

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

0 INTRODUCCIÓN

La presente guía establece las directrices para que el personal responsable de un laboratorio acreditado, de ensayo y/o calibración, pueda conocer la capacidad instalada (CI) con la que cuentan para atender la demanda de servicios que les sean solicitados.

Con base a la experiencia en los procesos de evaluación y la realimentación por parte de los clientes de laboratorios y autoridades, la entidad ha observado, que en algunos casos, los laboratorios rebasan su capacidad de producción de servicios de ensayo y/o calibración y la confiabilidad y la calidad de los resultados se disminuye. El presente documento es una medida de prevención para evitar la recurrencia a este tipo de situaciones.

1 OBJETIVO

El objetivo de este documento es establecer una guía con los elementos mínimos que debería considerar un laboratorio de ensayo y/o calibración, para estimar su capacidad instalada (CI), en términos de número de ensayos por un periodo determinado de tiempo en condiciones normales de trabajo.

2 CAMPO DE APLICACIÓN Y ALCANCE

Esta guía de referencia que puede ser aplicada por los laboratorios de ensayo y/o calibración acreditados y/o en proceso de acreditación, para estