detalla qué proveedores pueden realizarlas, cuáles son los criterios para definir el plan de calibración de equipos, quién tiene la potestad de revisarlo y cómo se almacenan y resguardan los certificados.

Para terminar, se definen aspectos relacionados a la trazabilidad de los equipos, su codificación y Memoria, una “historia clínica” de cada uno de los aparatos.

El documento describe actividades que se apoyan en el registro ya descrito “Estado de los recursos” y en uno a describir más adelante, “Proveedores autorizados”. También hace referencia al FO 19, que describe el cronograma de calibración.

## **PO 05 Validación de métodos de medición**

El documento define qué tipos de métodos son susceptibles de validación: “Se validarán los métodos no normalizados, los métodos desarrollados por el Laboratorio y los métodos normalizados y/o validados que se utilicen fuera del alcance previsto o sean modificados de alguna forma”. Además consigna que la forma de validarlos se realizará en los términos que dicte el documento del Organismo Argentino de Acreditación “GUI-LE-03” en su versión vigente.

Esta guía de validación lleva al analista a definir una serie de parámetros a evaluar que dependen del tipo de método que se va a utilizar y de la naturaleza de la magnitud a medir con la técnica bajo estudio.

El PO05, bajo el cual se realizó la validación del método propuesto desarrollado en el capítulo V y validado en el capítulo VII, detalla además que al terminar la validación de cada técnica se emitirá un informe de validación, especifica cómo codificarlo, qué elementos debe tener, como mínimo, y quién lo preservará una vez firmado.

En este caso, no hay registros aplicables.

## **PO 06 Operatoria del sistema de gestión de la calidad**

Este documento es el nodo central del sistema pues describe cómo se interrelacionan sus partes y qué requisitos deben cumplir.

En su primera parte define la estructura y, con ella, la cadena de responsabilidades y funciones de cada rol. Dentro de los roles, destaca el control estratégico del sistema y el control operativo, llevados a cabo por el director del Departamento, por un lado, y el Responsable Técnico y el Gerente de la Calidad, respectivamente, definiendo además la Alta Dirección. Se define, además, el alcance del Sistema de Gestión, que no excede, para este trabajo de Tesis, los límites del Laboratorio de mediciones. En la figura 35 se muestra un organigrama conceptual para mostrar la dependencia de los roles.

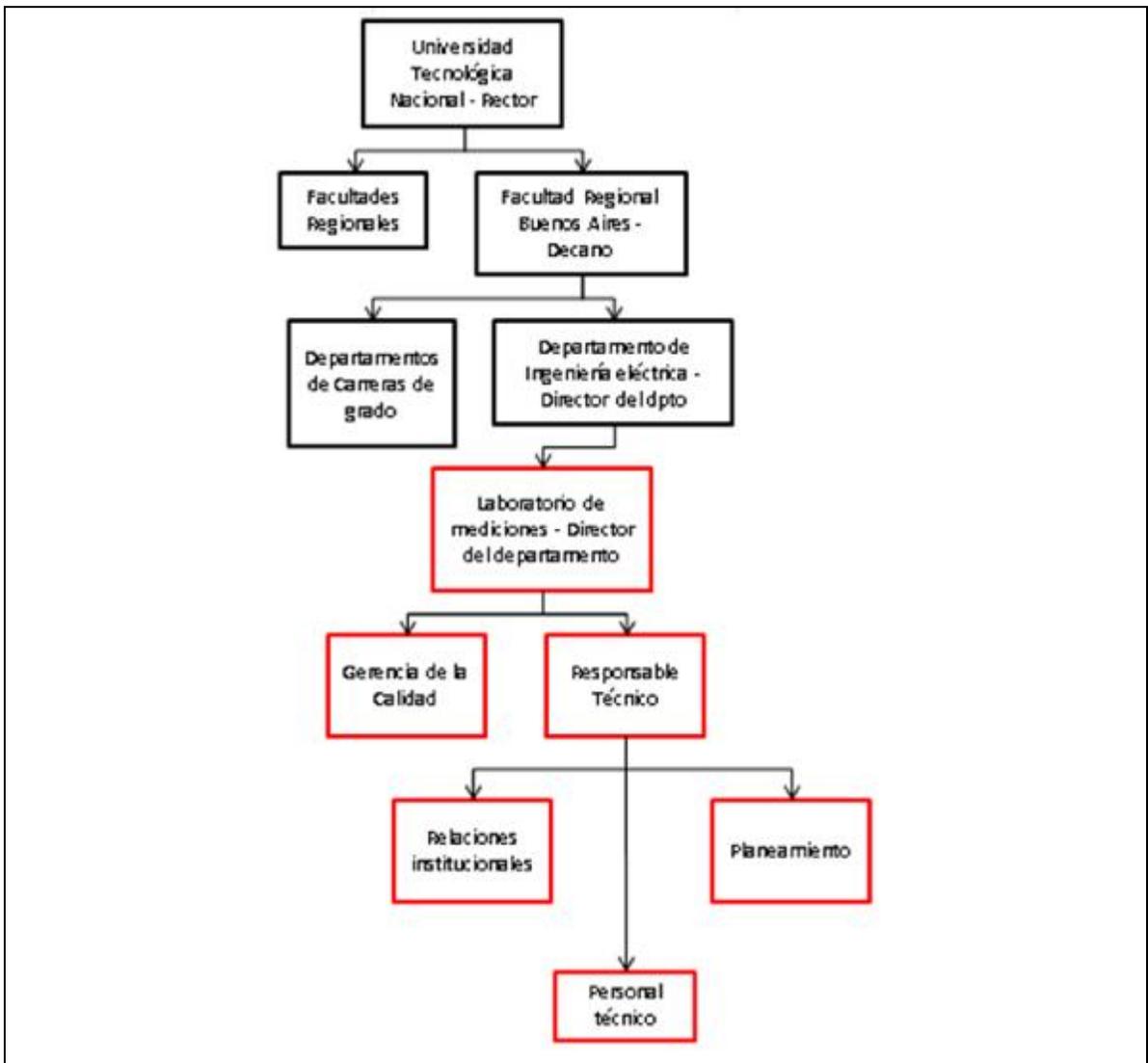


Figura 35 – Organigrama conceptual según el PO06

Elaboración propia

Los roles, responsabilidades y funciones del personal quedan registrados en el documento “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal”, un listado donde queda definido el perfil de cada uno de los puestos intervinientes en el sistema. Un ejemplo del registro completo se muestra en la figura 36 y 37, a continuación.

Fecha de actualización: 5/9/2020					
Puesto	Responsabilidades	Roles	Accesos informáticos	Requisitos técnicos al ingresar	Requisitos a adquirir
Gerencia de la Calidad	Resguardo de informes y documentación Revisión del sistema de gestión de la calidad Apoyamiento logístico y económico de todo el Laboratorio (asignación de recursos) Aval de los informes y documentos Facilitar las actividades Liderar el equipo de mejora Definición de la política de la calidad del Laboratorio y su comunicación	Dirección estratégica y autoridad del Laboratorio	Todo el sistema (lectura) Carpeta de OCA (edición) / Carpeta pública interna (lectura)	Universitario completo. Manejo de personal. 25 años en adelante. Conocimientos de normativa ISO/IEC. Conocimientos sobre metrología. Conocimientos sobre sistemas de gestión de la calidad. Conocimientos de metodologías de mejora continua y herramientas de la calidad. Conocimientos estadísticos	
Responsable técnico	Revisar los informes y documentos. Definir los requisitos técnicos que debe cumplir el personal Efectuar la evaluación de desempeño del personal técnico y la capacitación necesaria. Comunicación con el cliente (técnica, si aplica) Definir los requisitos técnicos de los equipos y servicios prestados al Laboratorio Participar en el equipo de mejora Comandar las actividades internas Liderar los desarrollos y validaciones de métodos Mantener en su los equipos. Esto incluye pedir las reparaciones, verificaciones y calibraciones pertinentes	Gestión técnica del Laboratorio	Todo el sistema (lectura) Carpeta de RT (edición)/ Carpeta pública interna (edición)	Universitario completo. Manejo de personal. 30 años en adelante. Conocimientos de normativa ISO/IEC. Conocimientos sobre metrología. Conocimientos sobre sistemas de gestión de la calidad. Conocimientos sobre instrumentos de medición. Conocimientos sobre metodologías de mejora continua. Conocimientos estadísticos.	

Figura 36 – FO 12-01-00 Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal (fragmento)

Elaboración propia

Puesto	Responsabilidades	Roles	Accesos informáticos	Requisitos técnicos al ingresar	Requisitos a adquirir	Experiencia en el rubro (Años)
efe de planeamiento	Planificar las actividades de desarrollo, validación y capacitación. Programar los recursos a prestar en función de los recursos disponibles y los requisitos del cliente. Comunicación con el cliente para pactar fechas. Esperar las necesidades de recursos y problemar que surta en la prestación de servicios. Participar del equipo de mejora.	Gestión operativa de los recursos	Carpeta de planeamiento (edición)/ Carpeta de RP (lectura)	Universitario completo en curso. Manejo de personal. 25 años en adelante.	Conocimiento de normativa ISO/IEC. Conocimientos sobre sistemas de gestión de la calidad. Conocimientos estadísticos. Conocimientos sobre metodologías de mejora continua.	1
Relaciones institucionales	Contacto con el exterior de la organización. Con clientes, con proveedores, con entidades estatales, etc. Cotización de servicios. Desarrollo de proveedores. Negociaciones de productos o servicios. Manejo de los canales de comunicación en todas sus formas y versiones. Participar del equipo de mejora.	Personal de contacto institucional y abastecimiento del Laboratorio	Carpeta de relaciones institucionales (edición) / Carpeta de planeamiento (lectura) / Carpeta pública interna (lectura)	Universitario completo en curso. Buenas relaciones interpersonales. 25 años en adelante. Conocimiento sobre sistemas de compras, generación de negociaciones, etc.		
Personal técnico	Prestación de los servicios Uso correcto de equipos Participar del equipo de mejora. Confesión de los informes y certificados pertinentes. Participación en el desarrollo de métodos. Identificación de desvíos respecto de los procedimientos del Laboratorio en las actividades. Representación del Laboratorio en los locales a evaluar. Personal de contacto con el cliente.	Prestación del servicio	Carpeta de servicios (edición) / Carpeta de planeamiento (lectura) / Carpeta pública interna (lectura)	Secundario completo, preferentemente técnico. Buenas relaciones interpersonales. 10 años en adelante.	Conocimientos sobre sistemas de gestión de calidad. Conocimientos sobre metrología. Uso de instrumentos de medición. Conocimientos sobre estadística. Conocimientos sobre metodologías de mejora continua.	

Figura 37 – FO 12-01-00 Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal (fragmento)

Elaboración propia

Se determinan las formas en las que se deben conservar los cálculos realizados por el personal técnico, el método para estimar la incertidumbre, la necesidad de revisión por parte de los responsables de los informes y los requisitos que deben cumplir los informes. Un punto destacable en este aspecto es la prohibición específica de detallar o incluir opiniones en los mismos, ya que provocaría una lesión a la objetividad de los resultados.

En este documento encontramos la reglamentación del modo de tratar las quejas recibidas. Esto no reemplaza al modo descrito en el procedimiento 02 Relaciones institucionales, sino que constituye la parte “interior” del tratamiento. Es decir, lo que el Laboratorio hace para resolver

las quejas recibidas, que incluye la investigación, el informe y la revisión del mismo, y la decisión a tomar por parte de la Institución, junto con las acciones correctivas, si correspondiere, y la respuesta al cliente.

Más adelante, el documento describe los requisitos a cumplir por el sistema informático que deberá tener el laboratorio. En este apartado, lo más importante es la definición de permisos de acceso, escritura y lectura en función del documento anteriormente descrito “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal” y la definición de ubicaciones específicas para los documentos de este sistema de gestión, además de otros requisitos de seguridad informática.

El documento establece que, frente a las dos opciones que da la norma ISO/IEC 17025:2017 para el sistema de gestión de la calidad (A: implementación de un sistema de gestión en los términos de esta norma según lo descrito en su articulado o B: implementación de un sistema de gestión de la calidad según ISO 9001 preexistente complementado con los requisitos de la 17025) se escoge la opción A. Asimismo, se detallan todos los requisitos a cumplir para poder dar conformidad a este punto respecto de los documentos, su codificación, revisión y liberación, vigencia y utilización y demás mecanismos para evitar posibles errores en la operatoria diaria del sistema. En este punto es importante destacar que se plantea un sistema de gestión documental puramente digital y específicamente se hace referencia a que las copias impresas de cualquier documento del sistema no constituyen una copia controlada y no pertenecen al sistema, al tiempo que se asegura que la versión disponible en la ubicación informática correspondiente es la vigente.

En sus puntos siguientes el procedimiento aclara la forma en la que se resguardará la documentación, la necesidad de efectuar análisis de riesgos y la operatoria del equipo de mejora continua definiendo:

- El liderato del equipo y sus funciones.
- Las responsabilidades de los integrantes.
- Las convocatorias.
- Los trabajos internos para elevar propuestas de proyectos de mejora al equipo, incluyendo documentación pertinente.
- La representación de los clientes en las reuniones.
- La verificación de la eficacia de acciones adoptadas o a adoptar.

- Las auditorías internas, su funcionamiento y el tratamiento de los hallazgos de las mismas.

Por otro lado, se define la revisión por la dirección y se detallan las actividades que requieren registros asociados. Éstas son:

- Planificación de servicios, requisición de mantenimiento o servicios de terceros: FO 11 “Estado de los recursos”.
- Planificación de servicios, requisición de servicios de terceros: FO 10 “Disponibilidad del personal”.
- Contratación del personal, Planificación de servicios: FO 12 “Requisitos técnicos, roles y responsabilidad del personal”.
- Compras de servicios y productos: FO 13 “Proveedores autorizados”.
- Planificación de servicios: FO 14 “Listado de métodos habilitados para su práctica”.

Algunos de estos registros ya fueron descritos en instancias anteriores. El resto de ellos será explicado en otros apartados.

Se describe también en el documento la obligación de hacer auditorías internas periódicas y define la frecuencia con la que se realizarán, además de establecer algunos parámetros sobre los resultados de las mismas.

Los registros referenciados por este procedimiento que no fueron mencionados antes son FO 05 “Quejas”, FO 15 “Registro de órdenes de trabajo”, que aparecieron en procedimientos anteriores, FO 18 “Revisión por la dirección”, FO 20 “Lista de chequeo ISO/IEC 17025” y FO 21 “Plan de auditoría”, que tienen espíritu de guía de trabajo y FO 22 “Control de registros” y FO 23 “Registro de fallas del sistema informático”, que son simplemente listados.

## **PO 07 Análisis de riesgo**

El objetivo de este procedimiento es definir cómo se identifican, analizan, priorizan y mitigan los riesgos asociados a cualquier situación susceptible de ser analizada por el sistema de gestión de la calidad, en particular los riesgos asociados a la imparcialidad y los vinculados a las cuestiones dentro del alcance del SGC.

El documento toma la siguiente definición de riesgo: “cualquier situación, actividad o elemento externo o interno que ponga en duda las condiciones necesarias para que el Laboratorio

pueda lograr sus objetivos”. En función de ella, se detallan varios tipos de riesgo: para la imparcialidad, para el sistema de gestión, para el Laboratorio como organización y para sus objetivos.

Se toma como método para realizar el análisis la técnica AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) y como herramienta principal una planilla de Excel pre armada con criterios que permiten la ponderación y priorización de cada situación analizada.

La técnica y el procedimiento definen un sistema de puntuación en el que, si bien los números asignados dependen del criterio del equipo evaluador, permite obtener una calificación precisa (en función de los criterios internos) del riesgo que implica cada uno de los ítems evaluados.

Los criterios adoptados son:

**Tabla 15.**

**Criterios AMFE.**

Escala	Gravedad (G)	Probabilidad de ocurrencia (O)	Probabilidad de detección (D)
1	Muy baja	Muy baja	Suceso casi obvio
2 a 3	Baja	Baja	Alta, fácilmente detectable
4 a 6	Moderada	Moderada	Moderada
7 a 8	Alta	Alta	Muy baja
9 a 10	Muy alta	Muy alta	Casi indetectable; muy baja

El producto de estos tres números constituye el índice de prioridad de riesgo (IPR), estimador del riesgo asociado al modo de fallo y su calificación será “bajo” si el IPR es menor que 250, “moderado” para valores entre 250 y 500, “alto” para valores entre 501 y 750 e “inaceptable” por encima de ese valor. Además, se consideran los siguientes casos especiales:

- Si bien el orden de mitigación debe obedecer la regla de mayor a menor IPR, se considerará, como mínimo, “moderado” cualquier modo de fallo cuyo valor G sea igual o mayor a 8.
- Si dos riesgos tienen el mismo IPR, será más urgente aquel que tenga el valor G más alto.

El procedimiento de análisis de riesgo detalla que las acciones que pueden disparar el análisis son, entre otras, cambios en el sistema de gestión de la calidad del Laboratorio, la implementación de acciones para abordar una mejora puntual o global, en servicios o procesos internos, de soporte, estratégicos o de realización, los cambios de procesos internos, de soporte,

estratégicos o de realización, las modificaciones estructurales en la organización, la prestación de servicios a clientes que sean, a su vez, partes interesadas en algún otro modo en cuanto a la operatoria del Laboratorio (por ejemplo, a proveedores) y cualquier aspecto que presente un conflicto de intereses o una amenaza para la imparcialidad.

Según el documento, los resultados de los análisis deben tener un seguimiento a cargo del Responsable Técnico y deben ser tema de las reuniones del equipo de mejora. En la figura 38 se puede ver un ejemplo de funcionamiento.

Situación actual										Situación proyectada				
Efecto adverso	Modo de falla	Causa	Método de detección	G	O	D	#R (G x O x D)	Calificación	Acciones recomendadas	G	O	D	#R (G x O x D)	Calificación
				10	10	10	1000	INACEPTABLE		5	5	6	270	MODERADO
				8	7	5	336	MODERADO		8	5	5	200	BAJO
				8	9	9	648	ALTO		8	5	7	280	MODERADO
							0	BAJO					0	BAJO
							0	BAJO					0	BAJO

Figura 38 – Fragmento de la plantilla para realizar el AMFE según los criterios del PO07 (FO 07-01-00)

Elaboración propia

Los registros que resultarán de la operatoria siguen el modelo de los formularios FO 07 Análisis modal de fallas y efectos y FO 08 Seguimiento de las acciones para abordar riesgos (vigente).

### PO 08 Evaluación del desempeño y capacidades del personal

La función y el objetivo de este procedimiento es establecer claramente cómo se evalúa al personal que desarrolla actividades en el Laboratorio y qué capacidades técnicas debe tener, a fin de determinar las necesidades de capacitación y asegurar que todas las tareas son llevadas a cabo por gente idónea.

En la primera parte del documento consta una tabla con los perfiles del puesto, definiendo para cada rol su experiencia mínima en funciones similares, sus conocimientos técnicos y formación requerida y los objetivos, si corresponde, a cumplir para cada puesto. Esta tabla constituye la base de los perfiles del puesto, que será actualizada por el responsable de cada sector y evaluada por la Alta Dirección al ser alterada en función de la experiencia reciente.

Todos los cambios aprobados serán registrados en el documento “Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal”. También se detalla en este apartado que la revisión del perfil del puesto tendrá una frecuencia anual, salvo que un líder de sector requiera, por alguna situación, revisarla en cualquier momento. Esto no obliga a sus pares a hacer la actualización en ese momento y quedarán registradas todas las que sean necesarias.

Para la evaluación del desempeño del personal se elige un sistema multidimensional que incluye las quejas recibidas en servicio, las encuestas de satisfacción realizadas a partes interesadas y la consideración del Líder del sector. Relaciones Institucionales elevará a cada líder las evaluaciones requeridas junto con su calificación, serán resguardadas por Relaciones Institucionales en su totalidad y registradas en el documento FO 17 Evaluaciones de desempeño, donde consta la calificación obtenida, la fecha de la evaluación, el nombre del colaborador evaluado y las acciones pendientes que surgen de su evaluación. En la figura 39 se puede ver un ejemplo de completado del formulario.

Fecha de evaluación	Colaborador	Calificación	Acciones pendientes
9/12/2018	Latía, Teresa	8	Capacitación en PO 09

Figura 39 – FO 17-01-00 Evaluaciones de desempeño

Elaboración propia

La evaluación de las capacidades del personal se define en el documento como un trabajo conjunto entre el evaluado y el líder de su sector con el objetivo de definir puntos fuertes y débiles de cada uno. Luego será remitida al Gerente de Calidad del Laboratorio para su inspección. Cabe destacar que el procedimiento aclara especialmente que las evaluaciones de las capacidades no tienen de ninguna manera un carácter punitivo ni podrán ser consideradas motivo de despidos, discriminación o suspensiones, sino que constituyen una herramienta para determinar el plan de capacitación a llevar a cabo en el ciclo siguiente.

El resultado de estas evaluaciones será dato de entrada del plan de capacitación, que deberá tener horizontes mensuales y ser informado a los distintos sectores para su consideración. Este plan podrá tener agregados si se utilizaran métodos, herramientas o equipos nuevos.

El documento define que cada colaborador deberá ser informado sobre su autoridad, responsabilidad, roles y función en sus actividades de manera anual por parte de la Alta

Dirección. Además, la actualización del registro correspondiente queda a cargo del Responsable Técnico.

Se detalla en el procedimiento el proceso de selección de personal, estableciendo para ello una entrevista con el Responsable Técnico del Laboratorio y otra con el Líder del sector. Si el líder expresara su conformidad con un candidato, informará a Relaciones Institucionales para que coordine con el ingresante la realización de exámenes pre ocupacionales.

Por último, el procedimiento reglamenta la programación de las actividades de capacitación para ser consideradas en la disponibilidad del personal con su correspondiente impacto al momento de realizar un servicio.

Los registros utilizados siguen modelos de formularios ya descriptos anteriormente.

#### **PO 09 Evaluación y selección de proveedores**

El objetivo del procedimiento es establecer un mecanismo para que al momento de adquirir un producto o servicio las probabilidades de que éste no cumpla los requisitos del Laboratorio sean mínimas y que se realice la operación bajo condiciones adecuadas.

Para ello se define un sistema de evaluación multivariable para proveedores que consta de los siguientes aspectos:

- Requisitos críticos: parámetros técnicos que caracterizan el uso que se pretende dar al artículo. Ejemplo: resolución del instrumento.
- Desempeño técnico: modo en que el artículo funciona en la práctica.
- Cumplimiento de las fechas acordadas.
- Precio.

En base a ello, se obtiene una calificación como combinación lineal de los puntajes obtenidos en cada aspecto. Así como fue en la evaluación de riesgo, los números se definen según los criterios de los analistas.

$C = 10 \times R \times (0,4 \times DT + 0,3 \times CF + 0,3 \times P)$ , donde R es el cumplimiento de los requisitos críticos, DT es el desempeño técnico, CF es el cumplimiento de fechas y P la ponderación del precio.

Los valores que las variables pueden tomar son los siguientes:

- R: será 1 si se cumplen los requisitos técnicos y 0 si no se cumplen.
- DT y CF: una escala de 1 a 10, donde 10 es un desempeño óptimo.
- P: podrá tomar el valor 3, 6 o 9, donde 9 corresponde al precio bajo, 6 a un precio moderado y 3 a un precio alto.
- C: por las características mencionadas anteriormente, el valor de la calificación va desde 0 a 97.

En base a ello, cada proveedor, identificado con código según el procedimiento, tendrá una calificación en el archivo “Proveedores autorizados” (sigue el FO13), un listado donde consta también la razón social de cada uno, el tipo de artículos o servicios que provee y sus parámetros según el método de cálculo. Para visualizar rápidamente, la planilla aplica un formato condicional en función de la calificación: de 0 a 34 puntos será roja. De 35 a 66 puntos, amarilla. Y de 67 hasta 100, verde.

La calificación es dinámica y se actualiza con cada compra. El procedimiento establece quiénes son los encargados de asignar las puntuaciones listadas anteriormente. En la figura 40, que se muestra a continuación, se puede ver un ejemplo del registro.

Fecha de actualización: 5/5/2023							
Código del proveedor	Tipo del recurso	Descripción	Desempeño técnico últimas 10 entregas/ (Escala 1 a 10, 10 = óptimo)	Conformidad de fechas últimas 10 entregas/ (Escala 1 a 10, 10 = óptimo)	Requisitos críticos (0 = NO/ 1=SI)	Precio (0= bajo/6=moderado /3=alto)	Calificación (0-34 rojo/35-66 amarillo/67-100 verde)
1000	Laboratorio de Calibraciones	Laboratorio Tesla	10	10	1	9	97
1001	Casa de instrumentación	Microelectrónica	8	8	1	8	65
1002	Vendedor de tecnología	Computandohiparragared	9	7	1	6	75
1003	Servicio técnico	Crumasewicz & CO	10	5	1	9	82
1004	Laboratorio de Calibraciones	Laboratorio Edison	1	1	0	8	1

Figura 40 – FO 13-01-00 Proveedores autorizados

Elaboración propia

Además, se establecen distintos tipos de evaluaciones en función del tipo de artículo y los siguientes criterios de evaluación:

- No podrá elegirse un proveedor rojo.
- No se seleccionará un proveedor amarillo, salvo previa noticia de que los proveedores verdes no tienen disponibilidad para cumplir con el abastecimiento en términos de la orden de compra y autorización del responsable técnico.
- Frente a empate de calificaciones, se decidirá por el puntaje más alto en desempeño técnico y luego por el precio.

- Frente a situaciones críticas por urgencias, el anterior criterio reemplaza el precio por el desempeño de fechas. Esta situación debe ser mitigada por una planificación correcta.

El procedimiento establece, además, que como la calificación es un sistema dinámico, si un proveedor baja de categoría, éste debería ser avisado para trabajar con ellos en una relación win-win. No es objeto de este sistema de gestión el descarte sino el desarrollo de proveedores y la satisfacción del cliente del laboratorio.

## **PO 10 Tratamiento de trabajos no conformes**

Es un documento cuyo objetivo es establecer y describir la operatoria cuando se realizan trabajos que no cumplen los requisitos de este sistema de gestión de la calidad o con los requisitos pre acordados con el cliente en el momento de establecer la relación comercial.

Se establecen en el procedimiento tres formas de identificar un trabajo no conforme: por revisión de documentación espontánea, parte de su operatoria normal al revisar un informe de medición, por queja de un cliente denunciando el no cumplimiento del contrato, en cuyo caso también deberá efectuarse una revisión de la documentación asociada al servicio bajo análisis o si el Personal Técnico, durante el trabajo, detecta una situación que provoca que el ensayo se realice en condiciones que escapen a los límites establecidos por el PO 01 “Medición de iluminancia” en su versión vigente.

Además, se define quiénes tienen las responsabilidades sobre acciones como la definición sobre si la situación es o no un trabajo no conforme, la investigación al respecto, la definición, revisión, programación e implementación de acciones correctivas, sobre la definición del sistema de medición de su eficacia, de la medición de la misma, de la responsabilidad del cliente, del cierre de la investigación, de su resguardo y archivo.

Las investigaciones, dicta el documento, se llevarán a cabo siguiendo los pasos descritos en el formulario de Desvíos, previa asignación de número por el Responsable Técnico y registro en el documento “Desvíos”, un listado que permite hacer el seguimiento de cada uno con su número correspondiente.

Luego de terminada la investigación, corresponde la revisión por el Responsable Técnico y la verificación de la eficacia de las acciones correctivas, así como el cierre y archivado. En la figura 41 se puede ver un ejemplo de completado.

Fecha de emisión	Número de desvío	Descripción breve	Estado
19/5/2020	D00001	Se realizó la operación con un registro manual ya que falló la batería del útil informático	Cerrado

Figura 41 – FO 16-01-00 Desvíos

Elaboración propia

En la figura 42 podemos ver el formulario de desvíos.

**Referencias:**

- [x] marcar con x si corresponde la opción señalada
- [s/h] anotar sí o no, según sea la respuesta a la pregunta señalada.
- Si no se aclara, completar con texto.
- En el caso de tener que nominar, utilizar el apellido.
- En el caso de referencias a fechas, indicar según el formato **aaaa-mm-dd**

**Fecha de apertura:**

**Abró el desvío:** \_\_\_\_\_ **Fecha de ocurrencia:** \_\_\_\_\_

Investigación	Descripción	NC leve [x]	NC grave [x]
	Documentación adjunta		
	Causa raíz detectada		

Acciones correctivas	Descripción	Responsable	Plazo	Verificación de la eficacia [s/h]/fecha

Cierre	Se da por cerrado el desvío presente [x]	Se adjunta la documentación pertinente y se entrega a GCA [x]	Se agrega el tema de investigación para la próxima reunión del equipo de mejora [x]	Se recibe de RT, archiva y resguarda la investigación [x]
	Firma de Responsable Técnico y fecha		Firma de Gerencia de Calidad y fecha	

Figura 42 – FO. 06-02-00 Formulario de desvíos

Elaboración propia

## Otros documentos del sistema de gestión

Además de los mencionados en este capítulo, existe otra serie de documentos del sistema de gestión. A continuación se brinda una breve descripción de ellos.

**Tabla 16.**

### Otros documentos del Sistema de Gestión de la Calidad de las Mediciones

Documento/s	Descripción
FO 01 Registro primario de toma de datos	Planilla donde se completan los valores de mediciones y se realizan los cálculos y las comparaciones contra los criterios del método.
FO. 02 Informe de medición	Plantilla con los campos que conforman los informes de medición.
FO. 03 Requisición de servicio	Nota del cliente solicitando el servicio, detallando el local a evaluar y otros datos de interés sobre su personería.
FO. 04 Requisición de producto o servicio a proveedores	Plantilla donde se registran las características técnicas del servicio o producto a adquirir, las cantidades y la fecha en la cual se necesitan disponibles.
FO. 05 Quejas	Plantilla utilizada para registrar las quejas que llegan al Laboratorio.
FO. 06 Formulario de desvíos	Plantilla guía para efectuar una investigación sobre trabajos no conformes.
IN 01 Programa de servicios (aaaa-mm-dd)	Documento que detalla las fechas y recursos asignados a cada orden de trabajo.
IN 02 Comunicación de estado de proveedor	Plantilla modelo para comunicar a un proveedor su estado en el registro de proveedores del Laboratorio y, si fuera necesario, iniciar acciones conjuntas a fin de mejorarla.

## CAPÍTULO VII

### VALIDACIÓN

#### GUI-LE-03 v2: Guía para validación de métodos de ensayo

El Organismo Argentino de Acreditación provee una guía para la validación de métodos de ensayo, a fin de determinar qué parámetros se deben evaluar en cada caso. A tal efecto, en el documento se considera qué tipo de método se va a evaluar y, en función de ello, da las recomendaciones pertinentes para realizar la validación. La definición de validación proporcionada por este documento es: Validación: confirmación, mediante el examen y el aporte de evidencias objetivas, de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico previsto.

En la figura 43 se ve la caracterización de la validación necesaria en función del tipo de método.

<b>Tabla 1: Alcance de la validación según el tipo de método</b>	
<b>Método de ensayo</b>	<b>Características de la validación</b>
Caso 1: método normalizado	Verificación de algunos parámetros de performance, por ejemplo: repetibilidad, veracidad, incertidumbre de medición, límite de detección (siempre y cuando se indiquen en la norma).  Elaboración de una Carta de Control analizando un material de referencia. (ver 6.2.2.1)  Participación en Ensayos de Aptitud. (ver 6.2.2.1)
Caso 2: modificación de un método normalizado	Dependiendo de las modificaciones realizadas al método, el Laboratorio evaluará qué parámetros de validación deben ser verificados (ver 6.2.2.2 y Tabla 3)
Caso 3: método interno	Se deberán evaluar todos los parámetros estadísticos posibles según las características del método (ver 6.2.2.2 y Tabla 2)

Figura 43 – Casos de validación según el tipo de método

Extraído de “GUI-LE-03 v2: Guía para validación de métodos de ensayo”, del O.A.A

Para el caso de estudio del presente trabajo de tesis corresponde el caso 3, con lo cual debemos definir qué tipo de magnitud mide el método que vamos a validar: la luz es una magnitud física. Por lo tanto, corresponde la última columna de la figura 44.

Tabla 2 – parámetros típicos a validar según el método (caso 3)				
Parámetro	Tipo de Método			
	Cualitativo	Componentes trazas	Componentes mayoritarios	Propiedad física
Selectividad	✓	✓	✓	-
Linealidad	-	✓	depende	depende
L. de Detección	✓	✓	-	-
L. de Cuantificación	-	✓	-	-
Precisión	-	✓	✓	✓
Veracidad	-	✓	✓	✓
Rango	-	✓	✓	✓
Robustez	✓	✓	✓	✓
Incertidumbre	-	✓	✓	✓

Figura 44 – Parámetros a validar en función del método

Extraído de “GUI-LE-03 v2: Guía para validación de métodos de ensayo”, del O.A.A

En el caso de estudio de validación se definió el alcance de la misma a locales cuya superficie esté entre los quince metros cuadrados y los setenta y cinco metros cuadrados, con o sin ventanas, cualquiera sea su orientación, con cualquier tipo de luminarias y que tengan o no un proyector multimedia.

En función de la tabla de la figura anterior, en el estudio de validación del método propuesto y desarrollado en el capítulo V de este trabajo de tesis se evaluaron la precisión, la veracidad, el rango, la robustez y la incertidumbre del método. Para hacerlo, se tomaron los siguientes valores y criterios de aceptación:

**Tabla 17.**

**Criterios de aceptación de validación.**

Parámetro	Requisito
Precisión	$\leq 25\%$
Veracidad	Sesgo% $\leq 25\%$
Rango	$\leq 25\%$
Robustez	Menor al valor de corte (Youden-Steiner)
Incertidumbre	R.E. $\geq 3$

## Precisión

Para evaluar este criterio se eligió un punto de estudio que cumpliera con las características de ser el más alejado del pizarrón y más expuesto a la distorsión. Por ello se tomó un punto cercano a una ventana que, en el croquis del operador, correspondió al punto de estudio número 9.

La metodología consiste en tomar diez veces la medición en este punto de estudio y comparar la desviación estándar de estas mediciones con el valor de tendencia central de las mismas dado por el promedio de los diez valores medidos. Este cociente debe ser menor o igual a 25% para ser aceptado.

Los resultados obtenidos son los siguientes (en lux):

*Tabla 18.*

### Resultados para precisión.

Punto 9	v1	v2	v3	Valor medido
1	488	490	488	488,67
2	486	485	485	485,33
3	484	483	481	482,67
4	481	480	480	480,33
5	479	478	479	478,67
6	479	477	476	477,33
7	475	475	474	474,67
8	473	470	471	471,33
9	471	471	470	470,67
10	466	467	465	466,00

*Tabla 19.*

### Resultados de precisión

Promedio:	477,57
Desviación estándar:	7,05
Desv. Est. %	1,5%
Condiciones a cumplir:	≤25%

Por ello se considera que el parámetro es conforme con el requisito.

## Veracidad

Tomado del certificado de calibración del instrumento utilizado, el siguiente juego de valores se compara contra criterio de sesgo porcentual menor o igual que 25%.

*Tabla 20.*

### Valores del certificado de calibración.

Medición	Distancia (m)	Valor de referencia (lx)	Rango	Indicación (lx)	Sesgo (lx)	Sesgo (%)	U %
1	5,800	31,7	200 lx	31,7	0,0	-0,10	0,8
2	3,300	98,0		98,5	0,5	0,48	0,7
3	2,100	242		241	-1	-0,44	0,7
4	1,470	494		494	0	0,00	1
5	1,200	741		741	0	-0,04	1
6	1,000	1067	2000 lx	1069	2	0,14	1
7	0,930	1234		1235	1	0,06	1
8	0,850	1477		1478	1	0,03	1
9	0,780	1755		1755	0	0,02	1
10	0,740	1949		1950	1	0,03	1

Como se puede ver en la tabla anterior, todos los valores de sesgo porcentual están muy por debajo del valor de corte. Pero especialmente se hace foco en el rango de 2000 lux, que es la escala habitualmente utilizada para medir valores en locales de este tipo. Se verifica que el sesgo porcentual para todo este grupo de valores cumple la condición requerida.

## Rango

El rango medido como porcentaje del valor medio de las mediciones deberá ser menor al 25%. Los valores obtenidos fueron los siguientes:

*Tabla 21.*

### Resultados del rango

Rango:	22,67 lx
Rango %	4,7%

El parámetro cumple con el valor de corte.

## Robustez

El objetivo es evaluar si, frente a variaciones intencionalmente introducidas por el analista, el método puede permanecer inalterado. Esto se prueba a través de la evaluación del efecto en las variables y técnicas para definir si son estadísticamente significativos.

Corroborar esta característica es el punto más extenso y complicado del proceso de validación. Para hacerlo, se tomó como herramienta la metodología de Youden-Steiner, con la cual es posible evaluar seis variables propuestas por el analista simultáneamente únicamente con ocho combinaciones.

Para este estudio se tomaron en cuenta las siguientes variables:

*Tabla 22.*

### Variables consideradas para robustez.

Operador	Se capacitan de igual manera dos grupos de principiantes y se les pide que realicen el procedimiento
Aula	Se realiza el procedimiento en dos locales distintos, de distinta orientación geográfica
Momento del día	Se realiza el procedimiento en dos horarios distintos: 6pm (verano) y 9pm (verano)
Luxómetro	Se realiza el procedimiento con dos equipos distintos
Especificación	Se realiza el procedimiento con equipos de distinta especificación
Día	Se realiza el procedimiento en dos días distintos.

*Tabla 23.*

### Combinaciones para ensayo de robustez.

	Operador	Aula N°	Momento del día	Luxómetro	Especificación luxómetro	Día
1	FC-JP	31	6:00 p. m.	tes 1330	E	Miércoles
2	FC-JP	33	9:00 p. m.	tes 1330	e	Jueves
3	FC-JP	33	6:00 p. m.	DT-8809A-CEM	E	Jueves
4	FC-JP	31	9:00 p. m.	DT-8809A-CEM	e	Miércoles
5	SD-FA	33	6:00 p. m.	DT-8809A-CEM	e	Miércoles
6	SD-FA	31	9:00 p. m.	DT-8809A-CEM	E	Jueves
7	SD-FA	31	6:00 p. m.	tes 1330	e	Jueves
8	SD-FA	33	9:00 p. m.	tes 1330	E	Miércoles

Para el experimento de robustez el análisis se realiza desde un punto de vista exterior a los locales a evaluar. Bajo este supuesto, el procedimiento se realiza en dos estados distintos: días diferentes, con diferentes operadores, con equipos distintos y con exigencias de calibración distintas. Estas son las condiciones de repetibilidad según ISO 5725-3.

Para evaluar la repetibilidad se tomará el promedio de las desviaciones estándar de las mediciones correspondientes a las ocho combinaciones propuestas en la realización del estudio de Youden-Steiner.

**Tabla 24.**

**Resultados de los desvíos estándar de cada combinación para estimar la repetibilidad.**

	Desvío estándar[lux]
Combinación 1	53,1
Combinación 2	92,9
Combinación 3	120,2
Combinación 4	100,3
Combinación 5	130,1
Combinación 6	104,8
Combinación 7	107,9
Combinación 8	101,8

Haciendo un análisis estadístico de la muestra de desviaciones estándar se puede asumir que proviene de una población de tipo normal. Como se trata de una distribución simétrica, moda, media y mediana coinciden y por lo tanto se tomará el promedio de las ocho combinaciones como estimador de la media poblacional y como valor de la repetibilidad.

En la figura 45 se muestra el resumen estadístico para las combinaciones que se realizó en el software Minitab a fin de calcular la repetibilidad.

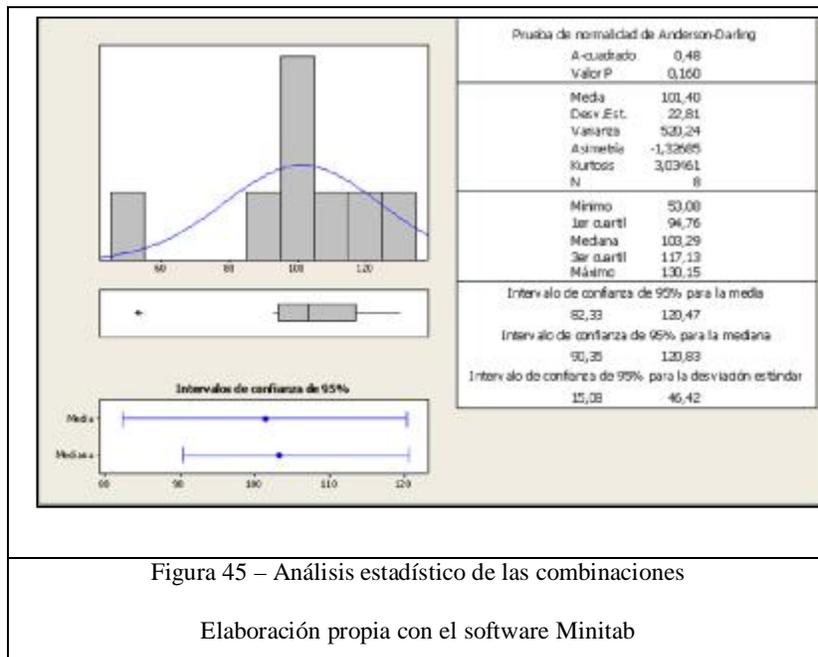


Figura 45 – Análisis estadístico de las combinaciones

Elaboración propia con el software Minitab

El valor de la repetibilidad es, entonces, 101,39.

Las combinaciones propuestas plantean un estado alto y bajo (simbolizados por mayúsculas y minúsculas) para cada variable elegida para el estudio. En el cuadro siguiente se muestran las combinaciones. Se muestra también el valor de la medición correspondiente y el cálculo de los efectos.

Tabla 25.

### Resultados de la técnica de Youden-Steiner

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8
Operador	A	A	A	A	a	a	a	a
Aula N°	B	b	b	B	b	B	B	b
Momento del día	C	c	C	c	C	c	C	c
Luxómetro	D	D	d	d	d	d	D	D
Especificación luxómetro	E	e	E	e	e	E	e	E
Día	F	f	f	F	F	f	f	F
Resultados medidos[lux]	393,8889	315,606	375,879	265,944	211,34849	277,556	465,926	329,424
resultados Corregidos Dd[lux]	407,7056	304,138	395,673	251,647	199,78106	292,433	449,948	341,307

Los resultados corregidos se obtienen al realizar el ajuste con la precisión declarada en el manual del equipo.

Para D,  $\pm$  (3% lectura+0,1% rango), para el d  $\pm$ (5% lectura + 10d), con la resolución del equipo igual a 0,1. En cada caso se combina la especificación con el + y - alternativamente según el diseño del experimento.

Así, para D  $Res. Corr = Valor medido \pm (Valor medido \times 0,03 + 2000 \times 0,001)$  y se suma o resta según el estado de E: para aquellas combinaciones donde esté en estado alto se suma y para las que esté en estado bajo, se resta.

Para d, por otro lado,  $Res. Corr = Valor medido \pm (Valor medido \cdot 0,05 + 10 \times 0,1)$  . Análogamente, para aquellas combinaciones donde E esté en estado alto se suma y para las que esté en estado bajo, se resta.

A partir de estos valores (resultados corregidos) se calculan los efectos. La expresión para calcular los mismos es:

$$Efecto = \left| \frac{\sum \text{Valores en estado alto}}{\text{Cantidad de valores en estado alto}} - \frac{\sum \text{Valores en estado bajo}}{\text{Cantidad de valores en estado bajo}} \right|$$

Luego, se comparan contra el estadístico siguiente:

$$Precisión\ intermedia = \sqrt{2} \cdot r$$

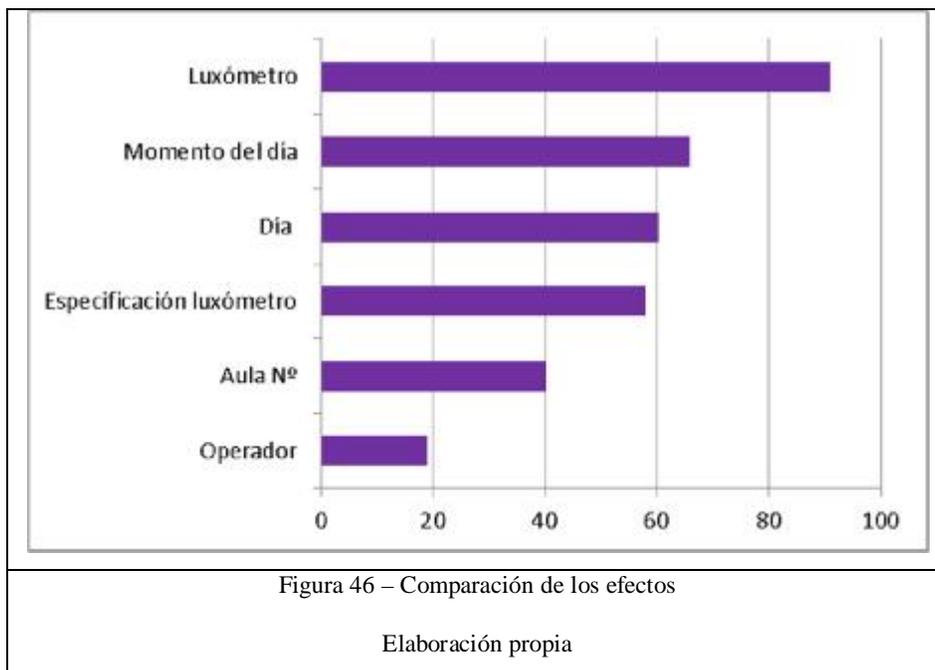
$$Precisión\ intermedia = \sqrt{2} \cdot 101,39$$

$$Precisión\ intermedia = 143,4$$

**Tabla 26.**

**Comparación del efecto y el valor del estadístico de Youden-Steiner (límite).**

Variable	Efecto	Valor[lux]	Límite[lux]
Operador	AA-aa	18,923	143,4
Aula N°	BB-bb	40,209	143,4
Momento del día	CC-cc	65,896	143,4
Luxómetro	DD-dd	90,891	143,4
Especificación luxómetro	EE-ee	57,901	143,4
Día	FF-ff	60,438	143,4



Como todos los valores de los efectos se ubican debajo del valor de corte, se concluye que ninguno de ellos es estadísticamente significativo. Por lo tanto, como se buscaba determinar, el método presenta evidencia estadística de que, frente a variaciones deliberadamente introducidas en el estudio, permaneció inalterado. Es robusto. Sin embargo, es necesario destacar que el efecto más significativo de todos fue el correspondiente al equipo utilizado. Por ello, es una ventaja que el procedimiento pida explícitamente utilizar un luxómetro calibrado.

Además, se descarta que, como efecto de la capacitación, ningún operador seleccionará las escalas incorrectamente y se destaca que, si bien en el procedimiento se indica que deben realizarse en el momento de mayor dependencia de la iluminación artificial, el momento del día no resultó un efecto significativo estadísticamente.

Como último comentario de esta sección, es un resultado prometedor que el efecto con menor peso sea el del cambio de operador. Considerando una capacitación adecuada en un método que se aprecia sencillo, se obtiene una gran flexibilidad en el recurso humano sin correr un riesgo significativo de obtener mediciones erróneas por este motivo.

## Incertidumbre

Para realizar el cálculo de incertidumbre se tomó un juego de valores en particular (la combinación 1) que fue seleccionado porque se utilizó el luxómetro calibrado y fue operado por el equipo ligeramente más experto. Esa diferencia en la capacitación surgió porque el equipo de dicha combinación había participado en el desarrollo del método descrito en el capítulo V.

Luego de determinar mediante un test de outliers (una técnica para separar valores medidos que se consideran pertenecientes a otra distribución estadística) que los valores eran coherentes se pudo concluir que la muestra seleccionada y el estudio de incertidumbre reflejan lo mejor posible la realidad del método y se podrá evaluar la capacidad que tiene para cumplir con las exigencias habituales. No hubo que apartar ningún valor producto de la operación de esta técnica.

Se consideran las siguientes fuentes de incertidumbre:

- a) Incertidumbre propia de la medición, estimada a través del desvío estándar (tipo A).
- b) Incertidumbre por la resolución del equipo (tipo B).
- c) Incertidumbre de la calibración (tipo B).
- d) Incertidumbre por la especificación (tipo B).

$$a) \quad u_a = \frac{s}{\sqrt{n}} \times \text{Valor medido}$$

$$b) \quad u_b = \frac{0,01}{\sqrt{3}} \times \text{Valor medido}$$

$$c) \quad u_c = \frac{0,01}{2} \times \text{Valor medido}$$

$$d) \quad u_d = \frac{0,03 \times \text{Valor medido} + 2000 \text{ lux} \cdot 0,001}{\sqrt{3}}$$

Para calcular la incertidumbre expandida,  $U = \sqrt{u_a^2 + u_b^2 + u_c^2 + u_d^2}$ .

Luego de las cuentas<sup>2</sup>, resultó que la incertidumbre medida como porcentaje del valor de tendencia central fue 7,33%.

De este modo, la relación de incertidumbre, calculada como el cociente entre la tolerancia e incertidumbre del método, da 3,42 veces. Recordando que un valor igual o mayor que 3 es adecuado, esto cierra la validación positiva del método en todos los aspectos evaluados para el

---

<sup>2</sup> Se encuentran disponibles los archivos informáticos donde fueron realizados los cálculos

método descrito en el capítulo V y en el procedimiento PO 01 para el alcance y aplicación previstos.



## **CAPÍTULO VIII**

### **MANUAL DE LA CALIDAD**

#### **Diseño, objetivo y contenido**

El manual de la calidad del Sistema de Gestión de la Calidad de las Mediciones propuesto como marco del método tiene un diseño que se ha pensado con el objetivo de simplificar su lectura y hacerlo lo más sintético posible.

Primero, describe el objetivo y el alcance del sistema. Luego, define las responsabilidades de la dirección operativa y el personal técnico del laboratorio.

Su punto neurálgico en la síntesis de la información consiste en tres cuadros de doble entrada que muestran la misma información para que el lector pueda elegir la que le quede más cómoda:

- El primero de ellos muestra la lista de documentos del Sistema de Gestión y qué requisitos de la norma cumple cada uno de ellos.
- El segundo, al revés del primero, muestra cada uno de los requisitos de la norma y qué documento los atiende.
- El tercero, sólo de modo informativo, es un listado de los capítulos y requisitos del referencial IRAM-ISO/IEC 17025:2017.

Por último, contiene la Política de la Calidad del Laboratorio, donde describe todos los compromisos que toma la organización y los medios que dispondrá para el cumplimiento de ellos.

De esta manera, el manual consta sólo de siete páginas. Se adjunta como anexo principal de este cuerpo de tesis ya que es uno de los entregables planteados en los objetivos.



## **CAPÍTULO IX**

### **CONCLUSIONES**

#### **Sobre el método de medición y su futuro**

Como profesional de la calidad, el autor de este trabajo encaró la investigación y el desarrollo del método y la validación con enfoque a procesos, considerando integralmente todas las interacciones de los sistemas y subsistemas intervinientes en el mismo. Siendo así y apoyándose en un referencial de la envergadura de la norma ISO/IEC 17025:2017 se considera que se han abordado exitosamente todos los desafíos que aparecieron durante la construcción, a saber: la determinación del estado del arte, las barreras comunicacionales con distintos actores, la articulación con distintos sectores de la UTN.BA, la capacitación de operadores y las pruebas que se pudieron realizar a la nueva técnica para hacerla robusta conceptual y científicamente. Dentro de este último apartado se destaca el caso particular de haber determinado con rigor estadístico que la medición del punto de estudio en vacío constituye un peor caso para el valor de iluminancia que la medición con un alumno corpulento y vestido de negro, el color más absorbente, sentado en su lugar de aprendizaje. Incluso se pudo sortear el obstáculo de los supuestos de las técnicas estadísticas. No hay duda de que el sentido común indicaba lo contrario pero una vez más ha quedado demostrado que no se puede concluir sin realizar mediciones, un aspecto clave en cualquier proceso de mejora. ¿Cómo podríamos, si no, verificar que el estado nuevo, resultante de aplicar nuestras acciones correctivas, es superior al anterior? No sería correcto encarar ninguna modificación, con los esfuerzos económicos, humanos e intelectuales que requiere, sin tener a mano una buena manera de medir el resultado.

La técnica propuesta, desarrollada según la visión del enfoque a procesos, ha demostrado ser lo suficientemente flexible para incorporar variantes como la diferencia de alturas de planos de trabajo, diferencias en la orientación de los locales, para incorporar conceptos que quizás en otras metodologías se han dejado de lado, como la comodidad de las personas que desarrollan las actividades en el ámbito evaluado, y su operación en reiteración puede, probablemente, desnudar aspectos por ahora ocultos que permitan determinar cambios tendientes a hacerlo todavía más sencillo y rápido, considerando la voz del cliente circunstancial de cada subproceso. No debe olvidarse el lector que cuando hay errores en un proceso, probablemente sea culpa del proceso mismo. Quizás no fuera lo suficientemente simple como para ser realizado correctamente, quizás fuera demasiado intrincado. Lo cierto es que éste método en particular se desarrolló

pensando en obtener los valores lo más simplemente posible y en el futuro puede absorber modificaciones sin alterar las condiciones bajo las cuales se validó.

El autor de este trabajo ha advertido con preocupación que los criterios no se han cumplido en ninguna de las mediciones de campo que se efectuaron tanto en las instalaciones de Campus (Villa Lugano) como en las de la escuela de Posgrado de la UTN.BA. Sin considerar grave el tema de la difusión, que fue propuesto por el analista de esta Tesis de maestría, ahora que la validación está terminada se puede afirmar que el valor medio de todos los locales medidos está sensiblemente por debajo del valor de referencia que se tomó idéntico a lo que exigen las normas de higiene y seguridad de nuestro país. ¿Estamos ante un problema invisibilizado donde ocurre día a día el deterioro de la vista de alumnos y profesores al forzar los nervios oculares fijando la vista en planos mal iluminados? ¿Pueden las instituciones educativas de la Argentina reformular la infraestructura luminotécnica para corregir esta situación? Son preguntas que han surgido durante la investigación y que no son objeto de este trabajo, pero que quizás sea necesario abordar, abriendo una nueva línea de investigación y desarrollo. Como siempre, la ciencia genera respuestas, pero sobre todo genera nuevas preguntas.

En opinión de este maestrando, es necesario estudiar si debe generarse una regulación análoga a la de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo para instituciones educativas que, además de considerar los valores de tendencia central y difusión en los locales, establezca una metodología probada estadísticamente para medirlos.

### **Sobre el uso del lenguaje y la elección de palabras**

Durante la investigación, diversas personas que colaboraron en el desarrollo y la búsqueda de la información, incluyendo al autor de esta Tesis, han mezclado conceptos haciendo difícil encontrar respuestas concretas. El ejemplo más claro de esto fue la entrevista realizada a la persona que acercó el método de la cuadrícula a la S.R.T., donde al preguntar si el método estaba validado, el ingeniero respondió que sí, porque ya se había utilizado el método en incontables ocasiones. Fueron necesarias varias repreguntas para determinar que, en realidad, una validación como la realizada en este trabajo no fue hecha. La realidad es que, en su momento, tampoco fue necesaria ni exigida por ninguna autoridad, o de lo contrario tendríamos el documento que prueba la idoneidad del método. Es cierto, sin embargo, que el estado del arte muestra que el uso de secciones rectangulares para medir iluminancia es popular. Pero no debe confundirse la costumbre con lo correcto. Incontables veces los profesionales de la disciplina Calidad se encontraron con la respuesta “siempre se hizo así y funciona” ante propuestas de mejora. Así

como en el ámbito laboral deben mostrarse los beneficios de las nuevas metodologías para convencer a los reticentes, en el ámbito de la investigación debe elegirse adecuadamente cada término para exponer sobre las bondades de realizar nuevos trabajos tendientes a generar conocimientos nuevos. Se debe entender que quien desarrolla ideas a partir del estado del arte no está simplemente criticando o desechando una teoría o técnica, sino que no ha visto totalmente satisfechos los requisitos personales de uso. Y no hay razón última de la gestión de la calidad que no sea satisfacer y exceder las expectativas del cliente que, en este caso, es quien trata de desarrollar un nuevo conocimiento.

### **Sobre la modalidad elegida para el Manual de la Calidad**

El Manual de la Calidad, por su diseño propuesto, podría resultar un punto de inflexión en auditorías internas y de terceras partes, ya que define claramente dónde se verificaría el cumplimiento de los requisitos. Un auditor podría tomar al pie de la letra eso y encontrar fácilmente no conformidades si no está bien implementado. Sin embargo, también podría conducir a una auditoría de algún modo sencilla si la implementación es correcta y el nivel de madurez del Sistema es robusto.

### **Sobre el desarrollo de este trabajo**

Desarrollar un método nuevo en una materia que no forma parte del expertise del autor de este trabajo fue un desafío en varios aspectos y que generó sensaciones encontradas. Por una parte, fue un desafío académico imponente, ya que el analista nunca se había encontrado con la necesidad de desarrollar un escrito tan formal ni tan estricto. Los ingenieros son profesionales esencialmente prácticos y quizás por ello la sensación de temor a no terminar se hizo presente. Por otro lado, los desafíos intelectuales son el combustible motivacional de quien escribe y la generación de nuevos conocimientos, un anhelo personal. Ha resultado totalmente gratificante realizar los estudios de campo, diseñar los experimentos, desafiar al método y encontrar una respuesta positiva en el trabajo. Pero sobre todo, lo gratificante es la sensación de haber devuelto aunque sea una pequeña parte de lo que la Universidad proporcionó al autor al formarlo con sus estudios de grado y posgrado.

El autor de este trabajo recomienda enfáticamente trabajar en la estrategia académica para motivar a los alumnos de maestría a realizar investigaciones, participar en proyectos de investigación y acercarse a los gustos e intereses de cada persona para lograr un nivel de

conocimientos creciente en tanto se suceden las cohortes año tras año. En este sentido se agradece la ya existente estructura curricular destinada a acompañar el desarrollo de estos proyectos y ayudar en la clarificación de los requisitos que pueden resultar confusos y lejanos para una persona que nunca escribió un documento de este estilo.

Para terminar, el autor de este trabajo desea resaltar la enorme fortuna que ha tenido al estar bajo la tutela de un profesional de la talla de Pablo Salatino, que ha colaborado en aspectos técnicos, formales y no ha dejado ni por un momento de empatizar con este tesista que hoy termina, expone y publica el resultado de su primera investigación académica personal.

Habiendo desarrollado el método, habiéndolo validado oportunamente y habiendo confeccionado un manual de la calidad que sintetiza el funcionamiento del sistema de gestión de la calidad de las mediciones, el autor de esta Tesis de Maestría considera todos sus objetivos académicos cumplidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Decreto 351, anexo IV, capítulo 12 (Iluminación y color).
- Guía práctica sobre iluminación en el ambiente laboral (SRT).
- GUI-LE-03 v1: Guía para validación de métodos de ensayo.
- IRAM AADL J 2004 Iluminación en escuelas.
- IRAM AADL J 2015 Iluminación artificial de interiores.
- ISO 50001:2011 Sistemas de Gestión de la Energía – Requisitos generales para su uso.
- ISO 50015:2012 Measurement and verification of organizational energy performance – General Principles and Guidelines.
- Monteoliva, J.; Parrini, A.(2013) Iluminación natural en aulas: análisis predictivo dinámico del rendimiento lumínico-energético en clima soleados.
- Monteoliva, J.; Parrini, A.(2010) Evaluación dinámica de la luz natural en aulas. métodos de relevamiento y análisis sensibles al clima luminoso. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Vol. 14, 2010. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184.
- National Optical Astronomy Observatory, “Niveles de iluminación recomendados”.
- National Optical Astronomy Observatory, [https://www.noao.edu/education/QLTkit/es/Safety\\_Activity\\_Poster/LightLevels\\_outdoor+indoor\\_es.pdf](https://www.noao.edu/education/QLTkit/es/Safety_Activity_Poster/LightLevels_outdoor+indoor_es.pdf), consulta 12/06/2018).
- Norma IRAM ISO/IEC 17025:2017 “Requisitos generales para la competencia técnica de los laboratorios de ensayo y de calibración”.
- Normas y estándares para las construcciones escolares – Div. de Políticas y Planeamiento de la Educación – Unesco, Junio de 1986.
- S.R.T., Resolución 84/12.



## **PUBLICACIONES A LAS QUE DIO LUGAR LA TESIS**

- Caivano et al (2019), "Estudio de método de medición de iluminación adecuado para ambientes académicos asegurando la eficiencia de los controles". Registro ISSN 2683-684X.



# ANEXOS

## Manual de la calidad

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>MANUAL DE LA CALIDAD</b>	MA 01-01-00
		Página: 1 de 7
<b>TÍTULO:</b>	Manual de la Calidad	
<b>1. OBJETIVO</b> El objetivo de este manual de calidad es describir el sistema de gestión de la calidad para el alcance laboratorio de luminotecnia		
<b>2. ALCANCE</b> El alcance de este manual de calidad se extiende a todo el sistema de gestión de calidad necesario, definido y diseñado para asegurar la calidad de las mediciones de iluminancia que se realicen en ámbitos que contengan las siguientes zonas diferenciadas: <ul style="list-style-type: none"><li>- Una zona de exposición a la que se le debe prestar atención</li><li>- Una zona de trabajo con múltiples puestos individuales.</li></ul>		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>MANUAL DE CALIDAD</b>	Revisión:
		Página 2 de 7

### 3. RESPONSABILIDADES:

#### Responsable Técnico:

- Contacto con el exterior de la organización. Con clientes, con proveedores, con entidades estatales, etc.
- Cotización de servicios
- Desarrollo de proveedores
- Comunicaciones a terceros y partes interesadas.
- Requisiciones de productos o servicios.
- Manejo de los canales de comunicación en todas sus formas y funciones.
- Participar del equipo de mejora.

#### Gerente de Calidad:

- Resguardo de informes y documentación
- Revisión del sistema de gestión de la calidad
- Apoyo técnico, logístico y económico de todo el Laboratorio (asignación de recursos)
- Aval de los informes y documentos
- Facilitar las actividades
- Liderar el equipo de mejora
- Definición de la política de la calidad del Laboratorio y su comunicación

#### Personal Técnico:

- Prestación de los servicios
- Uso correcto de equipos
- Participar del equipo de mejora.
- Confección de los informes y certificados pertinentes.
- Participación en el desarrollo de métodos.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN-BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>MANUAL DE CALIDAD</b>	Revisión:
		Página 3 de 7

- Identificación de desvíos respecto de los procedimientos del Laboratorio en las actividades.
- Representación del Laboratorio en los locales a evaluar. Personal de contacto con el cliente.

#### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.

#### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

UTN FRBA: Universidad Tecnológica Nacional – Facultad Regional Buenos Aires

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

RRII: Relaciones Institucionales

JPL: Jefe de Planeamiento

**Autoridad regulatoria:** Cualquier funcionario o ente investido de poder público que se dirija al Laboratorio con alguna necesidad particular en términos de cumplimiento de la ley, regulaciones pertinentes y acciones judiciales.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>MANUAL DE CALIDAD</b>	Revisión:
		Página 4 de 7

## 6. DESARROLLO

Con el objetivo de garantizar la competencia en el campo de la realización de mediciones este Laboratorio toma como modelo rector la norma ISO / IEC 17025:2017 "Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración". En este sentido, gracias a la implementación de procedimientos que contemplan los lineamientos de este referencial, se adopta un sistema de gestión de la calidad que alcanza a todo el Laboratorio y garantiza la calidad de las mediciones efectuadas.

En la siguiente tabla se observa la relación entre los requisitos de la norma y los documentos de este sistema, cada uno de ellos en su versión vigente.

### 6.1.2 Correspondencia entre los Documentos del Laboratorio y la norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017 (A)

Documentos del SGCM	Requisitos del referencial atendidos por el documento
PO 01 Medición de iluminancia	5.4, 6.3.1, 6.3.2, 6.3.3, 6.3.4, 7.2.1.1, 7.2.1.2, 7.2.1.4, 7.2.1.5, 7.4.1, 7.4.3, 7.5.1, 7.5.2, 7.6.1, 7.8.3.1
PO 02 Relaciones institucionales	4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5, 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 6.2.1, 7.1.1, 7.1.2, 7.1.3, 7.1.4, 7.1.5, 7.1.6, 7.1.7, 7.1.8, 7.4.2
PO 03 Planeamiento del servicio	6.1, 7.2.1.6
PO 04 Uso y mantenimiento de los equipos	6.4.1, 6.4.2, 6.4.3, 6.4.6, 6.4.7, 6.4.8, 6.4.9, 6.4.10, 6.4.11, 6.4.13, 6.5.1, 7.7.1
PO 05 Validación de métodos de medición	7.2.2.1, 7.2.2.2, 7.2.2.3, 7.2.2.4
PO 06 Operatoria del sistema de gestión de la calidad	5.1, 5.2, 5.3, 5.5, 5.6, 5.7, 6.2.6, 7.2.1.3, 7.6.3, 7.7.3, 7.8.1.1, 7.8.1.2, 7.8.1.3, 7.8.2.1, 7.8.2.2, 7.8.8.1, 7.8.8.2, 7.8.8.3, 7.9.1, 7.9.2, 7.9.3, 7.9.4, 7.9.5, 7.9.6, 7.9.7, 7.11.1, 7.11.2, 7.11.3, 7.11.5, 7.11.6, 8.1.1, 8.1.2, 8.2.4, 8.2.5, 8.3.1, 8.3.2, 8.4.1, 8.4.2, 8.6.1, 8.6.2, 8.7.1, 8.7.2, 8.7.3, 8.8.1, 8.8.2, 8.9.1, 8.9.2, 8.9.3
PO 07 Análisis de riesgos	8.5.1, 8.5.2, 8.5.3
PO 08 Evaluación de desempeño y capacidades del personal	6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5
PO 09 Evaluación y selección de proveedores	6.4.4, 6.4.5, 6.5.2, 6.6.1, 6.6.2, 6.6.3
PO 10 Tratamiento de trabajos no conformes	7.10.1, 7.10.2, 7.10.3
Atendidos por este Manual de la Calidad	8.2.1, 8.2.2, 8.2.3
No aplican	6.4.12, 6.5.3, 7.2.1.7, 7.3.1, 7.3.2, 7.3.3, 7.4.4, 7.6.2, 7.8.3.2, 7.8.4.1, 7.8.4.2, 7.8.4.3, 7.8.5, 7.8.6.1, 7.8.6.2, 7.8.7.1, 7.8.7.2, 7.8.7.3, 7.11.4, 7.7.2(*), 8.1.3

(\*) Se considera pendiente para pasos futuros participar en ensayos de aptitud Interlaboratorios

**6.1.3 Correspondencia entre los Documentos del Laboratorio y la norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017 (B)**

Requisito	Documento	Requisito	Documento	Requisito	Documento	Requisito	Documento
4.1.1	PO 02	6.6.2	PO 09	7.8.4.2	No aplica	8.7.1	PO 06
4.1.2	PO 02	6.6.3	PO 09	7.8.4.3	No aplica	8.7.2	PO 06
4.1.3	PO 02	7.1.1	PO 02	7.8.5	No aplica	8.7.3	PO 06
4.1.4	PO 02	7.1.2	PO 02	7.8.6.1	No aplica	8.8.1	PO 06
4.1.5	PO 02	7.1.3	PO 02	7.8.6.2	No aplica	8.8.2	PO 06
4.2.1	PO 02	7.1.4	PO 02	7.8.7.1	No aplica	8.9.1	PO 06
4.2.2	PO 02	7.1.5	PO 02	7.8.7.2	No aplica	8.9.2	PO 06
4.2.3	PO 02	7.1.6	PO 02	7.8.7.3	No aplica	8.9.3	PO 06
4.2.4	PO 02	7.1.7	PO 02	7.8.8.1	PO 06		
5.1	PO 06	7.1.8	PO 02	7.8.8.2	PO 06		
5.2	PO 06	7.2.1.1	PO 01/PO 06	7.8.8.3	PO 06		
5.3	PO 06	7.2.1.2	PO 01	7.9.1	PO 06		
5.4	PO 01	7.2.1.3	PO 06	7.9.2	PO 06		
5.5	PO 06	7.2.1.4	PO 01	7.9.3	PO 06		
5.6	PO 06	7.2.1.5	PO 01/PO 03	7.9.4	PO 06		
5.7	PO 06	7.2.1.6	PO 03	7.9.5	PO 06		
5.1	PO 03	7.2.1.7	No aplica	7.9.6	PO 06		
6.2.1	PO 02	7.2.2.1	PO 05	7.9.7	PO 06		
6.2.2	PO 08	7.2.2.2	PO 05	7.10.1	PO 10		
6.2.3	PO 08	7.2.2.3	PO 05	7.10.2	PO 10		
6.2.4	PO 08	7.2.2.4	PO 05	7.10.3	PO 10		
6.2.5	PO 08	7.3.1	No aplica	7.11.1	PO 06		
6.2.6	PO 06	7.3.2	No aplica	7.11.2	PO 06		
6.3.1	PO 01	7.3.3	No aplica	7.11.3	PO 06		
6.3.2	PO 01	7.4.1	PO 01	7.11.4	No aplica		
6.3.3	PO 01	7.4.2	PO 02	7.11.5	PO 06		
6.3.4	PO 01	7.4.3	PO 01	7.11.6	PO 06		
6.4.1	PO 04	7.4.4	No aplica	8.1.1	PO 06		
6.4.2	PO 04	7.5.1	PO 01	8.1.2	PO 06		
6.4.3	PO 04	7.5.2	PO 01	8.1.3	No aplica		
6.4.4	PO 09	7.6.1	PO 01	8.2.1	(*)1		
6.4.5	PO 09	7.6.2	No aplica	8.2.2	(*)1		
6.4.6	PO 04	7.6.3	PO 06	8.2.3	(*)1		
6.4.7	PO 04	7.7.1	PO 04	8.2.4	PO 06		
6.4.8	PO 04	7.7.2	(*)	8.2.5	PO 06		
6.4.9	PO 04	7.7.3	PO 06	8.3.1	PO 06		
6.4.10	PO 04	7.8.1.1	PO 06	8.3.2	PO 06		
6.4.11	PO 04	7.8.1.2	PO 06	8.4.1	PO 06		
6.4.12	No aplica	7.8.1.3	PO 06	8.4.2	PO 06		
6.4.13	PO 04	7.8.2.1	PO 06	8.5.1	PO 07		
6.5.1	PO 04	7.8.2.2	PO 06	8.5.2	PO 07		
6.5.2	PO 09	7.8.3.1	PO 01	8.5.3	PO 07		
6.5.3	No aplica	7.8.3.2	No aplica	8.6.1	PO 06		
6.6.1	PO 09	7.8.4.1	No aplica	8.6.2	PO 06		

(\*)Se considera pendiente para pasos futuros participar en ensayos de aptitud interlaboratorios. (\*)1: Atendidos por este Manual de la Calidad.

#### 6.1.4 Capítulos de la norma IRAM-ISO/IEC 17025:2017

Capítulo	Título	Requisito	Descripción
4	Requisitos generales	4.1	Imparcialidad
		4.2	Confidencialidad
5	Requisitos relativos a la estructura	5.1-5.7	-
6	Requisitos relativos a los recursos	6.1	Generalidades
		6.2	Personal
		6.3	Instalaciones y condiciones ambientales
		6.4	Equipamiento
		6.5	Trazabilidad metrológica
		6.6	Productos y servicios suministrados externamente
7	Requisitos del proceso	7.1	Revisión de solicitudes, ofertas y contratos
		7.2	Selección, verificación y validación de métodos
		7.3	Muestreo
		7.4	Manipulación de los ítems de ensayo o calibración
		7.5	Registros técnicos
		7.6	Evaluación de la incertidumbre de medición
		7.7	Aseguramiento de la validez de los resultados
		7.8	Informe de resultados
		7.9	Quejas
		7.10	Trabajo no conforme
		7.11	Control de los datos y gestión de la información
8	Requisitos del sistema de gestión	8.1	Opciones
		8.2	Documentación del sistema de gestión
		8.3	Control de documentos del sistema de gestión
		8.4	Control de registros
		8.5	Acciones para abordar riesgos y oportunidades
		8.6	Mejora
		8.7	Acciones correctivas
		8.8	Auditorías internas
		8.9	Revisión por la dirección

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>MANUAL DE CALIDAD</b>	Revisión: Página 7 de 7
----------------------------	--------------------------	----------------------------

## 6.2 Política de la Calidad

La organización se compromete a brindar un servicio de excelencia en cada oportunidad, contemplando los tiempos de los clientes, sus expectativas, sus entornos operacionales y sus necesidades.

Para ello se dispondrá de profesionales idóneos para cada área que propiciarán un excelente ambiente laboral y una comunicación fluida con el cliente de turno.

La organización se compromete a evaluar y mejorar el servicio luego de cada trabajo realizado, a través de indicadores relacionados con los conceptos anteriores.

Esto se logrará mediante el establecimiento de sistemas de medición adecuados a la operación de la organización en relación a la satisfacción del cliente utilizando metodologías de evaluación y dedicando tiempo de los profesionales a conformar un equipo de mejora continua.

La organización se compromete a arbitrar los medios necesarios para garantizar la imparcialidad de los veredictos y la calidad de las mediciones desde el establecimiento de todas las condiciones necesarias para un servicio eficaz y eficiente, desde los instrumentos adecuados hasta la capacitación necesaria y permanente en todos los niveles.

La organización se compromete a darle difusión a esta Política de Calidad entre sus clientes, proveedores y trabajadores, así como también a verificar la correcta recepción de este mensaje para poder establecer relaciones mutuamente beneficiosas con todas las partes interesadas.

## 7. REGISTROS.

No aplica

## 8. ANEXOS.

No aplica

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 01-01-05 “Medición de iluminancia”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-01</b> Medición de iluminancia	PO 01-01-05
		Página: 1 de 7
<b>TÍTULO:</b>	Medición de iluminancia	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer la metodología para realizar la medición de nivel de iluminación		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable contextos de trabajo o estudio que contengan los siguientes sectores diferenciables: una zona de exposición de información a la cual las personas deben prestar atención y, por otra parte, una zona de trabajo local.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-01</b> Medición de iluminación	Revisión: PO-01-05
		Página 2 de 7

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	PT	RT	GCA
Inspección de recepción del equipo a calibrar	X		
Limpieza del equipo y de los patrones	X		
Monitoreo de las condiciones de calibración	X		
Acciones previas a la calibración	X		
Realización de la calibración y llenado del Registro	X		
Verificación de la correcta transferencia		X	
Revisión y firma del Certificado de calibración		X	
Archivar registros			X
Envío del certificado al cliente			X

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- Decreto 351/79, Anexo IV (Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina)
- Resolución 84/12 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina
- IRAM AADL J 2004 "Iluminación en escuelas"

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

VIM: Vocabulario Internacional de Metrología

HR: Humedad Relativa

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-01</b> Medición de iluminación	Revisión: PO-01-05
		Página 3 de 7

**Calibración:** conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición o material de referencia, y los valores correspondientes realizados mediante patrones.

**Error:** discrepancia entre el valor verdadero y el de la magnitud de medida.

**Incertidumbre de medida:** parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mesurando.

**Luxómetro:** Instrumento de medición que consta de una célula fotosensible y un conversor analógico/analógico digital para expresar la medida de la iluminancia en un display analógico o digital.

**Punto de estudio:** Lugar donde una persona realiza una tarea

**Deslumbramiento:** Serie de molestias fisiológicas y/o psicológicas ocasionadas por luminancias relativas demasiado elevadas que se encuentren en el campo visual de una persona.

## 6. DESARROLLO:

### 6.1 Generalidades

Las actividades del Laboratorio de Mediciones se llevan a cabo de manera conforme con los requisitos del cliente y de cualquier parte interesada en relación profesional o comercial y siguen los lineamientos del referencial IRAM-ISO/IEC 17025:2017.

### 6.2 Equipamiento e instalaciones:

- Luxómetro
- Dispositivo electrónico (tablet/notebook)

### 6.3 Medidas de seguridad e higiene

Al ingresar al local haga una inspección visual para verificar el estado de la instalación. Constate que no existe riesgo de derrumbe del techo ni caída de las luminarias, peligro de caída de elementos colgantes de las paredes, ventanas rotas o daños a la instalación eléctrica. En caso de no cumplirse estas condiciones mínimas no podrá realizarse la medición y deberá darse aviso de la situación al Responsable Técnico, quien llevará a cabo la comunicación al cliente.

### 6.4 Aseguramiento de la calidad:

El aseguramiento de la calidad de los resultados está dado por la calibración del luxómetro y el análisis de datos surgidos de las pruebas realizadas al método desarrollado.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-01</b> Medición de iluminación	Revisión: PO-01-05 Página 4 de 7
----------------------------	---	-------------------------------------

**6.5 Preparación del ensayo:**

- Utilizando el dispositivo electrónico, completar los datos que figuran en la primer parte del formulario "Registro primario de toma de datos", relacionados con el cliente y características del local.
- Realizar una inspección visual para verificar el estado general del local, asegurar la correcta colocación del luxómetro en las posiciones determinadas.

**6.6 Realización del ensayo:**

El ensayo se realiza con dos operadores igualmente capacitados con este documento. Accedan al formulario "Registro primario de toma de datos" y comience a completarlo.

- 6.6.1 Verifiquen el estado de calibración del luxómetro. En caso de que la calibración no se encuentre vigente, no se podrá realizar el ensayo, salvo que se cuente con otro equipo que sí se encuentre calibrado.
- 6.6.2 Identifiquen el equipo de medición. Seleccionen la opción correspondiente en el campo A y complete el campo B.
- 6.6.3 Identifiquen a la organización. Complete los campos C, D y E. Identifíquense colocando sus nombres en el campo correspondiente. Repitan en ambas hojas.

Medición del plano de trabajo

- 6.6.4 Realicen un croquis del local y adjúntenlo al informe una vez esté éste terminado. Identifiquen en el mismo todos los puntos de estudio.
- 6.6.5 Indiquen en el apartado F las condiciones de operación.
- 6.6.6 Utilicen el croquis para identificar los puntos de estudio.
- 6.6.7 Listen los puntos de estudio en la columna del apartado G. Los mismos deben corresponderse con las referencias del croquis.
- 6.6.8 Un operario toma la medición en cada punto de estudio tres veces. La medición debe realizarse en el centro de la zona identificada. Evite las sombras sobre la célula fotosensible. Al medir en cada zona, el otro operador registra su valor en la fila correspondiente de la planilla.
- 6.6.9 Repitan la operación tantas veces como sea necesario en función de los turnos en los que el local esté en uso.

Medición de los planos de trabajo verticales

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-01</b> Medición de iluminación	Revisión: PO-01-05
		Página 5 de 7

- 6.6.10 Dividan el plano de trabajo en cuatro cuadrantes y numérenlos para identificarlos.
- 6.6.11 Uno de los operarios toma el valor de la iluminancia en el centro de cada cuadrante (tres veces). Conforme vaya obteniendo los valores, la otra persona completa los campos correspondientes en la planilla.
- 6.6.12 Repitan desde la operación 10, si corresponde, con el equipo multimedia en la condición contraria al caso inicial (encendido/apagado).

Control cualitativo

- 6.6.13 Un operario se coloca de espaldas al plano vertical y observa si hay deslumbramiento. El otro completa su apreciación en la planilla.
- 6.6.14 El mismo operario del punto anterior se coloca en el punto de estudio más cercano al plano vertical y observa si hay deslumbramiento en su dirección. La otra persona completa su apreciación en la planilla.
- 6.6.15 Repitan desde la operación 13, si corresponde, con el equipo multimedia en la condición contraria al caso inicial (encendido/apagado).

**6.7 Procesamiento de los datos**

- 6.7.1 Comprueben los resultados obtenidos una vez que se ha completado la medición. Comprobar, asimismo, que se ha completado toda la información requerida por el formulario FO 01, en su versión vigente, que permita, de ser necesario, la repetición del ensayo en las condiciones lo más cercanas posibles a las originales. Luego, guardar el registro en PDF y conservar en la ubicación determinada a ese uso.
- 6.7.2 Interpreten los resultados según los criterios especificados a continuación:
  - **Resultado general:** Sólo se considerará aprobada la situación cuando sean satisfactorios los tres análisis simultáneamente.
  - **Resultado de la medición del plano de trabajo:** Se considerará satisfactorio cuando tanto el nivel medio de iluminancia como la difusión general sean satisfactorios. Los criterios son:  
Tendencia central:  $E_{med} \geq 500 \text{ lux}$   
Difusión:  $|E_{min} - E_{med}| / E_{med} \leq 25\%$
  - **Resultado de la medición del plano vertical:** Se considerará satisfactorio si cumple el criterio de la Tendencia central:  $E_{med} \geq 1000 \text{ lux}$ .
  - **Resultado del control cualitativo:** Será satisfactorio si no se observa deslumbramiento en ninguno de los casos evaluados
- 6.7.3 Calculen la incertidumbre de la medición según 6.8

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-01</b> Medición de iluminación	Revisión: PO-01-05
		Página 6 de 7

- 6.7.4 Confeccionen el Informe de Medición según FO 02 y elévelo a GCA para su revisión y firma final.
- 6.7.5 Las modificaciones a los registros técnicos se realizarán de la siguiente manera:
  - Se corregirá el registro de datos de la medición en cuestión desde el formato Excel guardado.
  - Se añadirá una leyenda al final del formulario indicando cuál fue el cambio realizado, quién lo realizó y cuándo lo hizo.
  - Se guardará la nueva versión en PDF conservando los archivos anteriores.

#### **6.8 Incertidumbre de la medición:**

Para la determinación de la incertidumbre en el cálculo de los desvíos se tienen en cuenta las siguientes fuentes de incertidumbre:

- la incertidumbre calibración del luxómetro;
- la resolución del instrumento;
- la repetibilidad de las mediciones en los puntos elegidos;
- la incertidumbre por la especificación del luxómetro.

#### **6.9 Informe de medición**

El informe de medición se obtiene del registro de toma de datos. Este archivo se imprime para ser revisado por el Gerente Técnico. Una vez que se completa la verificación, se imprime el certificado y se entrega al cliente. Además, se guarda una copia en formato electrónico.

#### **7 REGISTROS APLICABLES**

- Formulario FO. 01 "Registro de toma de datos" (vigente)
- Formulario FO. 02 "Informe de medición" (vigente)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	PROCEDIMIENTO PO-01 Medición de iluminación	Revisión: PO-01-05
		Página 7 de 7

## 8 Historial de cambios

Código del documento	Cambio
PO-01-00	No aplica
PO-01-01	Agregado de la sección 5
PO-01-02	Se incorpora IRAM AADL J 2004 "Iluminación en escuelas" como referencia en la sección 4
PO-01-03	Se reemplazan las referencias a contextos educativos por términos universales en todo el documento.
PO-01-04	Se reescribe la sección 6 para aclarar que la operación se realiza con dos personas y dispositivos electrónicos en lugar de planillas físicas.
PO-01-05	Se reemplaza el criterio de difusión (25% en lugar de 5%) al ser comprobado que el requisito anterior era demasiado exigente y aun así mejora en un 100% la exigencia respecto del decreto 351/79 de la S.R.T.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 02-01-01 “Relaciones institucionales”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones institucionales	PO 02-01-01 Página: 1 de 7
<b>TÍTULO:</b>	Relaciones institucionales	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer la metodología para tratar con los clientes y proveedores del laboratorio.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todo contacto del Laboratorio con cualquier ente externo a la UTN.BA.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones Institucionales	Revisión: PO 02-01-02
		Página 2 de 7

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	RRII	JPL	PT	RT	GCA
Tareas de medición					
Cotización y cobro de servicios	X				
Pago a proveedores	X				
Recepción de quejas	X				
Planificación y programación del servicio		X			
Confección del informe de medición			X	X	
Revisión y firma del informe de medición				X	X
Archivar registros					X
Envío del informe al cliente					X
Tratamiento de quejas				X	

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- PO-01 "Medición de Iluminancia"
- PO-03 "Planeamiento del servicio"
- PO 08 "Operatoria del Sistema de Gestión de la Calidad"
- PO 08 "Evaluación de desempeño y capacidades del personal".

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

**Autoridad regulatoria:** Cualquier funcionario o ente investido de poder público que se dirija al Laboratorio con alguna necesidad particular en términos de cumplimiento de la ley, regulaciones pertinentes y acciones judiciales.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTNBA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones Institucionales	Revisión: PO 02-01-02
		Página 3 de 7

**Capacidad:** Cantidad de servicios por unidad de tiempo definida por el personal de Planeamiento en función de la cantidad de personal técnico y equipos disponibles en el horizonte de planificación.

**Personal técnico:** Personal del laboratorio asignado a la medición propiamente dicha y que se encuentra capacitado debidamente en los requisitos establecidos en el registro FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal", en su versión vigente y que es evaluado según el procedimiento PO 08 "Evaluación de desempeño y capacidades del personal".

**Regla de decisión:** Criterio utilizado para la aprobación o no de un local en función de los valores medidos.

**Tercero:** Ente o persona, física o jurídica, que, dada una relación comercial (Laboratorio-Proveedor, Laboratorio-Cliente) no pertenece a ninguna de las dos partes.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 Imparcialidad y confidencialidad

6.1.1 El director del Departamento de Ingeniería Eléctrica, en su carácter de Director del Laboratorio de mediciones de la Facultad Regional Buenos Aires, se compromete a salvaguardar la imparcialidad del Laboratorio frente a todas las partes interesadas.

6.1.2 El Laboratorio identifica los riesgos a la imparcialidad de forma continua y le da tratamiento según el procedimiento PO 07 "Análisis de Riesgos", en su versión vigente.

6.1.3 El personal de todos los niveles del Laboratorio debe informar acerca de cualquier presión, interna o externa a la organización, que pueda comprometer o lesionar la imparcialidad frente a las partes interesadas o la confidencialidad de la información compartida en las relaciones comerciales.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN-BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones Institucionales	Revisión: PO 02-01-02 Página 4 de 7
----------------------------	--	--

## 6.2 Relación con clientes

6.2.1 El servicio será requerido al Laboratorio mediante el FO. 03 "Requisición de servicio" en su versión vigente. El mismo debe estar disponible online en la página web del laboratorio. También podrá ser provisto al cliente si éste lo solicita o si contacta de manera informal a la organización. No podrá comenzar el proceso si no se cumple con este requisito. Toda la información vertida en este documento por parte del cliente se considera pública y tiene por objeto:

- Definir, documentar y comprender los requisitos adecuadamente
- Evaluar la capacidad del laboratorio para cumplir los requisitos
- Utilizar los métodos adecuados para cumplir con los requisitos

6.2.1.1 Si el cliente no lo especifica, la regla de decisión será la que figura en el PO-01 "Medición de Iluminancia" en su versión vigente. Si quisiera utilizar otra regla de decisión (cambios en el nivel medio exigido, en el criterio de difusión o en el aspecto del deslumbramiento) el Laboratorio deberá evaluar si este cambio afecta a la validación vigente del método.

6.2.2 El GCA recibirá y firmará la requisición completa por el cliente. Este documento firmado se considera una orden preliminar de trabajo y será entregada al personal de Planeamiento, que conservará los registros asociados de acuerdo al procedimiento 08, en su versión vigente.

6.2.3 El jefe de Planeamiento contactará con la persona indicada en la requisición (contacto del cliente) y, en nombre del laboratorio pactará una fecha tentativa de acuerdo a la disponibilidad del Laboratorio, según el último Programa de Servicios (IN 01 "Programa de servicios", Vigente a la fecha del contacto).

6.2.4 Planeamiento programará los servicios en modo borrador según la disponibilidad del Laboratorio y su capacidad, de acuerdo a la instrucción descrita en el procedimiento PO-03 "Planeamiento del servicio" en su versión vigente. Luego informará al área de Relaciones Institucionales la programación del servicio y los recursos asignados.

6.2.5 El área de Relaciones Institucionales informará al cliente el valor a abonar por el servicio.

6.2.6 Luego del pago del cliente, Relaciones Institucionales informará a Planeamiento que el trabajo puede realizarse. Planeamiento emitirá la nueva versión en la fecha prevista y comunicará al cliente que el servicio se encuentra firme.

6.2.7 El personal técnico designado por Planeamiento ejecutará la tarea en la fecha asignada en el Programa de Servicios, con los equipos indicados en la orden de trabajo, informando preliminarmente al cliente los resultados obtenidos.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTNBA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones Institucionales	Revisión: PO 02-01-02
		Página 5 de 7

- 6.2.8 El personal técnico confeccionará el informe de medición y lo remitirá a la GCA.
- 6.2.9 GCA revisará, firmará y enviará el certificado al cliente. Además, archivará el original según PO 08 "Operatoria del Sistema de Gestión de la Calidad", en su versión vigente.
- 6.2.9.1 Si durante la relación comercial una tercera parte interesada aportase información relevante, su identidad será reservada y será referida entre el cliente y Laboratorio como "tercero". Dicha información relevante será comunicada al cliente.
- 6.2.9.2 Si en cualquier momento una autoridad regulatoria o un tercero con una orden judicial requiriese información sobre el servicio o la relación comercial, esta situación será comunicada oportunamente al cliente mediante un correo institucional firmado por GCA.
- 6.2.10 Si luego de la firma de un contrato se produce una modificación al mismo deberá recorrerse todos los requisitos especificados en el apartado 6.2 de este procedimiento.
- 6.2.11 El Laboratorio coopera con sus clientes para realizar aclaraciones o mediciones de desempeño con relación al servicio requerido.

**6.3 Relación con proveedores:**

- 6.3.1 El sector que requiera un insumo o servicio lo solicitará al área de Relaciones Institucionales enviándole por correo electrónico el formulario FO 04 "Requisición de producto o servicio a proveedores", en su versión vigente.
- 6.3.2 El área de Relaciones Institucionales remitirá el documento al proveedor de más alta calificación evaluada en el registro FO 13 "Proveedores autorizados", en su versión vigente, según el tipo de insumo/servicio requerido.
- 6.3.3 Recibidas las cotizaciones y las condiciones de entrega, evaluará las mismas y procederá al pago.

**6.4 Relación con autoridades regulatorias y otras partes interesadas**

Si una autoridad regulatoria requiriese información sobre algún cliente o sobre el servicio prestado a algún cliente el Laboratorio procederá a facilitar esa información lo antes posible y enviará una notificación al cliente involucrado sobre la situación.

Se procederá de igual manera frente a cualquier parte interesada que tenga en su poder una orden judicial para requerir el dato. Caso contrario, toda la información generada por el Laboratorio sobre el servicio a un cliente se considera confidencial y no podrá ser distribuida fuera de los límites del Laboratorio.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN-BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones Institucionales	Revisión: PO 02-01-02 Página 6 de 7
----------------------------	--	--

**6.5 Revisión de solicitudes, ofertas y contratos:**

La revisión de solicitudes de servicio, ofertas de proveedores y contratos estará a cargo del área de Relaciones Industriales y contará con la participación del Jefe de Planeamiento y de la GCA. La misma se realizará en los términos de los apartados 6.1 a 6.3

**6.6 Tratamiento de quejas:**

- 6.6.1 Las quejas serán recibidas por el área de Relaciones Institucionales. Luego de escuchado el reclamo del cliente se le solicitará al área correspondiente que llene el formulario FO 05 "Quejas", en su versión vigente y lo remita formalmente al Responsable Técnico.
- 6.6.2 Relaciones Institucionales le informará a quien presenta el reclamo que el área técnica se comunicará en breve para dar tratamiento al mismo.
- 6.6.3 El Responsable técnico dará tratamiento a la queja recibida en los términos del procedimiento PO 06 "Operatoria del sistema de gestión de la calidad", en su versión vigente.

**7 Registros aplicables**

- FO. 03 "Requisición de servicio" (vigente)
- FO 04 "Requisición de producto o servicio a proveedores" (vigente)
- FO 05 "Quejas" (vigente)
- FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal" (vigente)
- FO 13 "Proveedores autorizados" (vigente)

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-02</b> Relaciones Institucionales	Revisión: PO 02-01-02
		Página 7 de 7

## 8 Historial de cambios

Código del documento	Cambio
PO 02-01-00	Primera versión
PO 02-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se agregan consideraciones sobre la revisión de contratos (6.1.1)</li> <li>- Cambios en la redacción.</li> <li>- Se eliminan puntos sobre recepción de mercadería y evaluación de proveedores, ahora incluidos en PO 09</li> </ul>
PO 02-01-02	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se agregan consideraciones sobre imparcialidad y confidencialidad</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTNBA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 03-01-01 “Planeamiento del servicio”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-03</b> Planeamiento del servicio	PO 03-01-01
		Página: 1 de 5
<b>TÍTULO:</b>	Planeamiento del servicio	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer la metodología de planificación, programación y asignación de recursos a cualquier actividad que deba ser planificada.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para los servicios requeridos al laboratorio y para cualquier actividad interna que sea necesario planificar.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-03</b> Planeamiento del servicio	Revisión: PO 03-01-01
		Página 2 de 5

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	RRII	JPL	PT	RT	GCA
Actividades de planificación		X			
Actividades de programación		X			
Reporte de necesidad de desarrollo de métodos nuevos				X	
Reporte de necesidad de capacitación				X	
FO 11 "Estado de los recursos"				X	
FO 14 "Listado de métodos habilitados para su práctica"				X	
FO 10 "Disponibilidad del personal"				X	

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- PO-01 "Medición de Iluminancia"
- PO-03 "Planeamiento del servicio"
- PO 06 "Operatoria del Sistema de Gestión de la Calidad"
- PO 08 "Evaluación de desempeño y capacidades del personal".

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

JPL: Jefe de Planeamiento

**Autoridad estatal:** Cualquier funcionario o ente investido de poder público que se dirija al Laboratorio con alguna necesidad particular.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-03</b> Planeamiento del servicio	Revisión: PO 03-01-01
		Página 3 de 5

**Capacidad:** Cantidad de servicios por unidad de tiempo definida por el personal de Planeamiento en función de la cantidad de personal técnico y equipos disponibles en el horizonte de planificación.

**Personal técnico:** Personal del laboratorio asignado a la medición propiamente dicha y que se encuentra capacitado debidamente en los requisitos establecidos en el registro FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal", en su versión vigente y que es evaluado según el procedimiento PO 08 "Evaluación de desempeño y capacidades del personal".

**Regla de decisión:** Criterio utilizado para la aprobación o no de un local en función de los valores medidos.

**Tercero:** Ente o persona, física o jurídica, que, dada una relación comercial (Laboratorio-Proveedor, Laboratorio-Cliente) no pertenece a ninguna de las dos partes.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 Planificación y programación de servicios del Laboratorio

- 6.1.1 El Jefe de Planeamiento define la capacidad de servicios. La misma estará definida en función del personal capacitado disponible, de los equipos de medición disponibles y de los equipos informáticos disponibles. Los recursos disponibles estarán registrados en el documento FO 11 "Estado de los recursos", en su versión vigente, mientras que la disponibilidad del personal se verá reflejada en FO 10 "Disponibilidad del personal", en su versión vigente.
- 6.1.2 El personal de Planeamiento recibirá las requisiciones de servicio del GCA y se comunicará con el contacto del cliente proporcionado en el formulario que completa al contactar al Laboratorio. Ofrecerá a la persona contactada la fecha disponible más próxima en función de la capacidad y de los servicios ocupados.
- 6.1.3 Luego de consensuada la fecha con el cliente, Planeamiento enviará la duración servicio a Relaciones Institucionales a la espera de la cotización y gestión del pago.
- 6.1.4 Una vez confirmado el pago, Planeamiento verificará que se pueda realizar el servicio en la fecha consensuada y, de ser positiva la verificación, informará al cliente que el servicio está confirmado.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-03</b> Planeamiento del servicio	Revisión: PO 03-01-01
		Página 4 de 5

- 6.1.5 Personal de planeamiento emitirá la orden de trabajo y la remitirá al personal técnico sin mediar criterio alguno en función del cliente. La única condición a cumplir será la disponibilidad del personal y los equipos.
- 6.1.6 Personal de planeamiento emitirá el programa de producción en el formato del informe IN 01 "Programa de servicios" con la frecuencia que defina la Jefatura del área.
- 6.1.7 Una vez realizado el servicio la tarea será marcada en el programa de manera que inequívocamente se interprete que está cumplida.

## **6.2 Planificación y programación de desarrollo de nuevos métodos:**

- 6.2.1 El Jefe de planeamiento recibirá del RT la necesidad de desarrollar un nuevo método explicitando todas las partes interesadas y los requerimientos técnicos del mismo.
- 6.2.2 Se ejecutará la planificación con el siguiente esquema: FASE 1: Desarrollo Técnico. FASE 2: Pruebas internas. FASE 3: Pruebas con el cliente (si corresponde). FASE 4: Validación, según procedimiento PO 05 "Validación de métodos", en su versión vigente. FASE 5: Documentación del nuevo método. Para cada una de las fases se estimará una cantidad de horas y se asignará un horizonte.
- 6.2.3 Se programarán y se informarán en la siguiente publicación del Programa de Servicios, de manera de cumplir con los horizontes definidos, todas las fases internas especificando qué personal está involucrado en cada una de ellas y se pactará con el cliente una fecha para la realización de la fase 3, si correspondiera. Si existiera retrasos en alguna de las fases, esto debe ser informado al personal de Planeamiento para reprogramaciones, especialmente cuando se trate de fechas que involucren a clientes.
- 6.2.4 Cuando el método haya cumplido la validación se registrará como tal en el registro FO 14 "Listado de métodos habilitados para su práctica", en su versión vigente.

## **7 Registros aplicables**

- FO 10 "Disponibilidad del personal" (vigente)
- FO 11 "Estado de los recursos" (vigente)
- FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal" (vigente)
- FO 14 "Listado de métodos habilitados para su práctica" (vigente)
- FO 15 "Registro de órdenes de trabajo"

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-03</b> Planeamiento del servicio	Revisión: PO 03-01-01
		Página 5 de 5

## 8 Historial de cambios

Código del documento	Cambio
PO 03-01-00	Primera versión
PO 03-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios menores en la redacción</li> <li>- Se quitan del procedimiento las actividades de capacitación y acciones sobre evaluación de riesgos, que ahora forman parte de los procedimientos 08 y 06, respectivamente.</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 04-01-01 “Uso y mantenimiento de los equipos”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	PO 04-01-01
		Página: 1 de 7
<b>TÍTULO:</b>	Uso y mantenimiento de los equipos	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer la metodología de uso y las condiciones de almacenamiento y mantenimiento para el conjunto de los equipos afectados a la operatoria del Laboratorio.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todos los equipos que se utilizan en el Laboratorio, tanto en las oficinas del mismo como en la prestación de los servicios		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 2 de 7

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	RRII	JPL	PT	RT	GCA
Mantenimiento de luxómetros				X	
Mantenimiento de equipos informáticos				X	
Almacenamiento de equipos				X	
Utilización correcta de los equipos	X	X	X	X	X
FO 11 "Estado de los recursos"				X	
FO 13 "Proveedores autorizados"				X	
Calibraciones					X

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- PO 06 "Operatoria del Sistema de Gestión de la Calidad"

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

JPL: Jefe de Planeamiento

Luxómetro: instrumento de medición utilizado para evaluar la iluminancia en un punto de estudio. Consta de un indicador digital para la lectura del valor medido y una celda fotosensible.

Equipo informático: a los efectos de este documento, se considera equipo informático a las computadoras de escritorio, notebooks, netbooks o tablets que estén afectados a la operatoria del laboratorio. Todos los equipos informáticos se consideran móviles con excepción de las computadoras de escritorio.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 3 de 7

## 6. DESARROLLO

### 6.1 Equipos de medición: Luxómetros

#### 6.1.1 Uso

6.1.1.1 Sólo es posible utilizar equipos calibrados, por lo que debe verificarse en la etiqueta correspondiente que la calibración está vigente y la etiqueta no ha sido adulterada. Si fuera el caso, el equipo deberá pasarse inmediatamente a fuera de uso, a la espera de una nueva calibración. El uso de los luxómetros del Laboratorio está restringido al personal perteneciente al mismo, el cual tiene acceso total a todos los equipos necesarios para realizar los servicios definidos en el PO 01.

6.1.1.2 Retire el instrumento de su contenedor y enciéndalo.

6.1.1.3 Realice la verificación con la lámpara dispuesta a tal efecto.

6.1.1.4 Seleccione la escala del instrumento de acuerdo al rango de valores que espera obtener. Ejemplo: para medir un valor que se espera que esté en 1000 lux se debe elegir la escala 200-2000 lux.

6.1.1.5 Descubra la celda fotosensible con cuidado de no tocar la misma con los dedos.

6.1.1.6 Deposite el instrumento en el punto de estudio y haga una sombra sobre la celda fotosensible. Luego descubra y proceda a la lectura del valor medido de modo que no cubra con su cuerpo la celda al hacerlo.

6.1.1.7 Para el traslado del equipo a otro punto de estudio tenga precaución de no golpearlo ni tocar la celda con los dedos.

6.1.1.8 Una vez terminado el ensayo vuelva a cubrir la celda, apague el equipo y colóquelo en el contenedor.

#### 6.1.2 Mantenimiento

6.1.2.1 El mantenimiento preventivo de los luxómetros se hará de acuerdo al manual de instrucciones y hoja de datos del fabricante.

6.1.2.2 Si ocurre un desperfecto o daño al equipo, el mantenimiento del mismo será efectuado por un proveedor aprobado en FO 13 "Proveedores autorizados" en su versión vigente.

6.1.2.3 Si es necesario hacer una reparación o intervención técnica, luego de terminada la misma se efectuará una calibración del equipo hecha por un proveedor aprobado en FO 13 "Proveedores autorizados" en su versión vigente.

#### 6.1.3 Almacenamiento

Para asegurar la validez de los resultados de los ensayos realizados, al devolver el equipo a su ubicación de almacenamiento el operador que realizó el trabajo deberá efectuar la prueba de verificación descrita en el punto 6.5 de este procedimiento.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 4 de 7

- 6.1.3.1 Los luxómetros disponibles que no están en uso se colocarán en una estantería identificada con el rótulo de "equipos disponibles" de color verde. La disposición de estos instrumentos será a temperatura entre 10 y 25°C en un ambiente reservado exclusivamente a fin de resguardar todos los equipos del laboratorio, resguardados de la luz solar.
- 6.1.3.2 Los luxómetros que estén averiados o cuya calibración esté vencida serán colocados en una estantería opuesta a la anterior, identificada con el rótulo "equipos fuera de uso", a la espera de su tratamiento.
- 6.1.3.3 Los luxómetros deberán estar registrados en FO 11 "Estado de los recursos" en su versión vigente, donde figurará si están disponibles, en uso, fuera de uso, o en terceros, siendo este el caso de que estén en reparación o calibración.

## 6.2 Equipos informáticos

### 6.2.1 Uso

- 6.2.1.1 Los equipos informáticos se utilizarán con las manos limpias y de acuerdo a un uso racional.
- 6.2.1.2 No se podrá instalar en los equipos informáticos ningún software ajeno a la operatoria del Laboratorio.
- 6.2.1.3 Los equipos informáticos móviles serán utilizados para tomar los valores de medición durante el servicio. Mientras dure la operación y el traslado deberá resguardarse los equipos en estuches apropiados y protegerlos de golpes.
- 6.2.1.4 No se permite consumir bebidas ni alimentos sobre los teclados.

### 6.2.2 Mantenimiento

- 6.2.2.1 El mantenimiento de los equipos estará a cargo del personal de sistemas de la UTN.BA.

### 6.2.3 Almacenamiento

- 6.2.3.1 Los equipos móviles que estén disponibles serán colocados en la estantería rotulada como "equipos disponibles" en color verde.
- 6.2.3.2 Los equipos móviles serán resguardados de la luz solar durante su almacenamiento.
- 6.2.3.3 Los equipos móviles que sufrieran averías o desperfectos se rotularán como fuera de uso y se colocarán en la estantería correspondiente, a la espera de su tratamiento.
- 6.2.3.4 Los equipos informáticos fijos no se almacenarán salvo que se encuentren fuera de uso, en cuyo caso se colocarán en la estantería correspondiente, a la espera de su tratamiento.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	PROCEDIMIENTO PO-04 Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 5 de 7

6.2.3.5 Todos los equipos informáticos deberán estar registrados en FO 11 "Estado de los recursos", en su versión vigente, informando si están disponibles, en uso, fuera de uso o en reparación.

### 6.3 Calibraciones

6.3.1 Las calibraciones serán efectuadas por un proveedor del listado FO 13 "Proveedores autorizados".

6.3.2 En el caso que sea necesario y posible se realizarán comprobaciones intermedias y la frecuencia de las mismas serán definidas en el FO 19 "Cronograma de calibración".

6.3.3 El estado de calibración de todos los equipos debe constar en la etiqueta del mismo. La misma contendrá la vigencia de la calibración, la fecha de última calibración y el proveedor que realizó el servicio. Toda la información debe ser claramente legible o no podrá ser considerado disponible, siendo necesario pedir otra calibración. Si fuese adulterada o no es legible se considerará que la calibración no está vigente.

6.3.4 Para cada equipo debe definirse un plan de calibración. El método para definir el intervalo de calibración es el de aproximación estadística en función de la deriva, la tolerancia y un factor de seguridad.

- Tolerancia: definida por el Responsable técnico del laboratorio.
- Factor de seguridad: definido por el Responsable técnico.
- Deriva: es la variación continua o incremental de una indicación a lo largo del tiempo debida a variaciones de las características metrológicas de un instrumento de medición. Se calcula como  $D = (X1-X0)/\Delta t$  donde  $(X1-X0)$  expresa la máxima diferencia entre indicaciones de un mismo mensurando en el mismo estado (referencia) y  $\Delta t$  la cantidad de tiempo que ha pasado entre ambas indicaciones.

El intervalo de calibración deberá cumplir:

$$IC \leq \frac{\frac{\text{tolerancia}}{F.Seg}}{\text{Deriva}}$$

6.3.5 La revisión del intervalo estará a cargo del Responsable técnico.

6.3.6 El Laboratorio asegura la trazabilidad metrológica de los resultados a través de una serie ininterrumpida de calibraciones vinculadas al Sistema Internacional de Unidades calibrando sus equipos de medición a través de laboratorios competentes. Los certificados de calibración estarán resguardados por la Gerencia de Calidad y registrados en el formulario FO 19 "Cronograma de calibración".

6.3.7 Cuando el instrumento ingresa al Laboratorio luego de su calibración, los resultados descriptos en el certificado de calibración y, en caso de ser necesario realizar una

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 6 de 7

corrección de los valores medidos, la misma se incorporará a los cálculos del ensayo en el cual el equipo vaya a intervenir.

**6.4 Identificación y trazabilidad:** los luxómetros y útiles informáticos tendrán una codificación unívoca. La misma será del formato MODELO-X, donde X es un dígito identificador del 0 al 9, y NBxxx, donde xxx es un número identificador del 000 al 999, respectivamente. Cada equipo tendrá asociada una carpeta llamada Memoria junto con su código en custodia de la Gerencia de la calidad. La Memoria de cada equipo guardará como mínimo pero sin limitarse a ello la siguiente información:

- Identificación del equipo
- Manual de instrucciones y otra documentación del fabricante.
- Registro de intervenciones de mantenimiento
- Plan de mantenimiento
- Plan de calibraciones
- Registro de fallas
- Certificados de calibración

#### **6.5 Prueba de verificación**

- 6.5.1 Se realizará la prueba en una caja de 0,5 metros de alto por 0,5 metros de ancho por 0,5 metros de profundidad pintada de color negro con dos huecos contrapuestos (espacio A y espacio B).
- 6.5.2 En el espacio A se colocará una lámpara led de 11 W tonalidad fría conectada a un interruptor simple.
- 6.5.3 En el espacio B se colocará la celda fotosensible del instrumento de manera que no queden intersticios entre la caja y la celda.
- 6.5.4 Se accionará la tecla del interruptor simple y se leerá el valor medido. Este debe ser igual al valor de referencia determinado por 10 mediciones con el instrumento calibrado y aplicando las correcciones que surgieran del certificado de calibración del mismo. Asimismo la tolerancia del valor medido se ubicará en torno a 2 desvíos estándar del valor de referencia.

### **7 Registros aplicables**

- FO 11 "Estado de los recursos" (vigente)
- FO 13 "Proveedores autorizados" (vigente)
- FO 19 "Cronograma de calibración" (vigente)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 6 de 7

corrección de los valores medidos, la misma se incorporará a los cálculos del ensayo en el cual el equipo vaya a intervenir.

**6.4 Identificación y trazabilidad:** los luxómetros y útiles informáticos tendrán una codificación unívoca. La misma será del formato MODELO-X, donde X es un dígito identificador del 0 al 9, y NBxxx, donde xxx es un número identificador del 000 al 999, respectivamente. Cada equipo tendrá asociada una carpeta llamada Memoria junto con su código en custodia de la Gerencia de la calidad. La Memoria de cada equipo guardará como mínimo pero sin limitarse a ello la siguiente información:

- Identificación del equipo
- Manual de instrucciones y otra documentación del fabricante.
- Registro de intervenciones de mantenimiento
- Plan de mantenimiento
- Plan de calibraciones
- Registro de fallas
- Certificados de calibración

**6.5 Prueba de verificación**

- 6.5.1 Se realizará la prueba en una caja de 0,5 metros de alto por 0,5 metros de ancho por 0,5 metros de profundidad pintada de color negro con dos huecos contrapuestos (espacio A y espacio B).
- 6.5.2 En el espacio A se colocará una lámpara led de 11 W tonalidad fría conectada a un interruptor simple.
- 6.5.3 En el espacio B se colocará la celda fotosensible del instrumento de manera que no queden intersticios entre la caja y la celda.
- 6.5.4 Se accionará la tecla del interruptor simple y se leerá el valor medido. Este debe ser igual al valor de referencia determinado por 10 mediciones con el instrumento calibrado y aplicando las correcciones que surgieran del certificado de calibración del mismo. Asimismo la tolerancia del valor medido se ubicará en torno a 2 desvíos estándar del valor de referencia.

**7 Registros aplicables**

- FO 11 "Estado de los recursos" (vigente)
- FO 13 "Proveedores autorizados" (vigente)
- FO 19 "Cronograma de calibración" (vigente)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-04</b> Uso y mantenimiento de los equipos	Revisión: PO 04-01-01
		Página 7 de 7

**8 Historial de cambios**

Código del documento	Cambio
PO 04-01-00	Primera versión
PO 04-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios menores en la redacción</li> <li>- Se agrega información al apartado de calibración, originalmente contenida en PO06.</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 05-01-00 “Validación de métodos de medición”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-05</b> Validación de métodos de medición	PO 05-01-00 Página: 1 de 4
<b>TÍTULO:</b>	Validación de métodos de medición	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer el modo de validar métodos de medición utilizados por el Laboratorio en sus actividades.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todos los métodos que utilice el laboratorio en sus servicios comerciales e internos.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-05</b> Validación de métodos de medición	Revisión: PO 05-01-00
		Página 2 de 4

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	PT	RT	GCA
Realización de validaciones		X	
Pruebas y procesamiento de resultados	X		
Confección del informe de validación	X		
Revisión del informe		X	
Almacenamiento y custodia de los informes.			X

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- GUI-LE-03 V2, Organismo Argentino de Acreditación
- PO 06 "Operatoria del Sistema de Gestión de la Calidad"

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

JPL: Jefe de Planeamiento

Validación: comprobación mediante el examen y aporte de evidencias objetivas de que se cumplen los requisitos particulares para un uso específico.

### 6. DESARROLLO

6.1 Se validarán los métodos no normalizados, los métodos desarrollados por el Laboratorio y los métodos normalizados y/o validados que se utilicen fuera del alcance previsto o sean modificados de alguna forma

6.2 La validación se efectuará en los términos del documento del Organismo Argentino de Acreditación "GUI-LE-03" en su versión vigente.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-05</b> Validación de métodos de medición	Revisión: PO 05-01-00
		Página 3 de 4

6.3 Luego de concluida la validación de cada método se expedirá un informe de validación "IN 03 Informe de validación AAAAMMDD", donde AAAA corresponde a los cuatro dígitos del año, MM a los dígitos del mes y DD a los dígitos del día correspondiente a la fecha en que terminó el proceso de validación de ese método.

6.4 Las validaciones tendrán una vigencia determinada en el momento de realizar el informe y se considerará necesario realizar una nueva validación en los términos del punto 6.1. También aplica para métodos previamente validados que sufran cambios cuya evaluación de influencia en el alcance previsto sea significativa.

6.5 Los informes de validación contendrán:

- A) El procedimiento de validación utilizado (este documento en su versión vigente).
- B) La especificación de los requisitos a cumplir.
- C) La determinación de las características de desempeño del método
- D) Los resultados obtenidos
- E) Una declaración de la validez del método, detallando su aptitud para el uso previsto.

6.8 Los informes de validación se conservarán bajo la custodia de GCA.

## 7 Registros aplicables

- No aplica

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-05</b> Validación de métodos de medición	Revisión: PO 05-01-00 Página 4 de 4
----------------------------	---	--

**8 Historial de cambios**

Código del documento	Cambio
PO 05-01-00	No aplica

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 06-01-01 “Operatoria del sistema de gestión de la calidad”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	PO 06-01-01
		Página: 1 de 13
<b>TÍTULO:</b>	Operatoria del sistema de gestión de la calidad	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer y describir cómo deben interactuar las distintas partes del sistema de gestión de la calidad y qué requisitos deben cumplir.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todos los documentos, todos los circuitos de información y todas las actividades del laboratorio.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 2 de 13

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	RRII	JPL	PT	RT	GCA
Revisión del sistema de gestión de la calidad					X
Participación en el equipo de mejora	X	X	X	X	X
Aspectos técnicos del sistema de gestión de la calidad				X	
Conocimiento del sistema de gestión de la calidad	X	X	X	X	X

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- ISO / IEC 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- PO 07 "Análisis de Riesgos"
- PO 09 "Evaluación y selección de proveedores"

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

JPL: Jefe de Planeamiento

Equipo disponible: Aquel cuyos requisitos de calibración (si corresponde), verificación de funcionamiento y etiquetado son satisfactorios y, a su vez, no se encuentran asignados a ningún servicio o actividad programada.

Equipo fuera de uso: Aquel cuyos requisitos anteriormente mencionados, en su totalidad o parcialmente, no se encuentran satisfechos y no se ha tomado acción alguna sobre esta no conformidad.

Equipo en terceros: Aquel que se encuentra fuera del laboratorio para reparación, ajuste o calibración.

Personal disponible: Todo personal técnico que se encuentra capacitado en los métodos de servicio y en el uso de los equipos.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 3 de 13

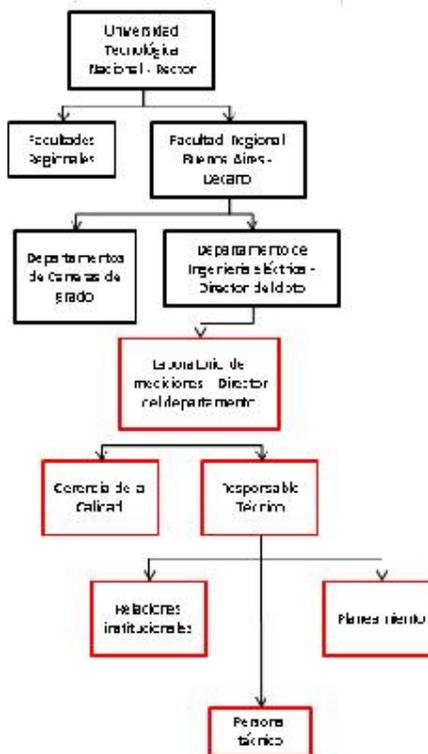
Personal no disponible: Todo personal técnico que no se encuentra capacitado en algún aspecto del servicio.

Proveedor: entidad externa al Laboratorio que lo abastece de equipos o servicios, como calibración o mantenimiento.

## 6. DESARROLLO

### 6.1 Estructura y responsabilidades

El Laboratorio de mediciones es parte del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTN.BA).



Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01 Página 4 de 13
----------------------------	---	---

Como se aprecia en el organigrama, que es únicamente a fines de establecer la cadena de responsabilidades y constituye sólo una parte del organigrama global de la Universidad, el Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica es quien ejerce la dirección estratégica del Laboratorio de Mediciones y, bajo su mando, la Gerencia de la Calidad, junto con el Responsable Técnico, llevan adelante la dirección operativa del mismo. Conforman la Dirección del Laboratorio, mientras que la Alta Dirección estratégica queda circunscripta a la Dirección del Departamento. La Dirección del Laboratorio se asegura de que se efectúa la comunicación relativa a la eficacia del sistema de gestión y a la importancia de cumplir los requisitos del cliente y cualquiera propio de este Sistema de Gestión de la Calidad.

El alcance del Sistema de Gestión de la Calidad aquí descrito se limita al Laboratorio y no incluye a ninguna otra parte del organigrama de la Universidad.

Las responsabilidades del personal son:

Gerencia de la Calidad:

- Resguardo de informes y documentación
- Revisión del sistema de gestión de la calidad
- Apoyo técnico, logístico y económico de todo el Laboratorio (asignación de recursos)
- Aval de los informes y documentos
- Facilitar las actividades
- Liderar el equipo de mejora
- Definición de la política de la calidad del Laboratorio y su comunicación
- En ausencia del Responsable técnico, oficia de suplente de ese rol.

Responsable técnico:

- Revisar, autorizar y liberar los informes y documentos.
- Definir los requisitos técnicos que debe cumplir el personal
- Efectuar la evaluación de desempeño del personal técnico y la capacitación necesaria.
- Comunicación con el cliente (técnica, si aplica)
- Definir los requisitos técnicos de los equipos y servicios prestados al Laboratorio
- Participar en el equipo de mejora
- Comandar las auditorías internas
- Liderar los desarrollos y validaciones de métodos
- Mantener en uso los equipos. Esto incluye pedir las reparaciones, verificaciones y calibraciones pertinentes.
- En ausencia del Gerente de la Calidad, oficia de suplente de ese rol.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 5 de 13

**Jefe de planeamiento:**

- Planificar las actividades de desarrollo, validación y capacitación.
- Programar los servicios a prestar en función de los recursos disponibles y los requisitos del cliente.
- Comunicación con el cliente para pactar fechas.
- Expresar las necesidades de recursos y problemas que advierta en la prestación de servicios.
- Participar del equipo de mejora.

**Relaciones institucionales**

- Contacto con el exterior de la organización. Con clientes, con proveedores, con entidades estatales, etc.
- Cotización de servicios
- Desarrollo de proveedores
- Comunicaciones a terceros y partes interesadas.
- Requisiciones de productos o servicios.
- Manejo de los canales de comunicación en todas sus formas y funciones.
- Participar del equipo de mejora.

**Personal técnico:**

- Prestación de los servicios
- Uso correcto de equipos
- Participar del equipo de mejora.
- Confección de los informes y certificados pertinentes.
- Participación en el desarrollo de métodos.
- Identificación de desvíos respecto de los procedimientos del Laboratorio en las actividades.
- Representación del Laboratorio en los locales a evaluar. Personal de contacto con el cliente.

**6.2** Los cálculos realizados por el personal técnico se guardarán en los servidores del Laboratorio en los registros correspondientes identificando el número de cliente y la fecha de realización del ensayo. Las revisiones y/o correcciones se guardarán en la misma ubicación informática identificando al personal que realizó dichos cambios y una descripción de los mismos.

**6.3** Si bien la determinación de incertidumbre de un método es propia del mismo, la operatoria para su cálculo debe ser la siguiente:

**6.3.1** Identificar todas las fuentes de incertidumbre y clasificarlas por tipo A o tipo B.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	PROCEDIMIENTO PO-06 Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 6 de 13

6.3.2 Calcular los valores correspondientes: para el tipo A, u resulta:

$$\frac{s}{\sqrt{n}}$$

Para el tipo B, en general, se divide el intervalo por raíz de 3. En el caso de datos provenientes de documentación con  $k=2$ ,  $u=U/2$ .

6.3.3 Luego, calcular la incertidumbre expandida como se indica a continuación:

$$U = 2 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^N u_i^2}$$

6.4 La validez de los resultados quedará asegurada por la utilización de los métodos validados, que incluyen la exigencia de usar equipos calibrados operados por personal técnico capacitado en el uso del instrumento y del método, además de la revisión del Responsable Técnico.

6.5 Los informes de resultados serán revisados, autorizados y liberados por el Responsable técnico. Además deberán incluir los resultados obtenidos, los dictámenes que sean pertinentes, los aspectos dictados por el método utilizado o los clientes.

6.6 Los informes del Laboratorio contendrán como mínimo, un título, el nombre y la dirección del Laboratorio, la dirección del lugar donde se realiza el ensayo, la identificación del método utilizado al realizar el ensayo, la dirección e identificación del cliente, la fecha de realización de los ensayos, la fecha de emisión del informe, una declaración acerca de que los resultados se relacionan únicamente con los locales ensayados, los resultados de las mediciones junto con sus unidades, las desviaciones (si corresponde) al método utilizado, la identificación del personal que autoriza el informe y las condiciones específicas del ensayo realizado. Además, el informe tendrá una leyenda indicando que cada página es parte de un total (ejemplo: página 1 de 3).

6.6.1 El Laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe. No se incluirán en los informes opiniones sobre los resultados.

6.6.2 Las reglas de decisión estarán especificadas en el procedimiento de medición utilizado.

6.6.3 Informes de ensayo reemplazados. En el caso que deban realizarse modificaciones en los cuales la lectura de los suplementos podría prestarse a confusión se realiza una reemisión completa del informe manteniendo el mismo número y asignándole el nombre de /A, /B, /C, dependiendo de la cantidad de reemisiones.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01 Página 7 de 13
----------------------------	---	---

- 6.7 Las quejas serán recibidas por el área de Relaciones institucionales y remitidas al Responsable Técnico en el formato del formulario FO 05 "Quejas" en su versión vigente. Si el cliente remite al Laboratorio la queja bajo un formato escrito, una copia se adjunta al formulario. Luego de recibido comenzará el tratamiento como se especifica en los puntos siguientes.
- 6.7.1 El Responsable Técnico se comunicará con el cliente para escuchar una versión ampliada del reclamo y tomar los apuntes que crea convenientes sobre el documento recibido. Luego informará a su interlocutor que el tratamiento iniciará en breve.
- 6.7.2 Personal técnico que no haya realizado el servicio en cuestión será instruido para realizar una investigación sobre el inconveniente presentado reuniendo documentación asociada a los trabajos que recibieron queja a fin de detectar desvíos en la operatoria.
- 6.7.3 El personal técnico elevará un informe al Responsable técnico informando si cree que la queja es justificada o no.
- 6.7.4 El Responsable técnico evaluará las acciones correctivas posibles para dar solución al reclamo, incluyendo, si fuese el caso, la imposibilidad de resolverla.
- 6.7.5 El Responsable técnico se comunicará con el cliente para contarle el resultado del tratamiento y las acciones a seguir.
- 6.7.6 El personal técnico documentará la queja y el informe y lo elevará al equipo de mejora continua para construir estadística y buscar oportunidades de mejora.
- 6.7.7 Una vez realizadas las acciones pertinentes se dará cierre a la queja con la notificación al cliente.
- 6.8 El Laboratorio contará con un sistema informático provisto de servidores protegidos contra acceso no autorizado y ubicaciones y archivos con permisos definidos para cada rol (consultar/no consultar, leer/editar, borrar archivos/no borrar archivos). Además, el Laboratorio contará con un registro de fallas del sistema (FO 23).
- 6.8.1 Los equipos informáticos móviles descargarán su información en los servidores del Laboratorio y serán reestablecidos al ser devueltos al almacenamiento, de modo que siempre estarán vacíos al momento del servicio (respecto de servicios anteriores).
- 6.8.2 Los permisos de acceso en función de los roles serán documentados por la Gerencia de la Calidad en el FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal", en su versión vigente.
- 6.8.3 El Laboratorio contará con un sistema de copia de seguridad automática de frecuencia semanal consistente en un disco duro externo, cuyo resguardo será el departamento de Ingeniería Eléctrica, a cargo de la Alta dirección del Laboratorio.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 8 de 13

6.8.4 El formulario de registro de toma de datos, que realiza cuentas automáticas con los datos recolectados, tendrá asociado un juego de datos aleatorio resguardado cuya función será verificar el correcto funcionamiento de las fórmulas.

Los datos se generan mediante la repetición en 150 celdas (3 celdas por cada uno de los 50 espacios para puntos de estudio) de la función de Microsoft Excel "ALEATORIO.ENTRE(350;750)". Análogamente se generan 24 datos más (3 celdas para cada una de las 4 zonas del pizarrón consideradas, 12 para proyector apagado y 12 para proyector encendido) modificando los valores entre 500 y 1500.

Acto seguido, el juego de valores se copiará y pegará "como valores" para dejarlos fijos y se procede a calcular el promedio de cada juego de valores y la difusión (puntos de estudio). Los valores y los resultados se guardarán en el registro FO 24 "Verificación de cálculos".

Para la verificación se considera una corrección igual a cero y para la verificación del deslumbramiento se considera adecuado que el cuadro de resultados entregue "no cumple" salvo que algún campo diga "no" en la parte del cuadro que se completa.

Por último, antes de utilizar el formulario debe verificarse utilizando este juego de valores que los resultados entregados por el FO 01 en su versión vigente sean iguales a los registrados en FO 24.

La operatoria descrita en este punto 6.8.4 debe realizarse una vez por revisión del formulario FO 01

#### 6.9 Actividades de seguimiento

Las actividades de seguimiento de validez de los resultados se constituirán como una carta de control una vez que haya suficiente cantidad de datos para construirla. Luego se registrarán los valores en la misma carta y, si se detectara alguna señal de descontrol (siete puntos seguidos con tendencia alcista o a la baja, puntos fuera de los límites de control, patrones cíclicos, siete puntos por encima o por debajo de la línea de tendencia central, entre otros) se avisará a planeamiento para que contacte al cliente y re programe junto con el cliente la repetición del servicio en los términos del procedimiento PO 10 "Tratamiento de trabajos no conformes" en su versión vigente.

6.10 El Laboratorio, en los términos de la norma ISO/IEC 17025 adopta la opción A para su sistema de Gestión de la Calidad

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 9 de 13

- 6.10.1 Los documentos del sistema de gestión de la calidad del Laboratorio, incluido el presente documento, tendrán un sistema de codificación compuesto de dos dígitos alfabéticos (PO para procedimientos, IN para informes, FO para formularios) y tres pares de números separados por guiones en el formato NN-VV-RR, donde N corresponde al número del documento, V a la versión del mismo y R a la revisión.
- 6.10.2 Todos los documentos deberán ser revisados antes de su liberación.
- 6.10.3 Todos los documentos estarán disponibles en la ubicación virtual correspondiente y accesible para todo el personal interno que tenga, según su rol, la responsabilidad de conocerlo.
- 6.10.4 Los documentos impresos no se consideran copias controladas y la versión vigente corresponde a la que está disponible en el sistema informático.
- 6.10.5 Se añadirán leyendas a pie de página indicando la confidencialidad del mismo.
- 6.10.6 En cada documento, a fin del mismo, constará una memoria de cambios con la versión y el cambio implementado.
- 6.10.7 Los documentos contarán con numeración en formato p de T (parte del total).
- 6.10.8 Los documentos no vigentes se guardarán en una carpeta titulada obsoletos en una ubicación distinta de los documentos vigentes.
- 6.11** Los registros se conservarán en las ubicaciones informáticas dispuestas para ello. Las versiones impresas de los mismos no serán consideradas parte del sistema de gestión. Esta operación se realiza de acuerdo al FO 22 "Control de registros" en su versión vigente.
- 6.12** El equipo de mejora implementará anualmente un análisis de riesgos en los términos del procedimiento PO 07 "Análisis de riesgos", en su versión vigente. Las acciones resultantes serán evaluadas en las reuniones del equipo de mejora en las que el Gerente de la Calidad disponga su tratamiento.
- 6.13** El Laboratorio conforma un equipo interdisciplinario de mejora continua. El mismo tendrá una reunión bisemanal de una hora de duración. El día y la hora serán definidos por su Líder, el Gerente de la Calidad.
- 6.13.1 El Gerente de la Calidad definirá la agenda de la reunión.
- 6.13.2 El Responsable Técnico estará a cargo de la minuta de la reunión realizada según el formulario FO 25 en su versión vigente y del seguimiento de las acciones definidas en la reunión anterior, así como de las que tengan una fecha de resolución posterior a la misma. La minuta será guardada con el nombre de archivo "AAAAmmDD FO 25 Minuta" en la carpeta del servidor "Mejora".

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 10 de 13

- 6.13.3 El Gerente de la Calidad podrá convocar a reuniones no programadas para el tratamiento puntual de planes de mejora y deberá ser en una fecha y hora tal que todos los sectores estén representados.
- 6.13.4 El equipo de mejora deberá definir, para cada proyecto, la manera de medir el éxito de las acciones tomadas y esto deberá ser revisado durante la duración del proyecto.
- 6.13.5 Todos los miembros pueden evaluar sus trabajos para definir necesidades de sus procesos que puedan contribuir a simplificar la operatoria sin dañar el nivel del servicio. Los datos que justifiquen estos requerimientos deberán ser documentados y el equipo de mejora está obligado a tratarlos y a dimensionar el impacto de los mismos, además de evaluar si implica riesgos.
- 6.13.6 El equipo de mejora deberá incluir la voz del cliente en sus reuniones. La misma será representada por las quejas recibidas y por encuestas realizadas a los mismos de manera anual.
- 6.13.7 El Responsable técnico informará al equipo de las acciones correctivas tomadas para el tratamiento de quejas recibidas y no conformidades detectadas y su eficacia. El equipo deberá evaluar las acciones necesarias para eliminar las causas raíces de las quejas y no conformidades y su posible replicación en situaciones o ambientes análogos o similares. Las acciones correctivas serán gestionadas, analizadas y verificadas en su implementación y eficacia utilizando el formulario FO 06 Formulario de desvíos, en su versión vigente. También debe actualizar los análisis de riesgo de ser necesario y realizar cualquier cambio al sistema de gestión. Los registros del formulario de desvíos e informes de auditorías se consideran evidencia de la naturaleza de las no conformidades, sus causas, las acciones tomadas y sus resultados.

#### **6.14 Auditorías**

El Laboratorio deberá someterse a auditorías internas con una frecuencia definida por la Gerencia de la Calidad en este documento. La misma será anual. Las auditorías evaluarán la conformidad del sistema de gestión de la calidad del Laboratorio con sus propios requisitos, con los requisitos de la norma ISO/IEC 17025 en su versión vigente, con los requisitos de este documento, con los requisitos del cliente, cuando fuera necesario, y con las autoridades estatales.

Para realizar cualquier tipo de auditorías se deberá cumplir con lo dispuesto en el registro FO 21 "Plan de auditoría" en su versión vigente.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 11 de 13

Para auditorías del sistema de gestión de la calidad de las mediciones del Laboratorio se deberá seguir los lineamientos del documento FO 20 "Lista de chequeo ISO/IEC 17025" en su versión vigente.

- 6.14.1 El auditor Líder de cada auditoría será designado por el Jefe del departamento de Ingeniería Eléctrica y definirá para las mismas el programa, los métodos, los requisitos de planificación y presentación de los informes, las responsabilidades, los criterios y alcance.
- 6.14.2 Los resultados de auditoría serán considerados un dato de entrada de las reuniones del equipo de mejora y la revisión de sus acciones resultantes estará en agenda de cada reunión hasta que se le dé un cierre. Además, el resultado de las auditorías y el grado de avance de la resolución de no conformidades será remitido a la Alta Dirección y a la GCA para ser utilizado como entrada de la revisión por la Dirección.

**6.15 Revisión por la Dirección**

La Gerencia de la Calidad revisará el sistema de gestión de la Calidad en intervalos definidos junto al Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica. También pueden dispararse revisiones por cambios en los procedimientos, por nuevos servicios añadidos al alcance o nuevos requisitos del cliente o autoridades estatales. Las reuniones de Revisión por la Dirección aquí descritas se realizan de acuerdo al formulario FO 18 "Revisión por la Dirección" en su versión vigente.

**6.16 Las siguientes actividades requieren registros asociados:**

- 6.16.1 Planificación de servicios, requisición de mantenimiento o servicios de terceros: FO 11 "Estado de los recursos". Una lista de todos los recursos con su código donde se explicita cuál es su estado actual, clasificándolo en disponible/fuera de uso/en terceros según tenga todos los requisitos para entrar en servicio o no. Los faltantes pueden ser de calibración, de rotura, de mantenimiento, entre otros. Sólo pueden planificarse servicios utilizando recursos disponibles y si no lo están, Relaciones Institucionales deberá accionar para colocarlo en la categoría "disponible" lo más pronto posible, ya que esto altera la capacidad del Laboratorio de brindar servicios.
- 6.16.2 Planificación de servicios, requisición de servicios de terceros: FO 10 "Disponibilidad del personal". Por cada trabajador del laboratorio se explicita si se encuentra disponible o no en función de su nivel de capacitación en los procedimientos o en el uso de los equipos.
- 6.16.3 Contratación del personal, Planificación de servicios: FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidad del personal". Un listado de las descripciones de cada puesto.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 12 de 13

6.16.4 Compras de servicios y productos: FO 13 "Proveedores autorizados". Un listado resultante del procedimiento PO 09 "Evaluación y selección de proveedores" donde se especifica qué calificación tiene cada proveedor y permite elegir de la lista a quien tenga mayor probabilidad de proveer al Laboratorio con éxito de acuerdo a los requisitos.

6.16.5 Planificación de servicios: FO 14 "Listado de métodos habilitados para su práctica". Contiene los métodos por los cuales se puede operar, ya que su validación está vigente.

6.16.6 Todos los registros serán definidos y actualizados por Relaciones Institucionales con la colaboración y aprobación del Responsable Técnico.

## 7 Registros aplicables

- FO 05 "Quejas" (vigente)
- FO 10 "Disponibilidad del personal" (vigente)
- FO 11 "Estado de los recursos" (vigente)
- FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal" (vigente)
- FO 13 "Proveedores autorizados" (vigente)
- FO 14 "Listado de métodos habilitados para su práctica" (vigente)
- FO 15 "Registro de órdenes de trabajo" (vigente)
- FO 18 "Revisión por la dirección" (vigente)
- FO 20 "Lista de chequeo ISO/IEC 17025" (vigente)
- FO 21 "Plan de auditoría" (vigente)
- FO 22 "Control de registros" (vigente)
- FO 23 "Registro de fallas del sistema informático" (vigente)

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-06</b> Operatoria del sistema de gestión de la calidad	Revisión: PO 06-01-01
		Página 13 de 13

## 8 Historial de cambios

Código del documento	Cambio
PO 06-01-00	Primera versión
PO 06-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios menores de redacción</li> <li>- Se quitó información duplicada de otro documento (PO04).</li> <li>- Se incluye información sobre accesos informáticos.</li> <li>- Se incluye información sobre la copia de seguridad.</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 07-01-01 “Análisis de Riesgo”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-07</b> Análisis de Riesgo	PO 07-01-01
		Página: 1 de 5
<b>TÍTULO:</b>	Análisis de Riesgo	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer el modo de identificar, analizar, priorizar y atacar los riesgos que enfrente el Laboratorio.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para la operatoria y gestión del Laboratorio y no excede la extensión del mismo.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-07</b> Análisis de Riesgos	Revisión: PO 07-01-00
		Página 2 de 5

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	PT	RT	GCA
Seguimiento de las acciones para evitar o minimizar riesgos		X	
Planificación de acciones para evitar o minimizar riesgos que afecten recursos	X		
Conducción y evaluación del análisis de riesgo			X

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- IRAM ISO / IEC 9001:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad. Requisitos.
- ISO 31000:2018 Gestión del Riesgo

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

Riesgo: cualquier situación, actividad o elemento externo o interno que ponga en duda las condiciones necesarias para que el Laboratorio pueda lograr sus objetivos.

### 6. DESARROLLO

6.1 El Laboratorio identificará los siguientes tipos de riesgo de forma continua:

- para la imparcialidad: riesgos que surjan de sus actividades, de sus relaciones o de las relaciones entre su personal
- para el sistema de gestión
- para el Laboratorio como organización
- y para sus objetivos.

6.2 El Laboratorio evaluará los riesgos de acuerdo a la metodología AMFE (Análisis Modal de Fallas y Efectos) Para ello se dará uso al archivo digital FO 07 Análisis Modal de Fallas y efectos, en su versión vigente. Una vez completo, se guardará la copia correspondiente en el servidor de GCA, en la carpeta destinada a tal efecto, y se

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-07</b> Análisis de Riesgos	Revisión: PO 07-01-00
		Página 3 de 5

enviará por email al GCA. El nombre del archivo será AMFE AAAAmmDD donde AAAA corresponde a los cuatro dígitos del año en curso, mm a los del mes y DD a los del día.

6.2.1 Calificación de los riesgos: los modos de fallos representarán un riesgo bajo, moderado, alto o inaceptable en función del valor del índice IPR, que es el producto de tres factores: gravedad (G), probabilidad de ocurrencia (O) y probabilidad de detección (D). Las escalas de estos tres factores se muestra a continuación:

Escala	Gravedad (G)	Probabilidad de ocurrencia (O)	Probabilidad de detección (D)
1	Muy baja	Muy baja	Suceso casi obvio
2 a 3	Baja	Baja	Alta, fácilmente detectable
4 a 6	Moderada	Moderada	Moderada
7 a 8	Alta	Alta	Muy baja
9 a 10	Muy alta	Muy alta	Casi indetectable, muy baja

El valor del IPR será estimador del riesgo asociado al modo de fallo y su calificación será "bajo" si el IPR es menor que 250, "moderado" para valores entre 250 y 500, "alto" para valores entre 501 y 750 e "inaceptable" por encima de ese valor.

6.2.2 Las acciones para abordar riesgos asociados a modos de fallo se tomarán en el orden de prioridad que indique el valor del IPR, aunque se considerará el caso especial de cualquier modo de fallo cuyo índice de gravedad sea mayor a 8, tratándose entonces como un caso de riesgo "moderado", como mínimo.

6.2.3 Si dos modos de fallo coinciden en IPR, será prioritario el que posea el mayor índice de gravedad.

6.3 Serán disparadores de análisis de riesgos las siguientes actividades, como mínimo, pero sin limitarse a ellas:

- Cambios en el sistema de Gestión de la Calidad del Laboratorio
- Implementación de acciones para abordar una mejora puntual o global, en servicios o procesos internos, de soporte, estratégicos o de realización
- Cambios de procesos internos, de soporte, estratégicos o de realización
- Modificaciones estructurales en la organización
- Prestación de servicios a clientes que sean, a su vez, partes interesadas en algún otro modo en cuanto a la operatoria del Laboratorio (por ejemplo, a proveedores)
- Cualquier aspecto que presente un conflicto de intereses o una amenaza para la imparcialidad.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-07</b> Análisis de Riesgos	Revisión: PO 07-01-00
		Página 4 de 5

6.4 Las acciones que surjan de los análisis de riesgos y que impliquen la utilización, afectación de algún otro tipo o inhabilitación de recursos deberán ser planificadas y programadas por el área de Planeamiento.

6.5 Los análisis de riesgo y sus productos serán tema de las reuniones del equipo de mejora, tanto ordinarias como extraordinarias.

6.6 El seguimiento de las acciones quedará bajo la órbita del Responsable Técnico con reporte a la Gerencia de la Calidad. Para ello se utilizará el archivo digital FO 08 Seguimiento de las acciones para abordar riesgos, en su versión vigente, en donde constará el AMFE del que se originó el seguimiento, el método de evaluación de las acciones implementadas, las partes interesadas involucradas, el resultado de las acciones y un nuevo cálculo de IPR asociado al modo de fallo. Este archivo también se guardará en la carpeta designada a los análisis de riesgo, en el servidor de GCA, y se enviará a GCA una vez concluido el seguimiento. El nombre del archivo será "Seguimiento AAAAmmDD" donde AAAA corresponde a los cuatro dígitos del año en curso, mm a los del mes y DD a los del día.

## 7 Registros aplicables

- FO 07 Análisis modal de fallas y efectos (vigente)
- FO 08 Seguimiento de las acciones para abordar riesgos (vigente)

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-07</b> Análisis de Riesgos	Revisión: PO 07-01-00 Página 5 de 5
----------------------------	---	--

**8 Historial de cambios**

Código del documento	Cambio
PO 07-01-00	Primera versión
PO 07-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se incluyen especificaciones sobre la calificación de riesgos y los formularios a utilizar.</li> <li>- Se explicita la dirección del análisis por parte de GCA.</li> <li>- Se incluyen anexos de los formularios para realizar el análisis y el seguimiento de las acciones que surjan del mismo</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 08-01-0 “Evaluación de desempeño y capacidades del personal”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	PO 08-01-01
		Página: 1 de 7
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación de desempeño y capacidades del personal	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer la metodología para evaluar las capacidades del personal y su desempeño en las tareas, así como también la definición de los perfiles de cada puesto y de las necesidades de capacitación.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todos los niveles de personal del Laboratorio.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	Revisión: PO 08-01-01
		Página 2 de 7

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	RRII	JPL	PT	RT	GCA	DDE
Definición de los perfiles técnicos				X	X	X
Actualización de FO 12				X		
Procesamiento de evaluaciones de desempeño e información a GCA	X					
Revisión y resguardo de evaluaciones de capacidades					X	
Realización de planes de capacitación				X		
Programación de actividades de capacitación		X				
Información al personal de responsabilidades y autoridad						X
Búsquedas de personal	X					

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- PO 03 "Planeamiento de servicios"

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

JPL: Jefe de Planeamiento

RRII: Relaciones Institucionales

DDE: Director del departamento de Ingeniería Eléctrica

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	Revisión: PO 08-01-01
		Página 3 de 7

## 6. DESARROLLO

### 6.1 Definición de perfiles del puesto

Los perfiles de los puestos definidos en el organigrama del Laboratorio se establecen, al momento de la constitución de la organización, de la siguiente manera:

Puesto	Requisitos técnicos al ingresar	Requisitos a adquirir	Experiencia en el rubro (años)
Gerencia de la Calidad	Universitario completo. Manejo de personal. 35 años en adelante. Conocimiento de normativa ISO/IEC. Conocimiento sobre metrología. Conocimientos sobre sistemas de gestión de la calidad. Conocimiento de metodologías de mejora continua y herramientas de la calidad. Conocimientos estadísticos	-	8
Responsable técnico	Universitario completo. Manejo de personal. 30 años en adelante. Conocimiento de normativa ISO/IEC. Conocimiento sobre metrología. Conocimientos sobre sistemas de gestión de la calidad. Conocimientos sobre instrumentos de medición. Conocimientos sobre metodologías de mejora continua. Conocimientos estadísticos.	-	5
Jefe de planeamiento	Universitario completo/en curso. Manejo de personal. 25 años en adelante.	Conocimiento de normativa ISO/IEC. Conocimientos sobre sistemas de gestión de la calidad. Conocimientos estadísticos. Conocimientos sobre metodologías de mejora continua.	1
Relaciones institucionales	Universitario completo/en curso. Buenas relaciones interpersonales. 25 años en adelante. Conocimiento sobre sistemas de compras, generación de requisiciones, etc.		-
Personal técnico	Secundario completo, preferentemente técnico. Buenas relaciones interpersonales. 18 años en adelante.	Conocimientos sobre sistemas de gestión de calidad. Conocimientos sobre metrología. Uso de instrumentos de medición. Conocimientos sobre estadística. Conocimientos sobre metodologías de mejora continua.	-

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	Revisión: PO 08-01-01
		Página 4 de 7

Los mismos se han registrado en el documento FO 12-01-00. A partir de ese momento, la definición de los perfiles quedará a cargo de cada Líder de sector y, posteriormente, dicha definición será revisada por el Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA, por el Responsable Técnico y por la Gerencia de la Calidad en su conjunto.

- 6.1.1 Luego de cada actualización del perfil del puesto, el Responsable técnico deberá actualizar el documento indicando cuál es el cambio realizado en el mismo documento.
- 6.1.2 Las definiciones y actualizaciones de los puestos serán anuales. Si no hubiese cambios se registrará la decisión de cada Líder en el control de cambios del documento.
- 6.1.3 Si algún Líder requiriera una actualización de un puesto que depende de sí mismo podrá requerirla en el momento que desee sin que esto obligue al resto de los líderes de sector a realizar la actualización en ese momento. Esta situación también se registrará en el documento.

#### **6.2 Evaluación del desempeño del personal**

- 6.2.1 La evaluación del desempeño será realizada en tres dimensiones: la recepción de quejas asociadas a trabajos realizados por el personal, encuestas de satisfacción a clientes que han contratado el servicio y la consideración de los Líderes de sector. La frecuencia de la evaluación de desempeño será semestral, salvo que, a criterio del Gerente de la Calidad y atendiendo las consideraciones de los clientes cuyos requisitos no han sido satisfechos y han sufrido daños de algún tipo, sea necesario revisar el desempeño de algún integrante del Laboratorio.
- 6.2.2 Las evaluaciones de desempeño serán procesadas por Relaciones Institucionales e informadas a cada sector.
- 6.2.3 Las evaluaciones, junto con su calificación, serán resguardadas por Relaciones Institucionales en su totalidad y registradas en el documento FO 17 Evaluaciones de desempeño, donde consta la calificación obtenida, la fecha de la evaluación, el nombre del colaborador evaluado y las acciones pendientes que surgen de su evaluación.

#### **6.3 Evaluación de las capacidades del personal**

- 6.3.1 La evaluación de las capacidades del personal será responsabilidad de los líderes de cada sector y se realizarán en forma de entrevista presencial entre el líder y el evaluado, donde juntos definirán los puntos fuertes y débiles de cada trabajador. Esta evaluación no tiene ningún carácter punitivo sobre el trabajador y no podrá ser objeto de despido ni discriminación sino que su objetivo es determinar las necesidades de

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	Revisión: PO 08-01-01 Página 5 de 7
----------------------------	--	--

capacitación y servir como dato de entrada a la evaluación de oportunidades para el Laboratorio.

- 6.3.2 Las evaluaciones realizadas se remitirán a la Gerencia de la Calidad para su revisión y resguardo.

#### **6.4 Necesidades de capacitación**

- 6.4.1 Realizadas las evaluaciones de desempeño y capacidades del personal, el Responsable Técnico y el líder de cada sector definirán el plan de capacitación del personal con horizontes mensuales.
- 6.4.2 El plan de capacitación será remitido a Planeamiento para la programación de las actividades y su consideración en la prestación de servicios según los términos del procedimiento PO 03 "Planeamiento del servicio", en su versión vigente.
- 6.4.3 Será obligatoria la capacitación si se produce el desarrollo de métodos nuevos, cambios en los métodos o instrumentos, incorporación de herramientas de software o cualquier elemento que modifique significativamente la operatoria del Laboratorio.

#### **6.5 Información al personal**

- 6.5.1 De manera anual, el Director del Departamento informará institucionalmente a cada miembro del Laboratorio sus responsabilidades, tareas y la autoridad que tienen en el desempeño de sus funciones.
- 6.5.2 Si se agregasen nuevas tareas o se modificara la estructura jerárquica, también se hará una comunicación institucional por parte del Director del Departamento.
- 6.5.3 Toda la información emanada de las actividades definidas por este documento estarán disponibles en el documento FO 12 "Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal" en su versión vigente y la actualización será función del Responsable Técnico.

#### **6.6 Selección de personal**

- 6.6.1 La búsqueda de personal estará a cargo de Relaciones Institucionales por requisición del líder del área correspondiente.
- 6.6.2 La búsqueda será interna o externa según lo considere el líder del área y podrá ser tercerizada si así lo considerase necesario el área de Relaciones Institucionales en acuerdo con el Gerente de la Calidad.
- 6.6.3 La selección constará de una entrevista con el Líder del área y el Responsable técnico con el candidato.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	Revisión: PO 08-01-01 Página 6 de 7
----------------------------	--	--

6.6.4 Si el líder que requiere el nuevo personal define un candidato ganador de la vacante deberá avisar a Relaciones Institucionales, que concretará con un proveedor de salud laboral los exámenes pre ocupacionales.

#### **6.7 Planificación y programación de capacitaciones**

6.7.1 Planeamiento recibirá el resultado de la evaluación de desempeño y capacidades del personal descripta anteriormente. También puede disparar este proceso la necesidad de capacitar al personal en una actividad hasta ese momento no evaluada por el Laboratorio.

6.7.2 El jefe de Planeamiento definirá la fecha conveniente para realizar la capacitación.

6.7.3 Planeamiento programará las capacitaciones e informará las fechas en la siguiente emisión del programa de servicios.

6.7.4 Luego de la capacitación, planeamiento verificará que se haya actualizado el estado de la nómina respecto de la capacitación y habilitación en el FO 10 "Disponibilidad del personal", en su versión vigente. De no ser así, informará al RT.

#### **7 Registros anexos**

- FO 10 "Disponibilidad del personal" (vigente)
- FO 12 Requisitos técnicos, roles y responsabilidades del personal (vigente)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-08</b> Evaluación de desempeño y capacidades del personal	Revisión: PO 08-01-01
		Página 7 de 7

## 8 Historial de cambios

Código del documento	Cambio
PO 08-01-00	Primera versión
PO 08-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cambios menores de redacción</li> <li>- Se incluye planeamiento de capacitaciones, anteriormente en PO 03.</li> <li>- Se agrega la obligación de registrar las evaluaciones.</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 09-01-01 “Evaluación y selección de proveedores”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-09</b> Evaluación y selección de proveedores	PO 09-01-01
		Página: 1 de 6
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación y selección de proveedores	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer un procedimiento para que la probabilidad de adquirir un producto o servicio para el Laboratorio que no satisfaga los requisitos del mismo sea lo más baja posible y se realice bajo condiciones adecuadas.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todas las adquisiciones que el Laboratorio necesite realizar.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-09</b> Evaluación y selección de proveedores	Revisión: PO 09-01-01
		Página 2 de 6

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	RRII	RT
Definición del desempeño técnico		X
Definición del cumplimiento de requisitos críticos		X
Definición del cumplimiento de fechas	X	
Ponderación de precios	X	
Gestión y actualización de FO 13	X	
Compra de productos y servicios	X	

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

RT: Responsable Técnico

RRII: Relaciones Institucionales

**Proveedor:** organización que abastece al Laboratorio de productos o servicios necesarios para la operatoria.

**Tipo del recurso:** a efectos de este documento, una descripción de lo que hace el proveedor.

**Desempeño técnico:** modo en que el artículo funciona en la práctica

**Requisitos críticos:** parámetros técnicos que caracterizan el uso que se pretende dar al artículo. Ejemplo: resolución del instrumento.

**Calificación:** Combinación lineal de varios factores y que definen un puntaje en el cual debe basarse la elección del proveedor.

### 6. DESARROLLO

Cada proveedor del Laboratorio tendrá un código asignado de cuatro dígitos comenzando con el número 1, del formato 1xxx, desde 1000 hasta 1999. El documento FO 13 "Proveedores autorizados" será gestionado por Relaciones Institucionales y actualizado con la cooperación del Responsable Técnico.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-09</b> Evaluación y selección de proveedores	Revisión: PO 09-01-01
		Página 3 de 6

El listado del documento mencionado tendrá, como mínimo, las siguientes secciones:

- Código del proveedor
- Tipo del recurso
- Descripción (razón social)
- Desempeño técnico de las últimas 10 entregas
- Cumplimiento de fechas de las últimas 10 entregas
- Requisitos críticos
- Precio (estimado como bajo/moderado/alto)
- Calificación

#### **6.1 Evaluación de proveedores**

De acuerdo al listado del documento FO 13, en su versión vigente, se calcula la Calificación.

##### **6.1.1 Método de cálculo de la Calificación**

$C = 10 \times R \times (0,4 \times DT + 0,3 \times CF + 0,3 \times P)$ , donde R es el cumplimiento de los requisitos críticos, DT es el desempeño técnico, CF es el cumplimiento de fechas y P la ponderación del precio.

6.1.2 Para una visualización rápida, el listado tendrá una codificación por colores de la Calificación, que será del siguiente modo: de 0 a 34 puntos será roja. De 35 a 66 puntos, amarilla. Y de 67 hasta 100, verde.

6.1.3 Los valores que las variables pueden tomar son los siguientes:

- R: será 1 si se cumplen los requisitos técnicos y 0 si no se cumplen.
- DT y CF: una escala de 1 a 10, donde 10 es un desempeño óptimo.
- P: podrá tomar el valor 3, 6 o 9, donde 9 corresponde al precio bajo, 6 a un precio moderado y 3 a un precio alto.
- C: por las características mencionadas anteriormente, el valor de la calificación va desde 0 a 97.

6.1.4 Los desempeños de precio y fechas serán definidos por Relaciones Industriales de acuerdo a los términos de los contratos de compraventa que se definan en el momento de la relación comercial. En relación a la categoría de Precio, será ponderada de acuerdo a los precios de mercado del momento en el que se realice la transacción.

6.1.5 El desempeño técnico y el cumplimiento de los requisitos técnicos serán definidos por el Responsable técnico según su buen saber y entender y con el aporte del personal técnico que, en cumplimiento de sus tareas, note problemas en el funcionamiento, dificultad de uso o, por el contrario, facilidad en la operación.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-09</b> Evaluación y selección de proveedores	Revisión: PO 09-01-01
		Página 4 de 6

- 6.1.6 En el caso de las variables que requieren el desempeño de las últimas 10 mediciones, para los casos que no lleguen a esa cantidad de transacciones serán evaluadas por el promedio de las transacciones disponibles y se contará una transacción por artículo.
- 6.1.7 La Calificación es dinámica y su actualización se realizará en cada orden de compra con la intervención de los sectores mencionados.
- 6.1.8 Si un proveedor cambia de categoría, se considera una buena práctica de este sistema de gestión de la calidad informar al mismo el motivo de este cambio a fin de generar una relación comercial "win-win". La comunicación se hará mediante IN 02 "Información de estado de proveedor", en su versión vigente.
- 6.1.9 Control de insumos recibidos: se evaluará el 100% de los insumos recibidos.
- 6.1.9.1 Equipos informáticos. Se efectuarán dos tipos de evaluaciones. El primero de ellos es un control visual de estado general, para el cual el criterio de aceptación es la ausencia de golpes, rajaduras, roturas, faltantes de teclas o botones, limpieza del artículo y buen estado del empaque. El segundo, una prueba funcional rápida cuyo criterio de aceptación será que el artículo adquirido encienda correctamente y se muestre listo para su uso.
- 6.1.9.2 Luxómetros: Se efectuarán tres tipos de evaluaciones. El primero de ellos es verificar el certificado de calibración de fábrica del artículo. No se aceptarán equipos sin este documento. El segundo, el encendido del producto, cuyo criterio de aceptación será que lo haga correctamente. El tercero, una prueba de verificación de los valores medidos en todas las escalas contra un banco de pruebas debidamente calibrado.
- 6.1.9.3 Los criterios de aceptación serán informados por Relaciones Institucionales a los proveedores y serán partes del contrato entre partes.
- 6.1.10 Calibraciones: para el caso de proveedores de calibración el apartado R mantiene su valor binario (1 para desempeño técnico adecuado y 0 si no lo es) y su puntuación está definida por el Responsable Técnico en base a su capacidad para demostrar competencia en el servicio que realiza.

## 6.2 Selección de Proveedores

La selección del proveedor que abastecerá al Laboratorio frente a una requisición de algún artículo se hará de acuerdo a las siguientes reglas de decisión:

- No podrá elegirse un proveedor rojo.
- No se seleccionará un proveedor amarillo, salvo previa noticia de que los proveedores verdes no tienen disponibilidad para cumplir con el abastecimiento en términos de la orden de compra y autorización del responsable técnico.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-09</b> Evaluación y selección de proveedores	Revisión: PO 09-01-01
		Página 5 de 6

- Frente a empate de calificaciones, se decidirá por el puntaje más alto en desempeño técnico y luego por el precio.
- Frente a situaciones críticas por urgencias, el anterior criterio reemplaza el precio por el desempeño de fechas. Esta situación debe ser mitigada por una planificación correcta.

#### **7 Registros aplicables**

- FO 13 "Proveedores autorizados" (vigente)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-09</b> Evaluación y selección de proveedores	Revisión: PO 09-01-01
		Página 6 de 6

## 8 Historial de cambios

Código del documento	Cambio
PO 09-01-00	Primera versión
PO 09-01-01	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se agregan los controles de recepción y los criterios de aceptación.</li> <li>- Cambios menores de redacción.</li> </ul>

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

## Procedimiento PO 10-01-00 “Tratamiento de trabajos no conformes”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>PROCEDIMIENTO PO-10</b> Tratamiento de trabajos no conformes	PO 10-01-00
		Página: 1 de 5
<b>TÍTULO:</b>	Tratamiento de trabajos no conformes	
<b>1. OBJETIVO</b> Establecer y describir la operatoria cuando se realizan trabajos que no cumplen los requisitos de este sistema de gestión de la calidad o con los requisitos pre acordados con el cliente en el momento de establecer la relación comercial.		
<b>2. ALCANCE</b> Este procedimiento es aplicable para todos los servicios que presta el Laboratorio.		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2021		

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-10</b> Tratamiento de trabajos no conformes	Revisión: PO 10-01-00
		Página 2 de 5

### 3. RESPONSABILIDADES:

TAREA	JPL	PT	RT	GCA
Definición sobre si la situación es o no un trabajo no conforme			X	
Investigación sobre el trabajo no conforme		X		
Definición de acciones correctivas			X	
Revisión de acciones correctivas				X
Programación de acciones correctivas	X			
Implementación de acciones correctivas		X		
Definición del sistema de medición de la eficacia de las acciones correctivas			X	
Medición de la eficacia de las acciones correctivas			X	
Comunicación con el cliente				X
Cierre de la investigación			X	
Resguardo y archivo de la investigación				X

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- ISO / IEC 9001:2015 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
- PO 01-01-05 "Medición de iluminancia"

### 5. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

Trabajo no conforme: servicio que fue realizado no cumpliendo alguno de los requisitos de este sistema de gestión de la Calidad o de los que fueron pre acordados con el cliente en el momento de la formalización de la relación comercial.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-10</b> Tratamiento de trabajos no conformes	Revisión: PO 10-01-00 Página 3 de 5
----------------------------	--	--

## 6. DESARROLLO

6.1 El Laboratorio podrá determinar que un trabajo no cumple los requisitos de tres formas: por revisión de documentación espontánea, parte de su operatoria normal al revisar un informe de medición, por queja de un cliente denunciando el no cumplimiento del contrato, en cuyo caso también deberá efectuarse una revisión de la documentación asociada al servicio bajo análisis, o si el Personal Técnico, durante el trabajo, detecta una situación que provoca que el ensayo se realice en condiciones que escapen a los límites establecidos por el PO 01 "Medición de iluminancia" en su versión vigente.

6.2 Frente a una situación de trabajo no conforme las responsabilidades son las siguientes:

- Definición sobre si la situación es o no un trabajo no conforme: Responsable Técnico.
- Investigación sobre el trabajo no conforme: Personal Técnico interviniente.
- Definición de acciones correctivas: Responsable Técnico
- Revisión de acciones correctivas: Gerencia de la Calidad
- Programación de acciones correctivas: Planeamiento
- Implementación de acciones correctivas: Personal Técnico
- Definición del sistema de medición de la eficacia de las acciones correctivas: Responsable técnico
- Medición de la eficacia de las acciones correctivas: Responsable técnico
- Comunicación con el cliente: Gerencia de la Calidad
- Cierre de la investigación: Responsable Técnico
- Resguardo y archivo de la investigación: Gerencia de la Calidad

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-10</b> Tratamiento de trabajos no conformes	Revisión: PO 10-01-00
		Página 4 de 5

- 6.3 Frente a una situación de trabajo no conforme deberá abrirse una investigación bajo un código DxxAAAAMDD, donde xx es un número que designa a la investigación y el resto de los dígitos corresponden a la fecha con los cuatro dígitos del año en curso (AAAA), al mes en curso (MM) y al día en el que empieza la investigación (DD). El número de investigación lo provee el Responsable técnico según el registro de Desvíos FO 16 "Desvíos" en su versión vigente. La investigación deberá llevarse a cabo bajo el formato del formulario FO 06 "Formulario de Desvíos" en su versión vigente.
- 6.4 La investigación terminada se entregará al Responsable Técnico, quien definirá las acciones correctivas pertinentes y propondrá un método para medir la efectividad de las mismas.
- 6.5 Gerencia de la calidad evaluará la propuesta del Responsable técnico y, una vez dado el visto bueno, autorizará a Planeamiento a asignar recursos para llevar a cabo la misma.
- 6.6 Personal técnico implementará la propuesta del RT en las fechas y con los recursos que Planeamiento haya definido.
- 6.7 Una vez verificada la eficacia de las acciones correctivas se adjuntará toda la documentación del retrabajo al Desvío y se cerrará el mismo con la firma del Responsable técnico, con la posterior entrega a la Gerencia de la Calidad para su resguardo y archivo.

#### 7. Registros aplicables

- FO 06 Formulario de desvíos (vigente)
- FO16 "Desvíos" (vigente)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>PROCEDIMIENTO PO-10</b> Tratamiento de trabajos no conformes	Revisión: PO 10-01-00 Página 5 de 5
----------------------------	--	--

**8. Historial de cambios**

Código del documento	Cambio
PO 10-01-00	Primera versión

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.



**FO. 01-01-04: Registro primario de datos. Vigente desde 01-01-2021**

**Datos de la organización**

Razón social (C): _____	Fecha del ensayo (E): _____
Dirección (D): _____	Turnos a evaluar (I): _____

**Datos de la medición del plano vertical**

Condiciones de operación (F): Completar X donde corresponda	Mañana (8:00-12:59)		Tarde (15:00-18:59)		Noche (19:00-23:00)		
	Estado de calibración (A): Completar X donde corresponda	Vigente	No vigente		Código del instrumento (B):		

Operador: \_\_\_\_\_

Divida la zona vertical en cuatro cuadrantes y tome el valor de la iluminancia en el centro de cada uno. Numérelos para identificarlos.

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	Proyector encendido			Proyector apagado		
	1	2	3	1	2	3
1						
2						
3						
4						

**Control cualitativo**

	Proyector encendido	Proyector apagado
Deslumbramiento de frente al plano vertical:		
Deslumbramiento de espaldas al plano vertical:		

Realizó	Controló	Gerente Técnico

CORRECCIÓN	
------------	--

		Medición	Referencia	Resultado	
Aula	Tendencia central:	#j DIV/0!	500	#j DIV/0!	
	Difusión	#j DIV/0!	0,25	#j DIV/0!	
Pizarrón	Tendencia central:	#j DIV/0!	1000	#j DIV/0!	PROY ENC
	Tendencia central:	#j DIV/0!	1000	#j DIV/0!	PROY APA
Cualitativo	Deslumbramiento alumno	0		no cumple	PROY ENC
	Deslumbramiento docente	0		no cumple	PROY ENC
	Deslumbramiento alumno	0		no cumple	PROY APA
	Deslumbramiento docente	0		no cumple	PROY APA
Veredicto				#j DIV/0!	

## Formulario FO 02-01-03 “Informe de medición”

	INFORME DE ENSAYO	FO. 02-01-03
	Nº	Página 1 de 3

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	
DIRECCIÓN:	
TEL/FAX:	
E-MAIL:	
CONTACTO	

DATOS DEL RECINTO	
Identificación del local	
Ubicación	
Dirección donde se realizó la medición	
Tipo de iluminación	
Cantidad de aparatos de iluminación	
Cantidad de puntos de estudio	

CONDICIONES AMBIENTALES	
Temperatura Inicial [C]:	Temperatura Final [°C]:

REALIZACIÓN DE LAS MEDICIONES	
Fecha de inicio	Fecha de finalización

MÉTODO UTILIZADO		
PO-01	Procedimiento de medición de iluminación	REV. 5

Código de equipo utilizado	Marca	Modelo	Código de certificado de calibración



#### Medición del plano vertical

Punto de estudio (G) (Cuadrante)	Proyector encendido			Proyector apagado		
	1 [lux]	2 [lux]	3 [lux]	1 [lux]	2 [lux]	3 [lux]
1						
2						
3						
4						

#### Control cualitativo

	Proyector encendido	Proyector apagado
Deslumbramiento de frente al plano vertical:		
Deslumbramiento de espaldas al plano vertical:		

#### Resumen de medición y conclusión

De acuerdo a lo especificado en el PO 01 "Medición de iluminancia", en su versión vigente, y de acuerdo a los criterios establecidos en el documento, el resumen de la medición del local es el siguiente:

Factor	Criterio	Valor
Medición del local	$E_{med} \geq 500 \text{ lux}$	
Medición del local	$ E_{min} - E_{med}  / E_{med} \leq 25\%$	
Medición del plano vertical	$E_{medp} \geq 1000 \text{ lux}$	
Control cualitativo	No debe haber deslumbramiento	

Los resultados se relacionan solamente con el local evaluado, en las condiciones y fechas indicadas al inicio de este documento.

Realizó (firma y fecha)	Aprobó (firma y fecha)

## Formulario FO 03-01-01 “Requisición de servicio”

Laboratorio de luminotecnia – Departamento de Ingeniería eléctrica.UTN.BA	Requisición de servicio Nº	FO. 03-01-01
		Página 1 de 1

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	
DIRECCIÓN:	
TEL/FAX:	
E-MAIL:	
CONTACTO	

Estimados,

Por la presente, quien suscribe, ....., en carácter de representante de la organización ..... solicita a ustedes la cotización, programación y realización de la medición de iluminancia en ..... local/es de nuestro establecimiento, identificados como “.....” sito/s en la calle ..... número ....., localidad ..... utilizando el método descrito en el procedimiento PO 01 “Medición de Iluminación” en su versión vigente.

Declaramos aquí que toda la información proporcionada es verídica y actualizada y entendemos que la presentación de este documento no constituye una obligación de prestación del servicio a nosotros hasta tanto se formalice el contacto institucional dado por la llamada de coordinación por parte del Laboratorio.

Tomamos conocimiento que una copia del tratamiento de las quejas está disponible para la consulta de las partes interesadas.

Sin otro particular, esperamos el contacto y los datos de cotización del servicio.

Contacto comercial	Responsable por el cliente	Recibió por el laboratorio

Revisión de contrato	Checklist
¿Son claros los requisitos del cliente?	
¿Tiene el laboratorio capacidad de cumplirlos?	
¿Son adecuados los métodos para cumplirlos?	

Laboratorio de medición de la Universidad Tecnológica Nacional  
Av. Medrano 951, C1179AAQ CABA - Teléfono: 011 4867-7500

**Formulario FO 04-01-00 “Requisición de producto o servicio a proveedores”**

Laboratorio de luminotecnia – Departamento de Ingeniería eléctrica.UTN.BA	Requisición de producto o servicio a proveedores Nº	FO. 04-01-00
		Página 1 de 1

Estimados, solicito a ustedes la cotización de los siguientes elementos:

Servicios	Código de equipo/s	Descripción	Fecha de necesidad	Requisitos técnicos	Otros requisitos
Calibración de equipos					
Reparación de equipos					

Productos	Requisitos técnicos	Otros requisitos	Fecha de necesidad	Descripción
Luxómetro				
Computadora				
Tablet				

Productos o servicios no listados	Descripción	Requisitos técnicos	Otros requisitos	Fecha de necesidad

Responsable del área solicitante: .....

Laboratorio de medición de la Universidad Tecnológica Nacional  
Av. Medrano 951, C1179AAQ CABA - Teléfono: 011 4867-7500

## Formulario FO 05-01-01 “Quejas”

Laboratorio de luminotecnia – departamento de ingeniería eléctrica.UTN.BA	Quejas Nº	FO. 05-01-01
		Página 1 de 1

Fecha de recepción de la queja:

Estimados, se recibe una queja del cliente .....  
por la siguiente situación:

Tipo de queja	Marcar lo que corresponda	Fecha en la que ocurrió el problema	Descripción
Por el servicio			
Por el comportamiento del personal			
Por falta de pago			
Otro			

Se recibió la queja por el siguiente medio: .....

.....  
Firma de relaciones Institucionales

.....  
Firma del responsable técnico

Laboratorio de medición de la Universidad Tecnológica Nacional  
Av. Medrano 951, C1179AAQ CABA - Teléfono: 011 4867-7500

## Formulario FO 06-02-00 “Formulario de desvíos”

Vigencia desde: 01-01-2021	<b>FORMULARIO FO-06</b> Formulario de desvíos	Revisión: FO 06-02-00 Página 1 de 1
----------------------------	--	--

Referencias:

- [x] marcar con x si corresponde la opción señalada
- [s/n] anotar sí o no, según sea la respuesta a la pregunta señalada.
- Si no se aclara, completar con texto.
- En el caso de tener que nominar, utilizar el apellido.
- En el caso de referencias a fechas, indicar según el formato aaaa-mm-dd

Fecha de apertura:

Abrió el desvío: \_\_\_\_\_ Fecha de ocurrencia: \_\_\_\_\_

	Descripción	NC leve [x]	NC grave [x]
Investigación	Documentación adjunta		
	Causa raíz detectada		

	Descripción	Responsable	Plazo	Verificación de la eficacia [s/n]/fecha
Acciones correctivas				

	Se da por cerrado el desvío presente [x]	Se adjunta la documentación pertinente y se entrega a GCA [x]	Se agrega el tema de investigación para la próxima reunión del equipo de mejora[x]	Se recibe de RT, archiva y resguarda la investigación [x]
Cierre				

Firma de Responsable Técnico y fecha	Firma de Gerencia de Calidad y fecha
--------------------------------------	--------------------------------------

Laboratorio de medición de la Universidad Tecnológica Nacional Av. Medrano 951, C1179AAQ CABA - Teléfono: 011 4867-7500

# Formulario FO 07-01-00 “Análisis modal de fallas y efectos (AMFE)”

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTEGSA	<b>FO 07-01-00 Análisis modal de fallas y efectos (AMFE)</b>	FO 07-01-00
--	--	-------------

Fecha de realización:  
 Personas intervinientes:  
 Proceso analizado:

Escala	Gravedad (G)	Probabilidad de ocurrencia (O)	Probabilidad de detección (D)
3	Muy baja	Muy baja	Suceso casi obvio
2 x 3	Baja	Baja	Alta, fácilmente detectable
4 x 6	Moderada	Moderada	Moderada
7 x 8	Alta	Alta	Muy baja
9 x 10	Muy alta	Muy alta	Casi indetectable, muy alta

No podrá desatenderse ningún modo de fallo cuyo IPR supere la calificación "BAJO" y su prioridad de atención esté dada por el valor numérico (a mayor valor, mayor prioridad).

No podrá desatenderse ningún modo de fallo cuyo índice de gravedad sea mayor que 5 puntos. En dicho caso, se atenderá como una situación moderada o alta.

Efecto adverso	Modo de fallo	Causa	Método de detección	Situación actual				Calificación	Acciones recomendadas	Situación proyectada				
				G	O	D	IPR (G x O x D)			G	O	D	IPR (G x O x D)	Calificación
				10	10	10	1000	INDIFERENTE		9	5	6	270	MODERADO
				8	7	6	336	MODERADO		8	5	5	200	BAJO
				8	9	9	648	ALTO		8	5	7	280	MODERADO
							0	BAJO					0	BAJO
							0	BAJO					0	BAJO

**Formulario FO 08-01-00 “Seguimiento de acciones para abordar riesgos”**

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTH-BA	<b>FO 08-01-00 Seguimiento de acciones para abordar riesgos</b>	FO 08-01-00
---	---	-------------

Fecha de realización:  
 Personas involucradas:  
 Proceso analizado:  
 AMFE al que se le da seguimiento:

Acción implementada	Descripción del modo de falla analizado	Método de verificación de la efectividad	Responsable de implementación	Partes interesadas	Resultado de la implementación	Verificado	Situación actual			Calificación
							S	O	D	
									0	BAJO
									0	BAJO
									0	BAJO
									0	BAJO
									0	BAJO

**Formulario FO 09-01-00 “Orden de trabajo”**

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA	<b>ORDEN DE TRABAJO</b>	FO 09-01-00 Página: 1 de 1												
<b>Número de orden:</b>														
<table border="1" style="width: 80%; margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr style="background-color: #cccccc;"> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 20%;">Descripción</th> <th style="width: 20%;">Códigos de recursos afectados</th> <th style="width: 30%;">Descripción de los recursos afectados</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: middle; padding: 10px;">Servicio a cliente</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>								Descripción	Códigos de recursos afectados	Descripción de los recursos afectados	Servicio a cliente			
	Descripción	Códigos de recursos afectados	Descripción de los recursos afectados											
Servicio a cliente														
<p><b>Checklist de acciones a tomar.</b></p> <table border="1" style="width: 80%; margin: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Acciones a tomar con este documento</th> <th style="width: 20%;">Marcar con X una vez realizado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Registro en RO 06 "Registro de órdenes"</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Programación del trabajo/Circuito proveedor</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Trabajo Realizado</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>							Acciones a tomar con este documento	Marcar con X una vez realizado	Registro en RO 06 "Registro de órdenes"	<input type="checkbox"/>	Programación del trabajo/Circuito proveedor	<input type="checkbox"/>	Trabajo Realizado	<input type="checkbox"/>
Acciones a tomar con este documento	Marcar con X una vez realizado													
Registro en RO 06 "Registro de órdenes"	<input type="checkbox"/>													
Programación del trabajo/Circuito proveedor	<input type="checkbox"/>													
Trabajo Realizado	<input type="checkbox"/>													
<b>Emisor</b>		<b>Realizó</b>		<b>Cerró</b>										

















# Formulario FO 18-01-00 “Revisión por la dirección”

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UNESA		FO 18-01-00 Revisión por la Dirección	FO 18-01-00		
Fecha de aplicación:					
PARTICIPANTES:					
<table border="1"> <tr> <td>Temas únicos previos con día 01</td> <td><b>ENTRADAS: TEMA Y DESCRIPCIÓN</b></td> </tr> </table>		Temas únicos previos con día 01	<b>ENTRADAS: TEMA Y DESCRIPCIÓN</b>		
Temas únicos previos con día 01	<b>ENTRADAS: TEMA Y DESCRIPCIÓN</b>				
A	Calidad en las condiciones de trabajo y salarios que sean pertinentes al laboratorio.				
B	Cumplimiento de objetivos.				
C	Atención de los profesores y personal técnico.				
D	Estado de las actividades realizadas por la dirección y docentes.				
E	Resultados de las actividades realizadas.				
F	Actividades realizadas.				
G	Reclamaciones por estudiantes externos.				
H	Calidad en el trabajo y/o que se tenga respecto al estado de las actividades del laboratorio.				
I	Recomendaciones de los docentes y del personal.				
J	Legislación.				
K	Estado de cualquier negocio implementado.				
L	Atención de los recursos.				
M	Resultados de la identificación de los riesgos.				
N	Resultados del seguimiento de la calidad de las actividades.				
O	Otros. Actividades de seguimiento y/o formación (informes del personal general y/o especializado).				
P	Integridad del SDC.				

SALIDAS DE LA REVISION				
	TIPO Y DESCRIPCION	ACCIONES	IMP.	PLAZO
A.	Estado de flujo de efectivo			
B.	Reporte de los resultados del periodo de acuerdo a los criterios contables de la norma			
C.	Políticas de cuentas requeridas			
D.	Calificación de riesgo de cuentas			
E.	Otros			

Estado de flujo de efectivo   
---



Formulario FO 20-01-00 “Lista de verificación ISO/IEC 17025:2017”

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 1 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS
4	REQUISITOS GENERALES				
4.1	Imparcialidad				
4.1.1	¿Las actividades del laboratorio se llevan a cabo de una manera imparcial y estructurada? ¿Se gestionan para salvaguardar la imparcialidad?				
4.1.2	¿La dirección del laboratorio se encuentra comprometida con la imparcialidad?				
4.1.3	¿El laboratorio es responsable de la imparcialidad de sus actividades de laboratorio? ¿No permite que ninguna presión comercial, financiera u otra comprometa la imparcialidad?				
4.1.4	¿El laboratorio identifica los riesgos a su imparcialidad en forma continua?				
	¿La identificación incluye aquellos riesgos que surgen de sus actividades o de sus relaciones, o de las relaciones de su personal? Sin embargo, estas relaciones no necesariamente presentan un riesgo para la imparcialidad del laboratorio. Nota: Una relación que amenaza la imparcialidad del laboratorio se puede basar en la propiedad, gobierno, gestión, personal, recursos compartidos, finanzas, contratos, mercadeo (incluido el desarrollo de marca) y el pago de una comisión de ventas o otro incentivo por referir clientes nuevos, etc.				
4.1.5	¿Si se identifica un riesgo para la imparcialidad, el laboratorio tiene capacidad para demostrar cómo se elimina o minimiza tal riesgo?				
4.2	Confidencialidad				
4.2.1	¿Es el laboratorio responsable, por medio de compromisos ejecutables legalmente, de la gestión de toda la información obtenida o creada durante la ejecución de actividades del laboratorio? ¿Se informa al cliente, con antelación, acerca de la información que pretende poner al alcance del público?				
	¿Excepto por la información que el cliente pone a disposición del público, o cuando lo acuerdan el laboratorio y el cliente (por ejemplo, con el propósito de responder a las quejas), toda otra información se considera información de dominio privado y se considera confidencial?				
4.2.2	Cuando le es requerido al laboratorio por ley, o autorizado por acuerdos contractuales el divulgar información confidencial, ¿el cliente o individuo en cuestión, a menos que esté prohibido por la ley, es notificado sobre la información proporcionada?				
4.2.3	¿La información acerca del cliente, obtenida de fuentes diferentes del cliente (por ejemplo, una persona que presenta una queja, los organismos reglamentarios) es considerada confidencial entre el cliente y el laboratorio? ¿El proveedor (fuente) de esta información se mantiene como confidencial por parte del laboratorio y no se comparte con el cliente, a menos que se haya acordado con la fuente?				
	El personal, incluido cualquier miembro de comité, contratista, personal de organismos externos o individuos que actúen en nombre del laboratorio ¿mantiene la confidencialidad de la información obtenida o creada durante la realización de las actividades del laboratorio?				
5	REQUISITOS RELATIVOS A LA ESTRUCTURA				
5.1	¿El laboratorio es una entidad legal o una parte definida de una entidad legal, que es responsable legalmente de todas sus actividades? Nota: se considera que un laboratorio gubernamental es una entidad legal con base en su estado gubernamental				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 2 de 22
ITEM	TÍTULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS
5.2	¿Se identifica al personal de la dirección que tiene la responsabilidad general del laboratorio?				
5.3	¿Se define y documenta el alcance de actividades de laboratorio que cumplen con la ISO/IEC 17025?				
	¿Se declara conformidad con la ISO/IEC 17025 para el alcance de actividades de laboratorio?				
	¿Se excluyen las actividades del laboratorio suministradas externamente en forma continua?				
5.4	¿El laboratorio lleva a cabo sus actividades de manera que cumpla los requisitos de la ISO/IEC 17025, de los clientes del laboratorio, de las autoridades de reglamentación y de las organizaciones que otorgan reconocimiento?				
	¿Se incluyen las actividades del laboratorio realizadas en todas sus instalaciones permanentes, en sitios fuera de sus instalaciones permanentes y en instalaciones temporales o móviles asociados, o en las instalaciones del cliente?				
5.5	a) ¿El laboratorio define la estructura organizacional y de gestión del laboratorio, su lugar en la casa matriz, y las relaciones entre la dirección, las operaciones técnicas y los servicios de soporte?				
	b) ¿Se especifica la responsabilidad, la autoridad y la interrelación de todo el personal que gestiona, realiza y verifica trabajo que afecta los resultados de las actividades del laboratorio?				
	c) ¿Se documentan los procedimientos en la medida necesaria para asegurar la aplicación coherente de las actividades y la validez de los resultados?				
5.6	¿El laboratorio cuenta con personal que, independientemente de otras responsabilidades, tenga la autoridad y los recursos necesarios para llevar a cabo sus tareas, que incluyen:				
	a) la implementación, el mantenimiento y la mejora del sistema de gestión;				
	b) la identificación de las desviaciones con relación al sistema de gestión, o con relación a los procedimientos de ejecución de las actividades del laboratorio;				
	c) el inicio de acciones para prevenir o minimizar tales desviaciones;				
	d) informar a la dirección del laboratorio acerca del desempeño del sistema de gestión y de cualquier necesidad de mejora; y				
	e) asegurar la eficacia de las actividades del laboratorio.				
5.7	¿La dirección del laboratorio asegura que:				
	a) haya comunicación acerca de la eficacia del sistema de gestión y sobre la importancia de cumplir los requisitos del cliente y otros requisitos.				
	b) la integridad del sistema de gestión se mantiene cuando se implementan cambios al sistema de gestión				
6	REQUISITOS DE LOS RECURSOS				
6.1	Generalidades				
6.1	¿El laboratorio tiene disponibles el personal, las instalaciones, el equipo, los sistemas y los servicios de soporte necesarios para gestionar y llevar a cabo sus actividades de laboratorio?				
6.2	Personal				
6.2.1	¿Todo el personal del laboratorio, ya sea interno o externo, que puede influir en las actividades del laboratorio obra imparcialmente, es competente y trabaja de acuerdo con el sistema de gestión del laboratorio?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 3 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
6.2.2	El laboratorio debe documentar los requisitos de competencia para cada función que influye en los resultados de las actividades del laboratorio, incluidos los requisitos para educación, calificación, formación, conocimiento técnico, habilidades y experiencia.				
6.2.3	¿El laboratorio asegura que el personal tenga la competencia para realizar las actividades de laboratorio de las cuales es responsable y evalúa la significancia de desviaciones?				
6.2.4	¿La dirección del laboratorio comunica al personal sus deberes, responsabilidades y autoridades?				
6.2.5	¿El laboratorio cuenta con procedimientos y conserva registros para:				
	a) determinar los requisitos de competencia;				
	b) selección del personal;				
	c) formación del personal;				
	d) supervisión del personal;				
	e) autorización del personal;				
6.2.6	¿El laboratorio autoriza al personal para llevar a cabo actividades del laboratorio específicas, incluidas pero no limitadas a las siguientes:				
	a) desarrollar, modificar, verificar y validar métodos;				
	b) analizar los resultados, incluidas las declaraciones de conformidad o las opiniones e interpretaciones; y				
	c) reportar, revisar y autorizar los resultados.				
6.3	Instalaciones y Condiciones Ambientales				
6.3.1	¿Las instalaciones y las condiciones ambientales son adecuadas para las actividades del laboratorio y no afectan adversamente la validez de los resultados?				
	Nota: Las instalaciones y las condiciones ambientales deben ser adecuadas para las actividades del laboratorio y no deben afectar adversamente la validez de los resultados.				
6.3.2	¿Se documentan los requisitos para las instalaciones y las condiciones ambientales necesarias para realizar las actividades del laboratorio?				
6.3.3	¿El laboratorio hace seguimiento, controla y registra las condiciones ambientales de acuerdo con especificaciones, métodos y procedimientos pertinentes, o cuando influyen en la validez de los resultados?				
6.3.4	¿Se implementan medidas para controlar las instalaciones, hacerles seguimiento y revisarlas periódicamente?				
	¿Las medidas incluyen, pero no se limitan a:				
	a) acceso y uso de áreas que afecten las actividades del laboratorio;				
	b) prevención de contaminación, interferencia o influencias adversas en las actividades del laboratorio;				
	c) separación eficaz entre áreas en las cuales hay actividades de laboratorio incompatibles?				
6.3.5	¿Se aseguran los requisitos relacionados con las instalaciones y condiciones ambientales de la ISO/IEC 17025 cuando el laboratorio realiza actividades de laboratorio en sitios o instalaciones que están fuera de su control permanente?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 4 de 22	
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS	
6.4	Equipamiento					
	¿El laboratorio tiene acceso al equipamiento, incluidos pero sin limitarse a, instrumentos de medición, software, patrones de medición, materiales de referencia, datos de referencia, reactivos, consumibles o los aparatos auxiliares que se requieren para el correcto desempeño de las actividades del laboratorio y aquellas que pueden influir en los resultados?					
6.4.1	<p>Nota 1: Existen muchos nombres para designar los materiales de referencia y los materiales de referencia certificados, incluyendo normas de referencia, calibración, materiales de referencia y materiales de control de calidad.</p> <p>Los materiales de referencia de fabricantes que cumplen los requisitos de ISO 17034 se suministran con una hoja de información o certificado de producto que especifica, entre otras características, homogeneidad y estabilidad de las propiedades específicas y para los materiales de referencia certificados, específicas propiedades con valores certificados, las mediciones de incertidumbre asociadas y la trazabilidad metrológica.</p> <p>Se deberían utilizar materiales de referencia de fabricantes que cumplan ISO 17034.</p> <p>Nota 2: La guía ISO 33 proporciona orientación en la selección y uso de materiales de referencia.</p> <p>La Guía ISO 80 proporciona orientación para producir materiales de referencia en forma interna.</p>					
6.4.2	¿El laboratorio asegura que se cumplen los requisitos de la ISO/IEC 17025 para los equipos que usa y se encuentran fuera de su control permanente?					
6.4.3	¿Cuenta con un procedimiento para el manejo, transporte, almacenamiento, uso y mantenimiento planificado del equipo para asegurar el funcionamiento apropiado y con el fin de evitar contaminación o deterioro?					
6.4.4	¿Se verifica que el equipo cumple los requisitos especificados, antes de ser instalado o reinstalado para su servicio?					
6.4.5	¿El equipo usado para medición está en capacidad de lograr la exactitud de la medición y la incertidumbre de la medición requeridas para obtener un resultado válido?					
6.4.6	<p>¿El equipo de medición se calibra cuando:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La exactitud o la incertidumbre de la medición afectan la validez del resultado informado,</li> <li>- Se requiere la calibración de los equipos para establecer la trazabilidad metrológica de los resultados informados?</li> </ul> <p>Nota: Los tipos de equipos que tienen efecto sobre la validez de los resultados informados pueden incluir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ los usados para la medición directa de la magnitud objeto de medición, por ejemplo, el uso de una balanza para llevar a cabo una medición de la masa;</li> <li>✓ los usados para hacer correcciones al valor medido, por ejemplo, las mediciones de temperatura;</li> <li>✓ los usados para obtener un resultado de medición calculado a partir de múltiples mediciones."</li> </ul>					
6.4.7	¿Se establece un programa de calibración, el cual se revisa y ajusta según sea necesario, para mantener la confianza en el estado de la calibración?					
6.4.8	¿Todos los equipos que requieran calibración o que tengan un periodo de validez definido se etiquetan, codifican o identifican de otra manera para permitir que el usuario de los equipos identifique fácilmente el estado de la calibración o el periodo de validez?					
6.4.9	¿Los equipos que se hayan sometido a sobrecarga o a uso inadecuado dan resultados cuestionables o que se han demostrado que son defectuosos o que están por fuera de los requisitos especificados, se sacan de servicio?					

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 5 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	¿Se aíslan para impedir su uso o etiquetan o marcan claramente indicando que están fuera de servicio hasta que se haya verificado que funcionan correctamente?				
	¿El laboratorio examina el efecto del defecto o de la desviación con relación a los requisitos especificados, e inicia la gestión del procedimiento de trabajo no conforme? (ver 7.10)				
6.4.10	Cuando se necesitan comprobaciones intermedias para mantener confianza en el desempeño del equipo, estas comprobaciones ¿se llevan a cabo de acuerdo con un procedimiento?				
6.4.11	Cuando los datos de calibración y de los materiales de referencia incluyen valores de referencia o factores de corrección, ¿el laboratorio asegura que los valores de referencia y los factores de corrección se actualizan e implementan, según sea apropiado, para cumplir con los requisitos especificados?				
6.4.12	¿Se toman medidas viables para evitar ajustes no previstos del equipo que invalidarían los resultados?				
6.4.13	Se llevan registros de los equipos que pueden influir en las actividades del laboratorio.				
	¿Los registros incluyen al menos lo siguiente:				
	a) la identificación del equipo, incluida la versión del software y del firmware;				
	b) el nombre del fabricante, la identificación del tipo y el número de serie u otra identificación única;				
	c) evidencia de la verificación de que el equipo cumple los requisitos especificados;				
	d) la ubicación actual;				
	e) las fechas de la calibración, los resultados de las calibraciones, los ajustes, los criterios de aceptación y la fecha de la próxima calibración o el intervalo de calibración;				
	f) la documentación de los materiales de referencia, los resultados, los criterios de aceptación, las fechas pertinentes y el período de validez;				
	g) el plan de mantenimiento y el mantenimiento llevado a cabo hasta la fecha, en donde sea pertinente para el desempeño del equipo;				
h) detalles de cualquier daño, mal funcionamiento, modificación o reparación hecha al equipo.					
6.5	Trazabilidad Metroológica				
6.5.1	¿El laboratorio establece y mantiene la trazabilidad metroológica de los resultados de sus mediciones por medio de una cadena ininterrumpida documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de la medición, y establece un vínculo con la referencia apropiada?				
	Nota 1: En la ISO/IEC Guide 99, se define trazabilidad metrología como la "propiedad de un resultado de una medida por la cual el resultado puede relacionarse con una referencia mediante una cadena ininterrumpida y documentada de calibraciones, cada una de las cuales contribuye a la incertidumbre de medida.				
	Nota 2: Véase en el Anexo A información adicional sobre trazabilidad metroológica.				
	<i>En caso que la calibración de los equipos utilizados en los ensayos no sea un factor significativo en el resultado, el laboratorio debe tener evidencia cuantitativa para demostrar que la contribución asociada a los resultados de medición y a la incertidumbre de medición del ensayo es insignificante. Por lo tanto, en estos casos, la trazabilidad no requiere ser demostrada</i>				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 6 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
6.5.2	Se asegura que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de uno de los siguientes:				
6.5.2 a)	a) calibración proporcionada por un laboratorio competente; Nota 1: Los laboratorios que cumplen con los requisitos de este documento se consideran competentes.				
6.5.2 b)	b) valores certificados o materiales de referencia proporcionados por fabricantes competentes con trazabilidad metrológica establecida al SI; Nota 2: Los fabricantes de materiales de referencia que cumplen con los requisitos de ISO 17034 se consideran competentes				
	<i>C6.5.2 b) Se considera válida la trazabilidad establecida a través de los valores asignados a MRC producidos por un Instituto Nacional de Metrología e incluidos en el KCDB BIPM o producido por un Productor de Material de Referencia acreditado según la IRAM/ISO/IEC 17034 vigente. Los valores asignados a MRC cubiertos en la base de datos de la JCTML son considerados como válidos para establecer trazabilidad.</i>				
6.5.2 c)	c) realización directa de unidades del SI que se asegura mediante comparación directa o indirecta con patrones nacionales o internacionales. Nota 3: En el folleto de SI se proporcionan detalles de la realización práctica de las definiciones de algunas unidades importantes.				
6.5.3	Cuando la trazabilidad metrológica a unidades del SI no sea técnicamente posible, ¿el laboratorio demuestra trazabilidad metrológica a una referencia apropiada? como por ejemplo:				
6.5.3 a)	a) valores certificados de materiales de referencia certificados suministrados por un fabricante competente;				
	<i>C6.5.3 a) Se considera válida la trazabilidad establecida a través de los valores asignados a MRC producidos por un Instituto Nacional de Metrología e incluidos en el KCDB BIPM o producido por un Productor de Material de Referencia acreditado según la IRAM/ISO/IEC 17034 vigente. Los valores asignados a MRC cubiertos en la base de datos de la JCTML son considerados como válidos para establecer trazabilidad.</i>				
6.5.3 b)	b) resultados de los procedimientos de medición de referencia, métodos especificados o normas de consenso que están descritos claramente y son aceptados en el sentido de que dan resultados de medición adecuados para su uso previsto y que se aseguran mediante comparación adecuada.				
6.6	Productos y Servicios Suministrados Externamente				
6.6.1	El laboratorio se asegura de que los productos y servicios suministrados externamente, que afectan a las actividades del laboratorio, sean adecuados y utilizados únicamente cuando estos productos y servicios:				
	a) están previstos para incorporación a las actividades propias del laboratorio;				
	b) se suministran, en parte o completamente, directamente al cliente por el laboratorio, como se reciben del proveedor externo;				
	c) se usan para apoyar la operación del laboratorio.				
	Nota: Los productos pueden incluir, por ejemplo, patrones de referencia y equipos de medición, equipos auxiliares, materiales consumibles y materiales de referencia. Los servicios pueden incluir, por ej., servicios de calibración, servicios de muestreo, servicios de ensayo, servicios de mantenimiento de instalaciones y equipos, servicios de ensayos de aptitud, y servicios de evaluación y de auditoría				
6.6.2	¿Se cuenta con un procedimiento y se conserva registros para:				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 7 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	a) definir, revisar y aprobar los requisitos del laboratorio para productos y servicios suministrados externamente;				
	b) definir los criterios para la evaluación, selección, seguimiento del desempeño y reevaluación de los proveedores externos;				
	c) asegurar que los productos y servicios suministrados externamente cumplen los requisitos establecidos por el laboratorio, o cuando sean aplicables, los requisitos pertinentes de este documento, antes de que dichos productos o servicios se usen o se suministren al cliente;				
	d) emprender acciones que surjan de las evaluaciones, seguimiento del desempeño y reevaluaciones de los proveedores externos?				
6.6.3	¿Comunica el laboratorio a los proveedores externos sus requisitos para:				
	a) los productos y servicios que se van a suministrar;				
	b) los criterios de aceptación;				
	c) la competencia, incluida cualquier calificación de personal requerida.				
	d) las actividades que el laboratorio o sus clientes pretendan llevar a cabo en instalaciones externas del proveedor?				
7	<b>REQUISITOS DEL PROCESO</b>				
7.1	<b>Revisión de Solicitudes, Ofertas y Contratos</b>				
7.1.1	¿Se cuenta con un procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos?				
	¿El procedimiento para la revisión de solicitudes, ofertas y contratos asegura que:				
	a) los requisitos se definan, documenten y comprendan adecuadamente;				
	b) el laboratorio cuente con la capacidad y los recursos para cumplir los requisitos				
	c) cuando se utilizan proveedores externos, se aplican los requisitos del apartado 6.8 y el laboratorio informe al cliente sobre las actividades del laboratorio específicas que serán realizadas por proveedores externos y obtenga la aprobación del cliente;				
	Nota: Se presentan actividades del laboratorio suministradas externamente cuando: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ el laboratorio tiene los recursos y las competencias para llevar a cabo las actividades, sin embargo, por razones imprevistas no tiene la capacidad de llevarlas a cabo en parte o totalmente.</li> <li>✓ El laboratorio no tiene los recursos o la competencia para llevar a cabo las actividades</li> </ul>				
	d) se seleccionen los métodos o procedimientos adecuados y que estén en capacidad de cumplir los requisitos del cliente; Nota: Para clientes internos o rutinarios, las revisiones de las solicitudes, ofertas y contratos se pueden llevar a cabo de una manera simplificada.				
7.1.2	¿Se informa al cliente cuando el método solicitado por el cliente se considere inapropiado o desactualizado?				
7.1.3	Cuando el cliente solicite una declaración de conformidad con una especificación o norma para el ensayo o calibración (por ejemplo, aprueba/no aprueba, dentro de tolerancia/fuera de tolerancia) ¿se define claramente la especificación o la norma y la regla de decisión?				
	A menos que sea inherente a la especificación o a la norma, la regla de decisión seleccionada ¿se comunica y acuerda con el cliente?				
	Nota: Para mayor orientación sobre declaraciones de conformidad, consulte la Guía ISO/IEC 98-4.				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 8 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
7.1.4	¿Cualquier diferencia entre la solicitud o la oferta y el contrato se resuelve antes de que el laboratorio inicie cualquier actividad?				
	¿Cada contrato es aceptable tanto para el laboratorio como para el cliente?				
	¿Las desviaciones solicitadas por el cliente no tienen impacto sobre la integridad del laboratorio o sobre la validez de los resultados?				
7.1.5	¿Se informa al cliente de cualquier desviación del contrato?				
7.1.8	¿Se repite la revisión de contrato si un contrato es corregido después de que el trabajo ha comenzado?				
	¿Las correcciones se comunican al personal afectado?				
7.1.7	<p>¿El laboratorio coopera con los clientes o con sus representantes para aclarar las solicitudes de los clientes y hacer seguimiento al desempeño del laboratorio en relación con el trabajo realizado?</p> <p>Nota: Esta cooperación puede incluir:</p> <p>a) brindar acceso razonable a las áreas pertinentes del laboratorio para atestiguar actividades de laboratorio específicas del cliente;</p> <p>b) preparación, empaque y despacho de ítems que necesita el cliente para propósitos de verificación</p>				
7.1.8	¿Se conservan registros de revisiones, incluido cualquier cambio significativo?				
	¿Se conservan registros de las discusiones pertinentes con los clientes acerca de los requisitos de estos, o de los resultados de las actividades del laboratorio?				
7.2	Selección, Verificación y Validación de Métodos				
7.2.1	Selección y verificación de métodos				
7.2.1.1	Se usan métodos y procedimientos apropiados para todas las actividades del laboratorio y, cuando sea apropiado, para la evaluación de la incertidumbre de las mediciones, al igual que las técnicas estadísticas para el análisis de datos.				
	Nota: Para los laboratorios de calibración, "método", como se usa en este documento, se puede considerar sinónimo de "procedimiento de medición" como se define en ISO/IEC Guide 99				
7.2.1.2	Todos los métodos, procedimientos y documentación de soporte, tales como instrucciones, normas, manuales y datos de referencia pertinentes a las actividades del laboratorio se mantienen actualizados y disponibles fácilmente para el personal (ver 8.3).				
7.2.1.3	¿Se asegura que se utiliza la versión más reciente de un método, a menos que no sea adecuado o posible de llevar a cabo?				
	<p>Cuando sea necesario, ¿la aplicación del método se complementa con detalles adicionales para asegurar su aplicación en forma coherente?</p> <p>Nota: Las normas nacionales, regionales o internacionales u otras especificaciones reconocidas que contengan información suficiente y concisa acerca de cómo realizar las actividades del laboratorio no necesitan ir complementadas o reescritas como procedimientos internos si están redactadas de manera que puedan ser usadas por el personal operativo del laboratorio. Puede ser necesario suministrar documentación adicional para los pasos opcionales en el método, o detalles adicionales.</p>				
7.2.1.4	Cuando el cliente no especifica el método por usar, ¿el laboratorio selecciona un método apropiado e informa al cliente acerca del método escogido?				
	Se recomiendan los métodos publicados en normas internacionales, regionales o nacionales o por organizaciones técnicas de confianza, o en textos o revistas científicas pertinentes, o como lo especifique el fabricante del equipo.				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 9 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS
	También se pueden usar métodos desarrollados en laboratorio o modificados, o métodos adoptados por el laboratorio.				
7.2.1.5	¿El laboratorio verifica que puede llevar a cabo apropiadamente los métodos antes de introducirlos asegurando que se pueda lograr el desempeño requerido?				
	¿Se conservan registros de la verificación?				
	Si el método es modificado por el organismo que lo publicó, ¿se repite la verificación en la extensión necesaria?				
7.2.1.6	Cuando se requiere desarrollar un método, ¿se realiza mediante una actividad planificada y se asigna personal competente equipado con recursos adecuados?				
	¿Se llevan a cabo revisiones periódicas a medida que se desarrolla el método para verificar que se sigan satisfaciendo las necesidades del cliente?				
	¿Cualquier cambio al plan de desarrollo está aprobado y autorizado?				
7.2.1.7	¿Desviaciones de los métodos para todas las actividades del laboratorio ocurren solamente si la desviación está documentada, justificada técnicamente, autorizada y aceptada por el cliente?				
	Nota: La aceptación del cliente con relación a las desviaciones se puede acordar previamente en el contrato.				
7.2.2	Validación de los métodos				
7.2.2.1	¿El laboratorio valida los métodos no estándar, los métodos desarrollados en laboratorio y los métodos estándar usados por fuera de su alcance previsto o de otra forma modificados?				
	¿La validación es tan amplia como sea necesario para satisfacer las necesidades de la aplicación o del campo de aplicación dados?				
	Nota 1: La validación puede incluir procedimientos para muestreo, manejo y transporte de los ítems de ensayo o calibración				
	Nota 2: Las técnicas usadas para la validación del método pueden ser una de las siguientes o una combinación de ellas: a) calibración y/o evaluación del sesgo y precisión usando patrones de referencia o materiales de referencia; b) una evaluación sistemática de los factores que influyen en el resultado; c) la robustez del método de ensayo a través de la variación de parámetros controlados tales como la temperatura de la incubadora, el volumen suministrado, etc.; d) la comparación de los resultados logrados con otros métodos validados; e) comparaciones interlaboratorio; f) evaluación de la incertidumbre de la medición de los resultados con base en el entendimiento de los principios teóricos de los métodos y en la experiencia práctica del desempeño del método de muestreo o ensayo				
7.2.2.2	Cuando se hacen cambios a un método validado, ¿se documenta la influencia de estos cambios?				
	Cuando se encuentra que los cambios estos afectan la validación inicial, ¿se lleva a cabo una nueva validación?				
7.2.2.3	¿Las características de desempeño de los métodos de validación evaluados para el uso previsto, son pertinentes para las necesidades del cliente y son coherentes con los requisitos especificados?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 10 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	Nota: Ejemplos de criterios de desempeño pueden incluir, pero no se limitan a, el rango de medición, la exactitud, la incertidumbre de la medición de los resultados, el límite de detección, el límite de cuantificación, la selectividad del método, la linealidad, la repetibilidad o la reproducibilidad, la resistencia contra influencias externas o la sensibilidad cruzada contra interferencia de la matriz de la muestra u objeto de ensayo y el sesgo				
	El laboratorio conserva los siguientes registros de validación:				
	a) el procedimiento de validación usado;				
	b) la especificación de los requisitos;				
7.2.2.4	c) la determinación de las características de desempeño de los métodos;				
	d) los resultados obtenidos;				
	e) una declaración de la validez del método, especificando en detalle su aptitud para el uso previsto				
7.3	Muestreo				
	¿El laboratorio tiene un plan y método de muestreo cuando realiza el muestreo de sustancias, materiales o productos para el subsiguiente ensayo o calibración?				
7.3.1	¿El procedimiento de muestreo considera todos los factores que se van a controlar, para asegurar la validez de los resultados de ensayo o de calibración posteriores?				
	¿El plan y el método de muestreo están disponibles en el sitio en el que se lleva a cabo el muestreo?				
	Siempre que sea razonable, ¿los planes de muestreo están basados en métodos estadísticos apropiados?				
	¿El plan de muestreo describe:				
	a) la selección de muestras o sitios,				
	b) el plan de muestreo,				
7.3.2	c) la preparación y tratamiento de muestra(s) de una sustancia, material o producto para obtener el ítem requerido para su posterior ensayo o calibración?				
	Nota: Cuando se reciben en el laboratorio, se puede requerir manipulación adicional como se especifica en el apartado 7.4.				
	¿Se conservan los registros de los datos de muestreo que forman parte del ensayo o calibración que se realiza?				
	¿Estos registros incluyen, cuando sea pertinente:				
	a) referencia al método de muestreo usado;				
	b) la fecha y hora del muestreo;				
7.3.3	c) los datos para identificar y describir la muestra (por ejemplo, número, cantidad, nombre);				
	d) la identificación del personal que realiza el muestreo;				
	e) la identificación del equipo utilizado;				
	f) las condiciones ambientales o de transporte;				
	g) diagramas u otros medios equivalentes para identificar el lugar del muestreo, cuando sea apropiado				
	h) desviaciones, adiciones a, o exclusiones del método y plan de muestreo?				
7.4	Manipulación de los Ítems de Ensayo o Calibración				
7.4.1	¿Se cuenta con un procedimiento para el transporte, recepción, manejo, protección, almacenamiento, retención y disposición o retorno de los ítems de ensayo o calibración, incluidas todas las disposiciones necesarias para proteger la integridad del ítem de ensayo o calibración, y para proteger los intereses del laboratorio y del cliente?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 11 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	¿Se toman precauciones para evitar deterioro, contaminación, pérdida o daño del ítem durante el manejo, transporte, almacenamiento/espera, y preparación para el ensayo o calibración?				
	¿Se siguen las instrucciones de manejo suministradas con el ítem?				
7.4.2	¿El laboratorio cuenta con un sistema para identificar sin ambigüedades los ítems de ensayo o de calibración?				
	¿La identificación se conserva mientras el ítem esté bajo la responsabilidad del laboratorio?				
	¿El sistema asegura que los ítems no se puedan confundir físicamente, o cuando se haga referencia a ellos en registros o en otros documentos?				
	¿El sistema, si es apropiado, permite la subdivisión de un ítem o grupos de ítems y la transferencia de ítems?				
7.4.3	Al recibir el ítem de calibración o ensayo, ¿se registran las desviaciones de las condiciones especificadas?				
	Cuando existe duda acerca de la idoneidad de un ítem para ensayo o calibración, o cuando un ítem no cumple con la descripción suministrada, ¿el laboratorio consulta al cliente para más instrucciones antes de proceder, y registra los resultados de esta consulta?				
	Cuando el cliente exige que el ítem sea ensayado o calibrado reconociendo una desviación de las condiciones especificadas ¿el laboratorio incluye en el informe un descargo de responsabilidad en el que se indique cuales resultados pueden ser afectados por la desviación?				
7.4.4	Cuando los ítems se tengan que almacenar o acondicionar en condiciones ambientales especificadas, ¿estas condiciones se mantienen, se les hace seguimiento y se registran?				
7.5	Registros Técnicos				
7.5.1	¿El laboratorio asegura que los registros técnicos para cada actividad de laboratorio contengan el informe de los resultados e información suficiente para facilitar, si es posible, la identificación de los factores que afectan los resultados de la medición y la incertidumbre de las mediciones asociadas y posibiliten la repetición de la actividad del laboratorio en condiciones lo más cercanas posibles a las originales?				
	¿Los registros técnicos incluyen la fecha y la identidad del personal responsable de cada actividad del laboratorio y de comprobar los datos y los resultados?				
	¿Las observaciones, datos y cálculos originales se registran en el momento en que se hacen y son identificables con la tarea específica?				
7.5.2	¿El laboratorio asegura que las modificaciones a los registros técnicos puedan ser trazables a versiones anteriores y a las observaciones originales?				
	¿Se conserva tanto los datos originales como los modificados, incluida la fecha de la alteración, una indicación de los aspectos alterados y de los responsables de las alteraciones?				
7.6	Evaluación de la Incertidumbre de la Medición				
7.6.1	¿Se identifica la contribución de la incertidumbre de medición?				
	Cuando se evalúa la incertidumbre de la medición, ¿se tienen en cuenta todas las contribuciones que son significativas, incluidas aquellas que surgen del muestreo, utilizando los métodos apropiados de análisis?				
7.6.2	Si el laboratorio realiza calibraciones, incluidas las de sus propios equipos, ¿evalúa la incertidumbre de la medición para todas las calibraciones?				
7.6.3	Si es un laboratorio que realiza ensayos ¿evalúa la incertidumbre de la medición?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 12 de 22
ITEM	TÍTULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS
	<p>Cuando el método de ensayo imposibilita una evaluación rigurosa de la incertidumbre de medición, ¿se hace una estimación razonable de su magnitud con base en el entendimiento de los principios teóricos del método y en la experiencia en la ejecución del método de muestreo?</p> <p>Nota 1: En los casos en que un método de ensayo reconocido especifica límites para los valores de las principales fuentes de incertidumbre de la medición, y especifica la forma de presentación de los resultados calculados, se considera que el laboratorio ha cumplido con el apartado 7.6.3 siguiendo las instrucciones del método de ensayo e informando las instrucciones</p> <p>Nota 2: Para un método en particular en el que la incertidumbre de la medición de los resultados se haya establecido y verificado, no se necesita evaluar la incertidumbre de la medición para cada resultado, si el laboratorio puede demostrar que los factores críticos de influencia identificados están bajo control</p> <p>Nota 3: Para información adicional, véase la ISO/IEC Guide 98-3, la Norma ISO 21748 y la serie de Normas ISO 5725</p>				
7.7	Aseguramiento de la Validez de los Resultados				
	¿Cuenta con un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados?				
	¿Los datos resultantes se registran de manera que las tendencias sean detectables y en donde sea viable, se aplican técnicas estadísticas para la revisión de los resultados?				
	¿El seguimiento de la validez de los resultado se planifica y revisa e incluye, en donde sea apropiado, lo siguiente, pero sin limitarse a:				
	a) uso de materiales de referencia o materiales de control de calidad;				
	b) uso de instrumentación alternativa que ha sido calibrada para obtener resultados trazables;				
7.7.1	c) comprobaciones funcionales del equipamiento de ensayo y de medición;				
	d) uso de patrones de verificación o patrones de trabajo con gráficos de control, cuando sea aplicable;				
	e) comprobaciones intermedias en los equipos de medición;				
	f) repetición de calibraciones o ensayos usando los mismos métodos o métodos diferentes;				
	g) reensayo o recalibración de los ítems retenidos;				
	h) correlación de resultados para diferentes características de un ítem;				
	i) revisión de los resultados informados;				
	j) comparaciones intralaboratorio;				
	k) ensayos ciegos.				
	¿El laboratorio hace seguimiento de su desempeño mediante comparación con los resultados de otros laboratorios, en donde estén disponibles y sean apropiadas?				
	¿El seguimiento del desempeño mediante comparación se debe planificar y revisar e incluye, pero no se limitar a, una o ambas de las siguientes:				
7.7.2	a) participación en ensayos de aptitud;				
	Nota 1: La ISO/IEC 17043 contiene información adicional sobre los ensayos de aptitud y los proveedores de ensayos de aptitud. Se consideran competentes los proveedores de ensayos de aptitud que cumplen con la ISO/IEC 17043.				
	b) participación en comparaciones interlaboratorio diferentes de ensayos de aptitud?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 13 de 22	
ITEM	TÍTULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS	
7.7.3	¿Los datos de las actividades de seguimiento se analizan y usan tanto para controlar y, cuando sea aplicable, mejorar las actividades del laboratorio?					
	Si se encuentra que los resultados de los análisis de datos de las actividades de seguimiento están por fuera de criterios predefinidos, ¿se deben tomar las acciones apropiadas para evitar que se informen resultados incorrectos?					
C7.7.3	<i>C7.7.3 Cuando de su participación en ensayos de aptitud, el laboratorio obtenga resultados no satisfactorios debe dar aviso al OAA de dichos resultados</i>					
7.8	Informe de Resultados					
7.8.1	Generalidades					
7.8.1.1	¿Los resultados se revisan y autorizar antes de su liberación?					
7.8.1.2	¿Los resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva, usualmente en un informe (por ejemplo, un informe de ensayo o un certificado de calibración o informe de muestreo), e incluyen toda la información acordada con el cliente y necesaria para la interpretación de los resultados y toda la información exigida en el método usado?					
	Todos los informes expedidos se conservan como registros técnicos					
	Nota 1: Para el propósito de este documento, los informes de ensayo y los certificados de calibración se denominan algunas veces certificados de ensayo e informes de calibración respectivamente Nota 2: Se pueden expedir informes impresos o en medio electrónico, siempre y cuando se cumplan los requisitos de este documento					
7.8.1.3	En caso de un acuerdo con el cliente, los resultados se pueden informar de una manera simplificada.					
	Cualquier información enumerada de 7.8.2 a 7.8.7 que no se informe al cliente ¿está disponible fácilmente?					
7.8.2	Requisitos comunes para los Informes (ensayo, calibración o muestreo)					
7.8.2.1	¿Cada informe incluye al menos la siguiente información, a menos que el laboratorio tenga razones válidas para no hacerlo, minimizando así cualquier posibilidad de interpretaciones equivocadas o de uso incorrecto:					
	a) Un título (por ejemplo, "Informe de ensayo", "Certificado de calibración" o "Informe de muestreo");					
	b) el nombre y la dirección del laboratorio;					
	c) el lugar en que se realizan las actividades del laboratorio, incluido cuando se realizan en las instalaciones del cliente o en sitios alejados de las instalaciones permanentes del laboratorio, o en instalaciones temporales o móviles asociadas.					
	d) una identificación única de que todos sus componentes se reconocen como una parte de un informe completo y una clara identificación del final					
	e) el nombre y la información de contacto del cliente;					
	f) la identificación del método usado;					
	<i>C7.8.2.1 f) La identificación del método normalizado debe incluir versión o fecha de publicación dado por la organización que emite la metodología. El laboratorio debe indicar en los informes si la versión del método normalizado no corresponde a la última versión publicada. Quedan exceptuados de este requisito los casos en que existan circunstancias demostradas que obliguen al laboratorio a usar versiones anteriores (fundamentalmente por exigencias reglamentarias que exijan el uso de dicha versión o de un dueño de un esquema de certificación de productos, por ej. laboratorios de ensayos eléctricos)</i>					

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 14 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS
	g) una descripción, una identificación inequívoca y, cuando sea necesario, la condición del ítem;				
	h) la fecha de recepción del(los) ítem(s) de calibración o ensayo, y la fecha del muestreo, en donde esto sea crítico para la validez y aplicación de los resultados;				
	i) la(s) fecha(s) de ejecución de la actividad de laboratorio;				
	j) la fecha de emisión del informe;				
	k) referencia al plan y método de muestreo usados por el laboratorio u otros organismos, en donde sean de pertinencia para la validez o aplicación de los resultados;				
	l) una declaración acerca de que los resultados se relacionan solamente con los ítems ensayados, calibrados o de muestreo;				
	m) los resultados con las unidades de medición, en donde sea apropiado;				
	n) adiciones, desviaciones o exclusiones del método.				
	o) identificación de la persona que autoriza el informe;				
	<i>C7.8.2.1 g) Los informes deben ser firmados por la persona que lo autorizó</i>				
	p) una identificación clara cuando los resultados provengan de proveedores externos;				
7.8.2.1	Nota: La inclusión de una declaración que especifique que sin la aprobación del laboratorio no se debe reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, puede proporcionar seguridad de que partes de un informe no se sacan de contexto.				
	¿El laboratorio es responsable de toda la información suministrada en el informe, excepto cuando la información la suministre el cliente?				
	¿Hay una identificación clara cuando los datos los suministra el cliente?				
7.8.2.2	Además, ¿en el informe se incluye un descargo de responsabilidad cuando la información sea proporcionada por el cliente y pueda afectar la validez de los resultados?				
	Cuando el laboratorio no ha sido responsable de la etapa de muestreo (por ejemplo, la muestra la ha suministrado el cliente), ¿en el informe se indica que los resultados se aplican a la muestra cómo se recibió?				
7.8.3	Requisitos específicos para los informes de ensayo				
	¿Además de los requisitos del apartado 7.8.2, los informes de ensayo incluyen lo siguiente, cuando sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo:				
	a) información sobre las condiciones específicas del ensayo, tales como condiciones ambientales;				
	b) en donde sea pertinente, una declaración de la conformidad con requisitos o especificaciones (7.8.6);				
7.8.3.1	c) cuando sea aplicable, la incertidumbre de la medición presentada en la misma unidad que la de la magnitud objeto de medición o en un término relativo a dicha magnitud (por ejemplo, porcentaje) cuando: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ sea pertinente a la validez o aplicación de los resultados de ensayo;</li> <li>✓ las instrucciones de un cliente lo exijan, o</li> <li>✓ la incertidumbre de la medición afecte la conformidad hasta el límite de la especificación</li> </ul>				
	d) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (ver 7.8.7);				
	e) información adicional que pueden exigir métodos, autoridades, clientes o grupos de clientes específicos?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 15 de 22	
ITEM	TÍTULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS	
7.8.3.2	Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, ¿los informes de ensayo cumplen con los requisitos enumerados en 7.8.5, en donde sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo?					
7.8.4	Requisitos específicos para los certificados de calibración					
	¿Además de los requisitos de 7.8.2, los certificados de calibración deben incluir lo siguiente:					
	a) la incertidumbre de medición del resultado de la medición presentado en la misma unidad que la de la magnitud objeto de medición o en un término relativo a dicha magnitud (por ejemplo, porcentaje); Nota: De acuerdo con la Guía ISO/IEC 99, un resultado de medición se expresa generalmente como un valor de una magnitud simple medida, incluyendo la unidad de medición y una incertidumbre de la medición.					
7.8.4.1	b) las condiciones (por ej., ambientales) en las cuales se hicieron las calibraciones, que influyen en los resultados de la medición;					
	c) una declaración que identifique cómo las mediciones son trazables metrologicamente (Ver el Anexo A ISO/IEC 17025:2017);					
	d) los resultados antes y después de cualquier ajuste y reparación, si están disponibles;					
	e) cuando sea pertinente, una declaración de conformidad con los requisitos o especificaciones (ver 7.8.8)					
	f) cuando sea apropiado, opiniones e interpretaciones (ver 7.8.7)					
7.8.4.2	Cuando el laboratorio es responsable de la actividad de muestreo, ¿los certificados de calibraciones cumplen con los requisitos enumerados en 7.8.5, en donde sea necesario para la interpretación de los resultados del ensayo?					
7.8.4.3	¿Un certificado o etiqueta de calibración no contienen recomendaciones sobre el intervalo de calibración, excepto cuando así se haya acordado con el cliente?					
7.8.5	Requisitos específicos para los informes de muestreo					
	Cuando el laboratorio es responsable por la actividad de muestreo, además de los requisitos enumerados en 7.8.2, ¿los informes incluyen lo siguiente, en donde sea necesario para la interpretación de los resultados:					
	a) la fecha del muestreo;					
7.8.5	b) la identificación única del ítem o material sometido a muestreo (incluido el nombre del fabricante, el modelo o tipo de designación y los números de serie, según sea apropiado);					
	c) la ubicación del muestreo, incluido cualquier diagrama, bosquejo o fotografía;					
	d) una referencia al plan y método de muestreo;					
	e) detalles de cualquier condición ambiental durante el muestreo, que afecte la interpretación de los resultados de los ensayos;					
	f) información requerida para evaluar la incertidumbre de la medición para ensayos o calibraciones posteriores?					
7.8.6	Información sobre declaraciones de conformidad					
7.8.6.1	Cuando se suministra una declaración de conformidad con una especificación o norma, ¿el laboratorio documenta la regla de decisión aplicada, teniendo en cuenta el nivel de riesgo (por una aceptación o rechazo incorrectos y las hipótesis estadísticas) asociado con la regla de decisión empleada y aplicar la regla de decisión?					

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 16 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	Nota: Cuando el cliente es quien prescribe la regla de decisión, o se prescribe en reglamentos o documentos normativos, no es necesario considerar adicionalmente el nivel de riesgo.				
7.8.6.2	¿El laboratorio informa sobre la declaración de conformidad, de manera que la declaración identifique claramente:				
	a) a cuáles resultados se aplica la declaración de conformidad;				
	b) qué especificaciones, normas o partes de esta se cumplen o no; y				
	c) la regla de decisión aplicada (a menos que sea inherente a la especificación o norma solicitada)?				
	Nota 1: Para información adicional, ver la Guía ISO/IEC 98-4				
7.8.7	Información de opiniones e interpretaciones				
	Cuando se expresan opiniones e interpretaciones, ¿se asegura que solo personal autorizado para expresar sus opiniones e interpretaciones sea el que libere la declaración respectiva en los informes?				
7.8.7.1	¿Se documenta la base sobre la cual se han emitido opiniones y se han hecho interpretaciones?				
	Nota: Es importante distinguir las opiniones e interpretaciones de las declaraciones de inspección y certificaciones de productos, como se prevé en ISO/IEC 17020 e ISO/IEC 17065, y con las declaraciones de conformidad como se referencian en el apartado 7.8.6				
7.8.7.2	¿Las opiniones e interpretaciones expresadas en los informes se basan en los resultados obtenidos del ítem ensayado o calibrado?				
	¿Se identifican claramente como tales?				
7.8.7.3	Cuando las opiniones e interpretaciones se comunican directamente mediante diálogo con el cliente, ¿se conservan los registros de tales diálogos?				
7.8.8	Modificaciones a los informes				
7.8.8.1	Cuando sea necesario cambiar, modificar o reexpedir un informe ya expedido, ¿se identifica claramente cualquier cambio en la información, y cuando sea apropiado, se incluye en el informe la razón del cambio?				
7.8.8.2	¿Las modificaciones a un informe después de su expedición se hacen solamente como un documento adicional, o como transferencia de datos, que incluya la declaración: "Modificación al informe, número de serie... [o como se identifique]" o una forma de redacción equivalente? ¿Estas modificaciones cumplen todos los requisitos de este documento?				
7.8.8.3	Cuando sea necesario emitir un nuevo informe completo, ¿se identifica de forma única y contiene una referencia al original que reemplaza?				
7.9	Quejas				
7.9.1	¿Hay un procedimiento documentado para recibir, evaluar y tomar decisiones acerca de las quejas?				
7.9.2	¿Hay disponible una descripción del proceso de manejo de quejas para cuando lo solicite cualquier parte interesada?				
	Al recibo de la queja, ¿el laboratorio confirma si dicha queja se relaciona con las actividades de laboratorio de las que es responsable, y en caso afirmativo, las trata?				
	¿El laboratorio es responsable de todas las decisiones a todos los niveles del proceso de manejo de quejas?				
7.9.3	¿El proceso de manejo de quejas incluye al menos los siguientes elementos y métodos:				
	a) la descripción del proceso para recibir, validar, investigar la queja y decidir qué acciones se van a tomar en respuesta a ella;				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 17 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	b) el seguimiento y registro de las quejas, incluidas las acciones emprendidas para resolverlas;				
	c) asegurar que se tome cualquier acción apropiada.				
7.9.4	¿El laboratorio que recibe la queja es responsable de recolectar y verificar toda la información necesaria para validar la queja?				
7.9.5	Cuando sea posible, ¿el laboratorio acusa recibo de la queja y suministra a quien presenta la queja, informes de avances y resultados de la queja?				
7.9.6	¿Los resultados que se comunican a quien presenta la queja los presenta, o revisa y aprueba, individuos no involucrados en las actividades originales del laboratorio en cuestión? Nota: Esta actividad la puede llevar a cabo personal externo				
7.9.7	Siempre que sea posible, ¿se notifica formalmente a quien presenta la queja, acerca del cierre de la queja?				
7.10	<b>Gestión del Trabajo No Conforme</b>				
	¿Hay un procedimiento que se implementa cuando cualquier aspecto de las actividades de laboratorio o los resultados de este trabajo no cumplan con los propios procedimientos o con los requisitos acordados con el cliente (por ej., equipos o condiciones ambientales que están por fuera de los límites especificados; el seguimiento de los resultados no cumple los criterios especificados)?				
	¿El procedimiento asegura que:				
	a) estén definidos los responsables y autoridades para la gestión del trabajo no conforme;				
7.10.1	b) las acciones (incluidas dudas en la ejecución del trabajo, repetición del trabajo y retención de los informes, según sea necesario) se basen en los niveles de riesgo establecidos por el laboratorio;				
	c) se haga una evaluación de la importancia del trabajo no conforme, incluido un análisis de impacto sobre los resultados previos;				
	d) se tome una decisión sobre la aceptabilidad del trabajo no conforme;				
	e) en donde sea necesario, se notifique al cliente y se retire el trabajo;				
	f) se defina la responsabilidad de autorizar la reanudación del trabajo?				
7.10.2	¿El laboratorio debe conservar registros del trabajo no conforme y las acciones según lo especificado en 7.10.1 literales b) a f)?				
7.10.3	¿Se implementan acciones correctivas cuando la evaluación indique que el trabajo no conforme podría volver a ocurrir o exista duda acerca del cumplimiento de las operaciones del laboratorio con su propio sistema de gestión?				
7.11	<b>Control de Datos y Gestión de la Información</b>				
7.11.1	El laboratorio debe tener acceso a los datos y a la información necesaria para llevar a cabo las actividades del laboratorio				
	¿Los sistemas de gestión de la información utilizados para recopilar, procesar, registrar, informar, almacenar o recuperar datos se validan en cuanto a su funcionalidad antes de su introducción?				
7.11.2	¿La validación incluye el funcionamiento apropiados de las interfaces dentro de los sistemas de gestión de la información del laboratorio?				
	¿Se debe autorizar, documentar y validar antes de su implementación cualquier cambio, incluida la configuración de software de laboratorio o modificaciones a software comercial listo para la venta?				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 18 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	Nota 1: En este documento "sistemas de gestión de la información del laboratorio" incluye la gestión de datos e información contenida tanto en los sistemas informáticos como en los no informáticos. Algunos de los requisitos pueden ser más aplicables a los sistemas informáticos que a los sistemas no informáticos.				
	Nota 2: El software comercial disponible de uso general dentro de su gama de aplicación designada se puede considerar que está validado en forma suficiente.				
7.11.3	El sistema de gestión de información del laboratorio debe:				
	a) proteger contra acceso no autorizado;				
	b) salvaguardar contra acceso indebido o pérdida;				
	c) operar en un ambiente que cumpla con las especificaciones del proveedor o del laboratorio o, en caso de sistemas no informáticos, que proporcione condiciones que salvaguarden la exactitud del registro y transcripción manuales;				
	d) mantenerse de manera que se asegure la integridad de los datos y de la información;				
	e) incluir el registro de las fallas del sistema y el registro de las acciones correctivas inmediatas y apropiadas;				
7.11.4	¿El laboratorio asegura que el proveedor u operador del sistema cumple todos los requisitos aplicables de este documento cuando los sistemas de gestión de la información del laboratorio se gestionan y mantienen fuera del sitio o por medio de un proveedor externo?				
7.11.5	¿Se asegura que las instrucciones, manuales y datos de referencia pertinentes al sistema de gestión de información del laboratorio sean de fácil acceso por parte del personal?				
7.11.6	¿Los cálculos y transferencias de datos se someten a las comprobaciones apropiadas de una manera sistemática?				
8	REQUISITOS DEL SISTEMA DE GESTIÓN				
8.1	Opciones				
	Generalidades				
8.1.1	¿El laboratorio establece, documenta, implementa y mantiene un sistema de gestión que está en capacidad de apoyar y demostrar el logro coherente de los requisitos de este documento y asegurar la calidad de los resultados del laboratorio?				
	Nota: Ver más información en el Anexo B de la ISO/IEC 17025				
	Además de cumplir los requisitos de los apartados 4 a 7, el laboratorio implementa un sistema de gestión de acuerdo con la opción A o la opción B.				
8.1.2	Opción A				
	Como mínimo, un sistema de gestión del laboratorio debe abordar lo siguiente: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ documentación del sistema de gestión (véase 8.2)</li> <li>✓ control de documentos del sistema de gestión (véase 8.3)</li> <li>✓ control de registros (véase 8.4)</li> <li>✓ acciones para abordar los riesgos y oportunidades (véase 8.5)</li> <li>✓ mejora (véase 8.8)</li> <li>✓ acción correctiva (véase 8.7)</li> <li>✓ auditorías internas (véase 8.8)</li> <li>✓ revisión por la dirección (véase 8.9)</li> </ul>				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 19 de 22	
ITEM	TÍTULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS	
8.1.3	Opción B Un laboratorio que ha establecido y mantiene un sistema de gestión de acuerdo con los requisitos de ISO 9001, y que está en capacidad de apoyar y demostrar el cumplimiento coherente de los requisitos de los apartados 4 a 7, cumple también al menos con la intención de los requisitos del sistema de gestión especificados en 8.2 a 8.9					
8.2	Documentación del Sistema de Gestión (Opción A)					
8.2.1	La dirección del laboratorio establece, documenta y mantiene políticas y objetivos para el cumplimiento del propósito de este documento.					
	¿La dirección asegura que las políticas y objetivos se reconozcan e implementen en todos los niveles de la organización del laboratorio?					
8.2.2	¿Las políticas y objetivos abordan la competencia, la imparcialidad y la operación coherente del laboratorio?					
8.2.3	¿La dirección del laboratorio suministra evidencia de compromiso con el desarrollo y la implementación del sistema de gestión y con la mejora continua de su eficacia?					
8.2.4	¿Toda la documentación, procesos, sistemas, registros, relacionados con el cumplimiento de los requisitos de este documento se incluyen, referencian o vinculan al sistema de gestión?					
8.2.5	¿Todo el personal involucrado en actividades de laboratorio tiene acceso a las partes de la documentación del sistema de gestión y a la información relacionada que sea aplicable a sus responsabilidades?					
8.3	Control de Documentos del Sistema de Gestión (Opción A)					
8.3.1	¿El laboratorio controla los documentos (internos y externos) relacionados con el cumplimiento de este documento?  Nota: En este contexto, "documento" puede hacer referencia a declaraciones de la política, procedimientos, especificaciones, instrucciones del fabricante, tablas de calibración, gráficos, libros de texto, afiches, notificaciones, memorandos, dibujos, planos, etc. Estos pueden estar en varios medios tales como impresos o en copia digital.					
8.3.2	¿El laboratorio asegura que: a) los documentos estén aprobados en cuanto a su adecuación antes de su expedición por parte de personal autorizado; b) los documentos son revisados y actualizados periódicamente, según sea necesario; c) se han identificado los cambios y el estado de actualización vigente de los documentos; d) las versiones pertinentes de los documentos aplicables están disponibles en los puntos de uso y su distribución es controlada en donde es necesario; e) los documentos están identificados en forma única; f) se previene el uso no intencionado de los documentos obsoletos, y estos se identifican adecuadamente si se retienen para algún propósito?					
8.4	Control de Registros (Opción A)					
8.4.1	¿Se establecen y conservan registros legibles para demostrar el cumplimiento de los requisitos de la ISO/IEC 17025?					
8.4.2	¿Se implementan los controles necesarios para la identificación, almacenamiento, protección, respaldo, archivo, recuperación, tiempo de retención y disposición de los registros? ¿Se conservan registros durante un periodo coherente con las obligaciones contractuales? ¿El acceso a los registros es coherente con los acuerdos de confidencialidad?					

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 20 de 22
ITEM	TÍTULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACIÓN / COMENTARIOS
	¿Los registros están disponibles fácilmente? Nota: El apartado 7.5 contiene requisitos adicionales acerca de los requisitos técnicos.				
8.5	Acciones para Abordar Riesgos y Oportunidades (Opción A)				
	Se consideran los riesgos y las oportunidades asociados con las actividades del laboratorio para:				
8.5.1	a) asegurar que el sistema de gestión logre sus resultados previstos;				
	b) mejorar las oportunidades de lograr el propósito y los objetivos del laboratorio;				
	c) prevenir o reducir los impactos indeseados y las fallas potenciales en las actividades del laboratorio;				
	d) lograr la mejora?				
	¿El laboratorio planifica:				
	a) las acciones para abordar estos riesgos y oportunidades;				
8.5.2	b) cómo: ✓ integrar e implementar las acciones en su sistema de gestión; ✓ evaluar la eficacia de estas acciones? Nota: Aunque este documento especifica que la organización planifica acciones para abordar riesgos, no hay un requisito para métodos formales para la gestión de riesgo o un proceso documentado de gestión de riesgo. Los laboratorios pueden decidir si desarrollan o no una metodología más exhaustiva para la gestión de riesgos que la requerida en este documento, por ejemplo, a través de la aplicación de otras guías o normas				
8.5.3	¿Las acciones tomadas para abordar los riesgos y las oportunidades son proporcionales al impacto potencial sobre la validez de los resultados del laboratorio? Nota 1: Las opciones para abordar los riesgos pueden incluir identificar y evitar amenazas, asumir un riesgo para buscar una oportunidad, eliminar la fuente de riesgo, cambiar la probabilidad o las consecuencias, compartir el riesgo o retener el riesgo con base en una decisión informada Nota 2: Las oportunidades pueden conducir a ampliar el alcance de las actividades del laboratorio, a considerar nuevos clientes, a usar nuevas tecnologías y otras posibilidades para abordar las necesidades del cliente				
8.6	Mejora (Opción A)				
8.6.1	Se identifican y seleccionan oportunidades de mejora e implementar las acciones necesarias. Nota: Las oportunidades de mejora se pueden identificar mediante la revisión de los procedimientos operacionales, el uso de las políticas, los objetivos generales, los resultados de auditoría, las acciones correctivas, la revisión por la dirección, las sugerencias del personal, la valoración de riesgos, el análisis de datos, y los resultados de ensayos de aptitud.				
8.6.2	¿El laboratorio busca la retroalimentación de sus clientes, tanto positiva como negativa? ¿La retroalimentación se analiza y utiliza para mejorar el sistema de gestión, las actividades del laboratorio y el servicio al cliente? Nota: Algunos ejemplos de tipos de retroalimentación incluyen las encuestas de satisfacción del cliente, registros de comunicación y una revisión de los informes con los clientes.				
8.7	Acción Correctiva (Opción A)				
8.7.1	Cuando ocurre una no conformidad, ¿el laboratorio:				

FO 20-01-00		LISTA DE VERIFICACIÓN ISO/IEC 17025:2017			Página: 21 de 22
ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
	a) reacciona ante la no conformidad, según sea aplicable: ✓ emprende acciones para controlarlas y corregirlas; ✓ hace frente a las consecuencias;				
	b) evalúa la necesidad de acciones para eliminar las causas de la no conformidad, con el fin de que no vuelva a ocurrir, ni que ocurra en otra parte, mediante: ✓ revisión y análisis de la no conformidad; ✓ determinación de la causa de la no conformidad; ✓ determinación de si existen no conformidades similares, o que tienen el potencial de ocurrir;				
	c) implementación de cualquier acción necesaria;				
	d) revisión de la eficacia de cualquier acción correctiva tomada;				
	e) si es necesario, actualización de los riesgos y de las oportunidades determinados durante la planificación;				
	f) realización de cambios al sistema de gestión, si es necesario?				
8.7.2	¿Las acciones correctivas son apropiadas para los efectos de las no conformidades encontradas?				
	¿Se conservan registros como evidencia de:				
8.7.3	a) la naturaleza de las no conformidades, la(s) causa(s) y cualquier acción posterior tomada;				
	b) los resultados de cualquier acción correctiva?				
8.8	<b>Auditorías Internas (Opción A)</b>				
	Se llevan a cabo auditorías internas a intervalos planificados para obtener información acerca de si el sistema de gestión:				
8.8.1	a) es conforme con: ✓ los requisitos del propio laboratorio para su sistema de gestión, incluidas las actividades del laboratorio; ✓ los requisitos de este documento;				
	b) se implementa y mantiene eficazmente?				
	¿El laboratorio:				
	a) planifica, establece y mantiene un programa de auditoría que incluya la frecuencia, los métodos, las responsabilidades, los requisitos de planificación y presentación de informes que debe tener en consideración la importancia de las actividades de laboratorio involucradas, los cambios que afectan el laboratorio y los resultados de las auditorías anteriores;				
8.8.2	b) define los criterios de auditoría y el alcance de cada auditoría;				
	c) asegura que los resultados de las auditorías se informen a la dirección pertinente;				
	d) implementa las correcciones y las acciones correctivas apropiadas, sin demora indebida;				
	e) conserva los registros como evidencia de la implementación del programa de auditoría y de los resultados de la auditoría.				
	Nota: La ISO 19011 proporciona orientación para las auditorías internas				
8.9	<b>Revisiones por la Dirección (Opción A)</b>				
8.9.1	¿La dirección del laboratorio examina su sistema de gestión a intervalos planificados, con el fin de asegurar su idoneidad, adecuación y eficacia, incluidas las políticas y objetivos establecidos relacionados con el cumplimiento de la ISO/IEC 17025?				
	<i>C8.9.1 Todo el sistema de gestión debe ser revisado al menos una vez por año</i>				

ITEM	TITULO / REQUISITO	SI	NO	NA	DOCUMENTACION / COMENTARIOS
8.9.2	¿Las entradas a la revisión por la dirección se registran incluyen información relacionada con lo siguiente:				
	a) cambios en las cuestiones internas y externas que sean pertinentes al laboratorio;				
	b) cumplimiento de objetivos;				
	c) idoneidad de las políticas y procedimientos;				
	d) estado de las acciones de revisiones por la dirección anteriores;				
	e) resultado de auditorías internas recientes;				
	f) acciones correctivas;				
	g) evaluaciones por organismos externos;				
	h) cambios en el volumen y tipo de trabajo en el alcance de actividades del laboratorio;				
	i) retroalimentación de los clientes y del personal;				
	j) quejas;				
	k) eficacia de cualquier mejora implementada;				
	l) adecuación de los recursos;				
	m) resultados de la identificación de los riesgos;				
	n) resultados del aseguramiento de la validez de los resultados;				
o) otros factores pertinentes, tales como las actividades de seguimiento y la formación?					
8.9.3	Las salidas de la revisión por la dirección registran todas las decisiones y acciones relacionadas al menos con:				
	a) la eficacia del sistema de gestión y de sus procesos;				
	b) la mejora de las actividades del laboratorio relacionadas con el cumplimiento de los requisitos de este documento;				
	c) la provisión de los recursos requeridos;				
	d) cualquier necesidad de cambio				

COMENTARIOS U OBSERVACIONES:		
AUDITOR/EVALUADOR LIDER:	FIRMA:	FECHA:

**Formulario FO 21-01-00 “Plan de auditoría”**

Laboratorio de luminotecnia – departamento de ingeniería eléctrica.UTN.BA	<b>PLAN DE AUDITORÍA</b>	<b>FO 21-01-00</b>
---	--------------------------	--------------------

<i>Auditor Líder</i>	
<i>Equipo auditor</i>	
<i>Suplentes</i>	

Alcance:
Norma de aplicación:
Procedimiento aplicado:

<i>Día</i>	<i>Hora</i>	<i>Proceso</i>	<i>Área</i>	<i>Responsable del área a entrevistar</i>
		<b>Reunión de Apertura</b>		Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica Personal del Laboratorio
		Revisión por la Dirección		Director del Departamento de Ingeniería Eléctrica – Gerente de la Calidad – Responsable Técnico
		<b>Reunión Interna de Auditores</b>	Auditores	
		<b>Reunión de Cierre</b>		





**Formulario FO 24-01-00 “Verificación de cálculos”**

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA	<b>FO 24-01-00 Verificación de cálculos</b>	FO 24-01-00
---	---	-------------

1				26		
2				27		
3				28		
4				29		
5				30		
6				31		
7				32		
8				33		
9				34		
10				35		
11				36		
12				37		
13				38		
14				39		
15				40		
16				41		
17				42		
18				43		
19				44		
20				45		
21				46		
22				47		
23				48		
24				49		
25				50		

Promedio	#iDIV/0!
Difusión	#iDIV/0!

	Proyector encendido		Proyector apagado	
1				
2				
3				
4				

Promedio	#iDIV/0!
----------	----------

Promedio	#iDIV/0!
----------	----------



Registro según Formulario FO 10-01-00 “Disponibilidad del personal”

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA	<b>FO 10-01-00 Disponibilidad del personal</b>	FO 10-01-00
---	--	-------------

Fecha de actualización: 5/9/2020

Código del recurso	Tipo del recurso	Descripción	Capacitación equipamiento	Capacitación PO 01	Habilitación	Estado general
412	Personal técnico	Romero, Fernando	OK	OK	Bajo supervisión	OK
417	Personal técnico	Romero, Eduardo	OK	OK	Bajo supervisión	OK
414	Personal técnico	Hernández, Felipe	OK	OK	Bajo supervisión	OK
420	Personal técnico	Delesepas, Sabrina	OK	P	Bajo supervisión	ND
310	Responsable técnico	Hernández, Esmeralda	OK	OK	Autónomo	OK
415	Personal técnico	Crevatin, Oscar	OK	OK	Bajo supervisión	OK
418	Personal técnico	Latia, Teresa	OK	OK	Bajo supervisión	OK
413	Personal técnico	Butchmann, Tobias	OK	OK	Bajo supervisión	OK
421	Personal técnico	Ebert, Marvin	OK	P	Bajo supervisión	ND
511	Responsable de calidad	Del Bosque, Vicente	OK	OK	Autónomo	OK

Registro según Formulario FO 11-01-00 “Estado de los recursos”

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN_BA	<b>FO 11-01-00 Estado de los recursos</b>	FO 11-01-00
---	---	-------------

Fecha de actualización: 9/12/2020

Código del recurso	Tipo del recurso	Descripción	Calibración	Funcionamiento general	Estado general	Calificación
TES1330-1	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1330-2	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1330-3	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1330-4	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
TES1330-5	Luxómetro	Equipo de medición	OK	OK	OK	Disponible
DT-8809A-CEM-1	Luxómetro	Equipo de medición	P	OK	ND	Fuera de uso
NB001	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB002	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB003	Notebook	Útiles técnicos	NA	P	ND	Fuera de uso
NB004	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB005	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible
NB006	Notebook	Útiles técnicos	NA	OK	OK	Disponible













Registro según Formulario FO 24-01-00 “Verificación de cálculos”

Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN.BA	FO 24-01-00 Verificación de cálculos	FO 24-01-00
---	--------------------------------------	-------------

1	480	669	719	26	421	431	489
2	462	472	723	27	391	663	539
3	696	629	580	28	560	647	525
4	581	456	616	29	665	587	589
5	745	479	674	30	371	401	394
6	683	513	572	31	750	692	619
7	498	662	402	32	573	621	436
8	354	588	467	33	712	747	426
9	744	470	534	34	553	361	464
10	680	376	430	35	544	748	609
11	742	746	636	36	551	476	743
12	549	435	398	37	604	408	538
13	495	558	537	38	640	439	722
14	681	504	360	39	557	351	385
15	684	721	690	40	579	449	478
16	581	718	732	41	616	562	367
17	484	626	611	42	574	679	408
18	644	350	371	43	580	380	367
19	543	369	571	44	745	645	667
20	529	500	628	45	365	646	414
21	515	649	456	46	393	658	633
22	574	454	735	47	595	441	350
23	749	725	682	48	524	442	373
24	414	629	367	49	681	686	453
25	583	416	749	50	655	467	548

Promedio	553,373333
Difusión	0,3675156

	Proyector encendido			Proyector apagado		
1	1107	876	777	714	1255	1349
2	1075	1483	1047	521	1377	1214
3	865	591	757	693	1245	1397
4	1407	551	747	1472	1278	670

Promedio	940,25
----------	--------

Promedio	1098,75
----------	---------

**Registro: certificado de calibración**

 <b>CES S.A.</b> <small>Consulting Engineering Services S.A.</small>	B. Quiroga de Marín 1100 (C1167AFD) - C.A.B.A. - Argentina	Tel.: (54 11) 4302-3344	laboratorio@ces-sa.com.ar www.ces-sa.com.ar
	<b>CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 18:109 01 CE V</b>		Pagina 1 de 2

DATOS DEL CLIENTE	
CLIENTE:	Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Buenos Aires
DIRECCION:	Medrano 951 (C1179AAQ) C.A.B.A.
CONTACTO:	(54 11) 4867-7500

DATOS DEL INSTRUMENTO	
OBJETO:	Luxómetro
DETERMINACION REQUERIDA:	Calibración
MARCA:	TES
MODELO:	1330
CÓDIGO INTERNO:	N° Inv.: 13070
N° SERIE:	92109465

Fecha de calibración/medición: 09/11/2018

Fecha de emisión del certificado: 09/11/2018

**Metodología empleada**

Para determinar los valores de referencia (en lux) se ubica el detector del instrumento a calibrar en un banco fotométrico de 6 metros de longitud, utilizando como patrón de trabajo una lámpara incandescente calibrada en intensidad luminosa por el INTI. El valor de la referencia se obtiene por aplicación de la ley de cuadrados inversos y a partir de la intensidad luminosa asignada a la lámpara patrón utilizada. La calibración que se obtiene por este procedimiento (según PC-09) es válida estrictamente para la fuente luminosa empleada (iluminante CIE "A").

Firma	Fecha	Firma	Fecha
	09/11/2018		09/11/2018
RC Emanuel Sosa		CG Ing. José Scopp	

Este certificado de calibración demuestra la trazabilidad a los patrones nacionales, los cuales representan a las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización de CES S.A. Los resultados se refieren exclusivamente a los elementos recibidos. CES S.A. acepta toda responsabilidad por el uso indebido o incorrecto que se hiciera de este certificado.

10 00 02 R 010



**CES S.A.**  
Compliance Engineering Services S.A.

B. Quiroga Martín 1100  
C/1167AFD) - C.A.B.A.  
Argentina

Tel.: (54 11) 4302-3344

bburekida@ces-sa.com.ar  
www.ces-sa.com.ar

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 181109 01 CE V**

Página 2 de 2

### Resultados

Tabla De Resultados							
Medición N°	Distancia (m)	Valor De Referencia (lx)	Rango	Indicación (lx)	Sesgo (lx)	Sesgo %	U %
1	5,800	317	200 lx	317	0,0	-0,10	0,6
2	3,300	98,0		98,5	0,5	0,48	0,7
3	2,100	242		241	-1	-0,44	0,7
4	1,470	494		494	0	0,00	1
5	1,200	741	2000 lx	741	0	-0,04	1
6	1,000	1057		1059	2	0,14	1
7	0,930	1234		1235	1	0,08	1
8	0,850	1477		1478	1	0,03	1
9	0,780	1755		1755	0	0,02	1
10	0,740	1949		1950	1	0,03	1

### Condiciones ambientales:

Temperatura [°C]		Humedad Relativa [%]	
Inicial	Final	Inicial	Final
23,5	23,5	39	38

### Observaciones

La rotación de la estampa en el instrumento implica la pérdida de validez de este certificado. El usuario es responsable de la calibración del instrumento a intervalos apropiados.

### Incertidumbre de la medición

Las incertidumbres de medición expandida informadas fueron calculadas multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cobertura  $k = 2$ , lo que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95% bajo distribución normal.

### Instrumental utilizado y trazabilidad de las mediciones:

Equipo	Marca	Modelo	Código	Trazable	Vigencia
Banco Fotométrico	CES S.A.	6m	DY-03	CES	04/2019
Termohigrómetro digital	HFA	30.5002	II-27	EDACI	01/2019

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los estándares nacionales, los cuales representan a las unidades de medida en conformidad con el Sistema Internacional De Unidades (SI). Este certificado no podrá ser reproducido parcialmente sin la autorización de CES S.A. Los resultados se refieren exclusivamente a los elementos medidos. CES S.A. declina toda responsabilidad por el uso indebido o restrictivo que se hiciera de este certificado.

Vigencia desde: 30-03-2020	<b>INFORME DE VALIDACIÓN</b>	IN 03 20200330
Página: 1 de 10		
<b>TÍTULO:</b>	Diseño y validación de método de medición de luminotecnia	
<p><b>1. OBJETIVO</b>  Efectuar los análisis necesarios para la validación del método utilizado para medir iluminancia diseñado por el Ing. Martín E. Caivano a fin de demostrar, mediante evidencia objetiva, la idoneidad del método para las aplicaciones previstas en su procedimiento PO 01-01-05.</p> <p><b>2. ALCANCE</b>  Mediciones de iluminancia en locales cuya superficie esté entre los quince metros cuadrados y los setenta y cinco metros cuadrados, con o sin ventanas, cualquiera sea su orientación, con cualquier tipo de luminarias y que tengan o no un proyector multimedia.</p>		
<b>Preparó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
<b>FECHA DE VIGENCIA:</b> 01-01-2022		

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>INFORME DE VALIDACIÓN</b>	IN 20200330 Página 2 de 10
----------------------------	------------------------------	-------------------------------

### 3. ABREVIATURAS Y DEFINICIONES:

PT: Personal Técnico

RT: Responsable Técnico

GCA: Gerente de Calidad

**Calibración:** conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de magnitudes indicados por un instrumento o sistema de medición o material de referencia, y los valores correspondientes realizados mediante patrones.

**Error:** discrepancia entre el valor verdadero y el de la magnitud de medida.

**Incertidumbre de medida:** parámetro asociado al resultado de una medición que caracteriza la dispersión de los valores que podrían ser razonablemente atribuidos al mesurando.

**Luxómetro:** Instrumento de medición que consta de una célula fotosensible y un conversor analógico/analógico digital para expresar la medida de la iluminancia en un display analógico o digital.

**Punto de estudio:** Lugar donde una persona realiza una tarea

**Deslumbramiento:** Serie de molestias fisiológicas y/o psicológicas ocasionadas por luminancias relativas demasiado elevadas que se encuentren en el campo visual de una persona.

### 4. REFERENCIAS:

- IRAM ISO / IEC 17025:2017 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayos y calibración.
- Decreto 351/79, Anexo IV (Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina)
- Resolución 84/12 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo de la República Argentina
- IRAM AADL J 2004 "Iluminación en escuelas"
- PO 01-01-05 "Procedimiento de medición de iluminación"
- PO 05-01-00 "Validación de métodos de medición"

### 5. RESPONSABILIDADES

PT: confección del informe

RT: revisión del informe

GCA: almacenamiento del informe.

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

**6. DESARROLLO:**

**6.1 Objeto del estudio**

- Aulas de la Escuela de Posgrado de la UTN, cualquiera sea la tecnología de sus luminarias, orientación y equipamiento, que cumplan con las dimensiones antes descritas.

**6.2 Equipamiento e instalaciones:**

- Luxómetro TES 1330 - Código: L001 – Trazabilidad: 181109 01 CE V
- Luxómetro DT-8809A-CEM – Código: L002 – Trazabilidad: no aplica
- Dispositivo electrónico (tablet/notebook)

**6.3 Parámetros a evaluar. Requisitos.**

Las condiciones de aceptación se toman en línea con lo especificado para la difusión en el procedimiento PO-01-05, que establece una diferencia entre el valor medio y el valor mínimo de iluminancia del local del 25% como máximo. Este valor es la mitad del especificado por la legislación argentina (Decreto 351/79, anexo IV, capítulo 12, "iluminación y color", Superintendencia de Riesgos del trabajo).

Parámetro	Requisito
Precisión	≤25%
Veracidad	Sesgo% ≤25%
Rango	≤25%
Robustez	Menor al valor de corte (Youden-Steiner)
Incertidumbre	R.E. ≥3

**6.3.1 Selectividad**

No aplica

**6.3.2 Linealidad**

No aplica

**6.3.3 Límite de detección**

No aplica

**6.3.4 Límite de cuantificación**

No aplica

**6.3.5 Precisión**

La precisión del promedio de 10 mediciones del mismo punto de trabajo.

Para el ensayo se eligió el punto de trabajo 9 del croquis realizado por el operador porque es el más lejano al pizarrón y el más expuesto a las distorsiones ocasionadas por la ventana, al ser el más cercano a la misma.

**6.3.5.1 Condiciones a cumplir**

La desviación estándar de las 10 mediciones en el punto elegido deberá ser menor o igual al 25% respecto del promedio de los diez valores medidos.

**6.3.5.2 Parámetros estadísticos**

Se utilizará la desviación estándar:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (xi - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

- xi es el valor de cada una de las 10 mediciones.
- $\bar{x}$  es el valor del promedio de las 10 mediciones.
- n es el número de mediciones, en este caso 10.

**6.3.5.3 Resultados obtenidos**

Punto 9	v1	v2	v3	Valor medido
1	488	490	488	488,67
2	486	485	485	485,33
3	484	483	481	482,67
4	481	480	480	480,33
5	479	478	479	478,67
6	479	477	476	477,33
7	475	475	474	474,67
8	473	470	471	471,33
9	471	471	470	470,67
10	466	467	465	466,00

Promedio:	477,57
Desviación estándar:	7,04842159
Desv. Est. %	1,5%
Condiciones a cumplir:	≤25%

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

**6.3.6 Veracidad**

Medición	Distancia (m)	Valor de referencia (lx)	Rango	Indicación (lx)	Sesgo (lx)	Sesgo (%)	U %
1	5,800	31,7	200 lx	31,7	0,0	-0,10	0,8
2	3,300	98,0		98,5	0,5	0,48	0,7
3	2,100	242	2000 lx	241	-1	-0,44	0,7
4	1,470	494		494	0	0,00	1
5	1,200	741		741	0	-0,04	1
6	1,000	1067		1069	2	0,14	1
7	0,930	1234		1235	1	0,06	1
8	0,850	1477		1478	1	0,03	1
9	0,780	1755		1755	0	0,02	1
10	0,740	1949		1950	1	0,03	1

Condición a cumplir: el sesgo % debe ser menor o igual a 25%

**6.3.7 Rango**

**6.3.7.1 Condiciones a cumplir**

El rango medido como porcentaje del valor medio de las mediciones deberá ser menor al 25%.

**6.3.7.2 Resultados obtenidos**

Rango:	22,67 lx
Rango %	4,7%

**6.3.8 Robustez**

**6.3.8.1 Metodología utilizada**

Se utilizará el procedimiento de Youden-Steiner ya que permite evaluar el grupo de 6 variables propuesto utilizando únicamente 8 combinaciones.

La robustez representa la capacidad del método de permanecer inalterado frente a variaciones controladas deliberadamente introducidas por el analista. A partir de los resultados medidos se calcula el efecto de cada una de las variables y se decide según un valor estadístico si el efecto es o no significativo.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>INFORME DE VALIDACIÓN</b>	IN 20200330
		Página 6 de 10

### 6.3.8.2 Variables elegidas

Operador	Se capacitan de igual manera dos grupos de principiantes y se les pide que realicen el procedimiento
Aula	Se realiza el procedimiento en dos locales distintos, de distinta orientación geográfica
Momento del día	Se realiza el procedimiento en dos horarios distintos: 6pm (verano) y 9pm (verano)
Luxómetro	Se realiza el procedimiento con dos equipos distintos
Especificación	Se realiza el procedimiento con equipos de distinta especificación
Día	Se realiza el procedimiento en dos días distintos.

### 6.3.8.3 Desarrollo

	Operador	Aula Nº	Momento del día	Luxómetro	Especificación luxómetro	Día
1	FC-JP	31	6:00 p. m.	tes 1330	E	Miércoles
2	FC-JP	33	9:00 p. m.	tes 1330	e	Jueves
3	FC-JP	33	6:00 p. m.	DT-8809A-CEM	E	Jueves
4	FC-JP	31	9:00 p. m.	DT-8809A-CEM	e	Miércoles
5	SD-FA	33	6:00 p. m.	DT-8809A-CEM	e	Miércoles
6	SD-FA	31	9:00 p. m.	DT-8809A-CEM	E	Jueves
7	SD-FA	31	6:00 p. m.	tes 1330	e	Jueves
8	SD-FA	33	9:00 p. m.	tes 1330	E	Miércoles

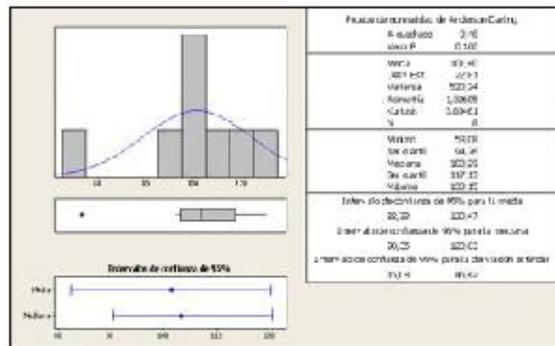
### 6.3.8.4 Resultados obtenidos y consideraciones

Para el experimento de robustez el análisis se realiza desde un punto de vista exterior a los locales a evaluar. Bajo este supuesto, el procedimiento se realiza en dos estados distintos: días diferentes, con diferentes operadores, con equipos distintos y con exigencias de calibración distintas. Estas son las condiciones de repetibilidad según ISO 5725-3.

Para evaluar la repetibilidad se tomará el promedio de las desviaciones estándar de las mediciones correspondientes a las ocho combinaciones propuestas en la realización del estudio de Youden-Steiner.

	Desvío estándar
Combinación 1	53,1
Combinación 2	92,9
Combinación 3	120,2
Combinación 4	100,3
Combinación 5	130,1
Combinación 6	104,8
Combinación 7	107,9
Combinación 8	101,8

Haciendo un análisis estadístico de la muestra de desviaciones estándar se puede asumir que proviene de una población de tipo normal. Como se trata de una distribución simétrica, moda, media y mediana coinciden y por lo tanto se tomará el promedio de las ocho combinaciones como estimador de la media poblacional y como valor de la repetibilidad.



El valor de la repetibilidad es, entonces, 101,39.

Las combinaciones propuestas plantean un estado alto y bajo (simbolizados por mayúsculas y minúsculas) para cada variable elegida para el estudio. En el cuadro siguiente se muestran las combinaciones. Se muestra también el valor de la medición correspondiente y el cálculo de los efectos.

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8
Operador	A	A	A	A	a	a	a	a
Aula Nº	B	b	b	B	b	B	B	b
Momento del día	C	c	C	c	C	c	C	c
Luxómetro	D	D	d	d	d	d	D	D
Especificación luxómetro	E	e	E	e	e	E	e	E
Día	F	f	f	F	F	f	f	F
<b>Resultados medidos</b>	<b>393,8889</b>	<b>315,606</b>	<b>375,879</b>	<b>265,944</b>	<b>211,34849</b>	<b>277,556</b>	<b>465,926</b>	<b>329,424</b>
resultados Corregidos Dd	407,7056	304,138	395,673	251,647	199,78106	292,433	449,948	341,307

A partir de estos valores (resultados corregidos) se calculan los efectos y se comparan contra el estadístico siguiente:

$$Precisión\ intermedia - \sqrt{2,1}$$

$$Precisión\ intermedia - \sqrt{2,101,39}$$

$$Precisión\ intermedia - 143,4$$

Variable	Efecto	Valor	Límite
Operador	AA-aa	18,923	143,4
Aula Nº	BB-bb	40,209	143,4
Momento del día	CC-cc	65,896	143,4
Luxómetro	DD-dd	90,891	143,4
Especificación luxómetro	EE-ee	57,901	143,4
Día	FF-ff	60,438	143,4

Todos los valores de los efectos de las variables se ubican por debajo del estadístico utilizado como límite, por lo tanto, se concluye que el método es robusto en las condiciones establecidas.

El efecto más significativo de todos corresponde al equipo utilizado. Como se estableció en el procedimiento del método de medición, es mandatorio utilizar un luxómetro apto y debidamente calibrado. Se descarta que, por efecto de la capacitación recibida por los

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>INFORME DE VALIDACIÓN</b>	IN 20200330
		Página 9 de 10

operadores en el uso del luxómetro y en el desarrollo del procedimiento, se seleccionarán las escalas correspondientes en los equipos.

Por otra parte, si bien fue una de las variables evaluadas que ya se han demostrado no significativas, se recomienda realizar las mediciones en el momento de mayor incidencia de la infraestructura luminotécnica de los locales, que es la noche.

Se resalta que el menor efecto se verifica en la variable operador, lo que permite inferir que, a través de una capacitación adecuada en el método, las mediciones no corren peligro de ser equivocadas por esta causa, otorgando una amplia flexibilidad de recursos humanos a los laboratorios que lleven a cabo la práctica.

**6.3.9 Incertidumbre**

Para el cálculo de incertidumbre se eligieron los valores de la combinación 1 del ensayo de robustez por tratarse del juego de mediciones que fue hecho por un grupo de operadores que, aunque ligeramente, estaba mejor calificado que el segundo y que además utilizaron el luxómetro calibrado. Además, previamente a los cálculos del apartado, se realizaron los test de outliers para descartar cualquier ruido dentro del cálculo de incertidumbre que fuera provocado por un valor fuera de rango. El resultado es que en cuanto a su posición y a su dispersión el juego de datos no presenta ningún valor extraño.

Siendo así, el estudio de incertidumbre refleja lo mejor posible la realidad del método y se podrá evaluar la capacidad que tiene para cumplir con las exigencias habituales.

Se consideran las siguientes fuentes de incertidumbre:

- a) Incertidumbre propia de la medición, estimada a través del desvío estándar (tipo A)
- b) Incertidumbre por la resolución del equipo (tipo B)
- c) Incertidumbre de la calibración (tipo B)
- d) Incertidumbre por la especificación (tipo B)

**Resultados obtenidos**

a)

$$u_{mediciones} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Para el caso, resulta **u mediciones = 12,51**

b)

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.

Vigencia hasta: 01-01-2022	<b>INFORME DE VALIDACIÓN</b>	IN 20200330
		Página 10 de 10

$$u \text{ calibración} = \frac{U}{2}$$

Para el caso, resulta  $u \text{ calibración} = 1,96$

c)

$$u \text{ resolución} = \frac{0,1}{\sqrt{3}}$$

Para el caso, resulta  $u \text{ resolución} = 0,02$

d)

$$u \text{ especificación} = \frac{3\% \text{ lectura } 10,1\% \text{ rango}}{\sqrt{3}}$$

Resultando  $u \text{ especificación} = 6,93$

$$U = \sqrt{(u \text{ mediciones})^2 + (u \text{ calibración})^2 + (u \text{ resolución})^2 + (u \text{ especificación})^2}$$

Finalmente, se obtiene  $U = 28,88 \text{ lux } (7,3\%)$

## 7. CONCLUSIONES

Repetibilidad: resulta adecuada para el uso previsto.

Veracidad: resulta adecuada para el uso previsto.

Rango: resulta adecuado para el uso previsto.

Robustez: resulta adecuada para el uso previsto.

Incertidumbre: con este valor de incertidumbre, la relación de exactitud resulta:

$Re = \text{tolerancia/incertidumbre} = 25\%/7,3\% = 3,42 \text{ veces, adecuada.}$

Siendo así resulta validado el método descrito en el procedimiento PO 01-01-05 para su uso en el alcance especificado en este documento.

Para validar el método se han utilizado los lineamientos del procedimiento PO-05-00 "Validación de métodos de medición".

Este documento es propiedad del Laboratorio de mediciones del Departamento de Ingeniería Eléctrica de la UTN,BA. Cualquier copia impresa se considera no controlada. Su difusión fuera del ámbito del Departamento está prohibida.



## Informe IN 02-01-00 Comunicación de estado de proveedor

Laboratorio de mediciones – departamento de ingeniería eléctrica.UTN.BA	Comunicación de estado de proveedor Nº	IN 02-01-00
		Página 1 de 1

Buenos Aires, ...../...../20...

Estimados,

Por la presente les informamos que el proveedor ..... ha sufrido una alteración en su calificación como proveedor:

Código de proveedor	Estado anterior	Estado a la fecha de este documento	Motivo

Se solicita a Relaciones Institucionales que tome nota de este cambio. El Responsable de Calidad actualizó en el día de hoy su estado en el documento RO 04 "Proveedores autorizados".

Si existe alguna inquietud, por favor dirigirse a [rrii@utn.frba.edu.ar](mailto:rrii@utn.frba.edu.ar).

Atte.

.....  
Responsable de Calidad

## Cálculo: hombre sentado vs. Medición en vacío

Test de hipótesis para la variable diferencia de promedios entre mediciones con hombre sentado y en vacío

Columna1			
Media	3,43859649	$H_0$ : diferencia medo=0	
Error típico	2,11839786	$H_a$ : diferencia med>0	
Mediana	5,83333333		
Moda	0		
Desviación es	13,0586814	T=	1,62320618
Varianza de la	170,529161		
Curtosis	1,49019142	Rechazo $H_0$ si T>0,05,37	
Coefficiente de	-0,9360918		
Rango	64,3333333	T crítico	-1,68 RECHAZO $H_0$
Mínimo	-33,666667		
Máximo	30,666667		
Suma	130,666667		
Cuenta	38		
Nivel de confi	4,29228178		

Hay evidencia estadística, a un nivel de significación de 0,05, para afirmar que la diferencia de los promedios de medición en los mismos puntos es mayor que cero. Por lo tanto, el valor que entregó el luxómetro con el hombre sentado es superior al medido en vacío y, por lo tanto, la medición en vacío es suficiente, pues es un caso peor que el de hombre sentado

## Cálculo: precisión y rango

Cálculo de precision en punto 9

Repetibilidad/Precisión intermedia

Punto 9	v1	v2	v3	Valor medido
1	488	490	488	488,67
2	486	485	485	485,33
3	484	483	481	482,67
4	481	480	480	480,33
5	479	478	479	478,67
6	479	477	476	477,33
7	475	475	474	474,67
8	473	470	471	471,33
9	471	471	470	470,67
10	466	467	465	466,00

Promedio:	477,57
Desviación estándar:	7,04842159
Desv. Est. %	1,5%
Condiciones a cumplir:	≤2%
Rango:	22,67
Rango %	4,7%

## Cálculo: Repetibilidad

Cálculos de repetibilidad

1

Condiciones de repetibilidad según ISO 5725-3

**Table 1 — Four important factors and their states**

Factor	Measurement conditions within a laboratory	
	State 1 (same)	State 2 (different)
Time	Measurements made at the same time	Measurements made at different times
Calibration	No calibration between measurements	Calibration carried out between measurements
Operator	Same operator	Different operators
Equipment	Same equipment without recalibration	Different equipment

Combinación 1

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	384	386	386	385,3
2	430	430	429	429,7
3	332	333	332	332,3
4	366	368	361	365,0
5	400	398	399	399,0
6	433	434	434	433,7
7	335	334	334	334,3
8	415	413	413	413,7
9	530	529	527	528,7
10	379	379	377	378,3
11	451	451	450	450,7
12	384	387	385	385,3
13	374	373	375	374,0
14	340	340	342	340,7
15	455	454	451	453,3
16	417	418	417	417,3
17	346	346	346	346,0
18	321	321	326	322,7
			Desvío std	53,1

Combinación 2

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	490	480	480	483,3
2	440	440	440	440,0
3	230	230	230	230,0
4	230	230	220	226,7
5	280	280	280	280,0
6	250	240	240	243,3
7	270	260	260	263,3
8	450	440	440	443,3
9	270	270	260	266,7
10	250	250	250	250,0
11	410	410	420	413,3
12	470	470	470	470,0
13	350	350	350	350,0
14	370	370	370	370,0
15	190	180	190	186,7
16	210	200	210	206,7
17	250	250	250	250,0
18	270	270	270	270,0
19	380	380	380	380,0
20	400	400	400	400,0
21	240	250	250	246,7
22	270	270	280	273,3
			Desvío std	92,9

Combinación 3

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	494	494	495	494,3
2	381	380	381	380,7
3	232	231	231	231,3
4	200	200	200	200,0
5	303	305	303	303,7
6	250	250	251	250,3
7	565	568	566	566,3
8	450	451	452	451,0
9	460	461	459	460,0
10	349	348	350	349,0
11	388	386	386	386,7
12	503	503	503	503,0
13	329	329	329	329,0
14	365	366	366	365,7
15	185	185	185	185,0
16	175	175	175	175,0
17	325	329	227	293,7
18	378	385	385	382,7
19	409	410	410	409,7
20	531	531	533	531,7
21	471	470	473	471,3
22	550	550	548	549,3
			Desvio std	120,2



Combinación 5

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	425	425	424	424,7
2	305	303	303	303,7
3	98	98	98	98,0
4	88	88	89	88,3
5	100	101	101	100,7
6	92	92	91	91,7
7	440	440	439	439,7
8	345	344	344	344,3
9	172	172	172	172,0
10	140	140	139	139,7
11	280	280	280	280,0
12	398	398	397	397,7
13	218	218	218	218,0
14	272	273	273	272,7
15	53	53	53	53,0
16	53	53	52	52,7
17	118	118	119	118,3
18	139	139	140	139,3
19	280	282	282	281,3
20	409	407	407	407,7
21	96	96	96	96,0
22	130	130	131	130,3
			Desvio std	130,1

Combinación 5

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	425	425	424	424,7
2	305	303	303	303,7
3	98	98	98	98,0
4	88	88	89	88,3
5	100	101	101	100,7
6	92	92	91	91,7
7	440	440	439	439,7
8	345	344	344	344,3
9	172	172	172	172,0
10	140	140	139	139,7
11	280	280	280	280,0
12	398	398	397	397,7
13	218	218	218	218,0
14	272	273	273	272,7
15	53	53	53	53,0
16	53	53	52	52,7
17	118	118	119	118,3
18	139	139	140	139,3
19	280	282	282	281,3
20	409	407	407	407,7
21	96	96	96	96,0
22	130	130	131	130,3
			Desvio std	130,1

Combinación 7

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	410	410	410	410,0
2	450	460	460	456,7
3	350	360	350	353,3
4	410	410	410	410,0
5	460	460	460	460,0
6	510	510	510	510,0
7	420	420	420	420,0
8	540	540	540	540,0
9	820	820	820	820,0
0	450	450	450	450,0
11	590	590	590	590,0
12	450	450	450	450,0
13	450	450	450	450,0
14	390	390	390	390,0
15	490	490	490	490,0
16	460	460	460	460,0
17	380	380	380	380,0
18	350	340	350	346,7
			Desvío std	107,9

Combinación 8

Punto de estudio (G)	1	2	3	Promedio
1	475	476	474	475,0
2	422	421	421	421,3
3	233	233	233	233,0
4	210	210	210	210,0
5	289	289	289	289,0
6	264	264	265	264,3
7	477	479	479	478,3
8	446	447	446	446,3
9	444	446	446	445,3
10	232	233	233	232,7
11	405	405	404	404,7
12	455	457	460	457,3
13	317	317	318	317,3
14	345	346	346	345,7
15	188	189	189	188,7
16	200	201	201	200,7
17	275	276	276	275,7
18	301	301	302	301,3
19	389	390	390	389,7
20	428	430	431	429,7
21	216	217	217	216,7
22	224	225	225	224,7
			Desvio std	101,8

Tabla resumen

	Promedio total	Desvío estándar	Valor mín total	Valor máx total
Combinación 1	393,9	53,1	321	530
Combinación 2	315,6	92,9	180	490
Combinación 3	375,9	120,2	175	568
Combinación 4	265,9	100,3	117	469
Combinación 5	211,3	130,1	52	440
Combinación 6	277,6	104,8	125	460
Combinación 7	465,9	107,9	340	820
Combinación 8	329,4	101,8	188	479

Precisión intermedia:	101,4
-----------------------	-------

# Cálculo: Test de outliers

Test de outliers

1

Punto de estudio (G)	1	2	3	Valor medido	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - x_{(1-p)})^2$	$(x_i - x_{(1-2p)})^2$	Desvio i	Desvio i cuad
9	530	529	527	528,666667	18165,0494		15996,9796	1,52752523	2,33333333
15	455	454	451	453,333333	3533,64198		2615,89627	2,081666	4,33333333
11	451	451	450	450,666667	3223,71605	4749,506944	2350,2296	0,57735027	0,33333333
6	433	434	434	433,666667	1582,2716	2695,340278	990,937934	0,57735027	0,33333333
2	430	430	429	429,666667	1280,04938	2296,006944	755,104601	0,57735027	0,33333333
16	417	418	417	417,333333	549,641975	1266,173611	229,396267	0,57735027	0,33333333
8	415	413	413	413,666667	391,160494	1018,673611	131,771267	1,15470054	1,33333333
5	400	398	399	399	26,1234568	297,5625	10,1601563	1	1
1	384	386	386	385,333333	73,1975309	12,84027778	284,062934	1,15470054	1,33333333
12	384	387	385	385,333333	73,1975309	12,84027778	284,062934	1,52752523	2,33333333
10	379	379	377	378,333333	241,975309	11,67361111	569,021267	1,15470054	1,33333333
13	374	373	375	374	395,567901	60,0625	794,535156	1	1
4	366	368	361	365	834,567901	280,5625	1382,91016	3,60555128	13
17	346	346	346	346	2293,34568	1278,0625	3157,03516	0	0
14	340	340	342	340,666667	2832,60494	1687,840278	3784,81293	1,15470054	1,33333333
7	335	334	334	334,333333	3546,8642	2248,340278	4604,18793	0,57735027	0,33333333
3	332	333	332	332,333333	3789,08642	2442,006944		0,57735027	0,33333333
18	321	321	326	322,666667	5072,60494	3490,840278		2,88675135	8,33333333

$\bar{x}$	393,888889
s	53,08409902

COCHRAN

C (5%) C (1%)

0,418 0,514

$C = \max(x_{ij}) / (\text{suma de cuadrados de las } i)$

C= 0,32773109 No se descarta

GRUBBS SIMPLE

G (5%) G (1%)  
2,651 2,992

$G_p = (x_p - \bar{x}) / s$  2,5389482 ACEPTADO por ser menor que G (5%)

$G_1 = (\bar{x} - x_1) / s$  1,34168556 ACEPTADO por ser menor que G (5%)

GRUBBS DOBLE

$s^2(p-1,p)$  23848,3333  
 $s^2(0)$  47904,6667  
  
 $G$  0,49782902 ACEPTADO POR SER MAYOR QUE G (5%)  
 $X(p-1,p)$  381,75

$G$  (5%) 0,4025      $G$  (1%) 0,32

$X$  1,2 402,1875

$s^2(1,2)$  37941,1042

$G$  0,7920127 ACEPTADO POR SER MAYOR QUE G (5%)

Tabla resumen

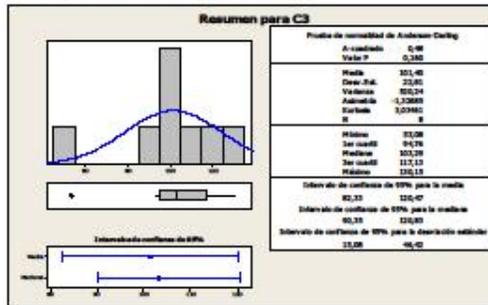
Test	Valor crítico correspondiente (5%)	Valor crítico correspondiente (1%)	Regla de aceptación	Estadístico	Estado	Resultado
COCHRAN	0,418	0,514	menor al menor	$C=0,327731$ 1	OK	Dispersión OK
Grubbs simple	2,651	2,932	menor al menor	$Gp=2,598/G$ $I=1,341$	OK	Simple OK
Grubbs doble	0,4025	0,32	mayor que el mayor	$G=0,497/G=$ 0,792	OK	Posición OK

# Cálculo: ensayo de robustez según Youden-Steiner

Ensayo de Robustez de Youden-Steiner

1

Operador	Se capacitan de igual manera dos grupos de principiantes y se les pide que realicen el procedimiento
Aula	Se realiza el procedimiento en dos locales distintos, de distinta orientación geográfica
Momento del día	Se realiza el procedimiento en dos horarios distintos: 6pm (verano) y 9pm (verano)
Luzómetro	Se realiza el procedimiento con dos equipos distintos: Luzómetro 1: TES 1330, Luzómetro 2: DT-8809A-CEM
Especificación luzómetro	Se utiliza el ± de la precisión declarada en el manual. Para el L1 ±(3% lectura+0,1% rango), para el L2 ±(5% lectura + 10d) (resolución del equipo 0,1. En cada caso se combina la especificación el + y - alternativamente según el diseño del experimento)
Día	Se realiza el procedimiento en dos días distintos.



Variable	1	2	3	4	5	6	7	8
Operador	A	A	A	A	a	a	a	a
Aula Nº	B	b	b	B	b	B	B	b
Momento del día	C	c	C	c	C	c	C	c
Luzómetro	D	D	d	d	D	D	D	D
Especificación luzómetro	E	e	E	e	E	e	E	e
Día	F	F	f	f	F	f	F	f
Resultados medidos	393,8889	315,60641	375,878768	265,948	211,348485	277,556	465,926	326,424
resultados Corregidos Dd	407,705557	304,137879	395,6727274	251,647	199,781061	282,433	449,948	341,307

PE: Precisión = raíz 2 \* repetibilidad  
**101,5972** Precisión Intermedia = promedio de repetibilidad de todas las combinaciones posibles

Variable	Efecto	Valor	Límite
Operador	AA-aa	18,92347	143,4
Aula Nº	BB-bb	40,20891	143,4
Momento del día	CC-cc	60,89552	143,4
Luzómetro	DD-dd	90,89126	143,4
Especificación luzómetro	EE-ee	57,90107	143,4
Día	FF-ff	60,43782	143,4

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8
Operador	A	A	A	A	a	a	a	a
Aula Nº	22	22	24	24	22	22	24	24
Momento del día	T	N	T	N	T	N	T	N
Luzómetro	1	1	2	2	2	2	1	1
Especificación luzómetro ca	+	-	+	-	-	+	-	+
Día	J	K	K	J	J	K	K	J

## Cálculo: Incertidumbre

Cálculo de incertidumbre

1

Para calcular la incertidumbre de la medición se toman los valores de la combinación 1

Punto de estudio (G)	1	2	3	Valor medido
1	384	386	386	385,3333333
2	430	430	429	429,6666667
3	332	333	332	332,3333333
4	366	368	361	365
5	400	398	399	399
6	433	434	434	433,6666667
7	335	334	334	334,3333333
8	415	413	413	413,6666667
9	530	529	527	528,6666667
10	379	379	377	378,3333333
11	451	451	450	450,6666667
12	384	387	385	385,3333333
13	374	373	375	374
14	340	340	342	340,6666667
15	455	454	451	453,3333333
16	417	418	417	417,3333333
17	346	346	346	346
18	321	321	326	322,6666667
	<b>Valor medido</b>			<b>393,8888889</b>
	<b>Desvio std</b>			<b>53,08409902</b>

Fuente	Expresión	Tipo	u	u <sup>2</sup>
Mediciones	$\frac{s}{\sqrt{3}}$	A	12,51204213	156,5511983
Calibración del certificado		B	1,969444444	3,87871142
Especificación de rango +0,1%		B	6,937825735	48,13342593
Resolución	$(0,1/2)/\sqrt{3}$	B	0,028867513	0,000833333
			<b>uc (lux)</b>	<b>14,4417509</b>
			<b>UC (lux)</b>	<b>28,88350179</b>
			<b>UC (%)</b>	<b>7,3%</b>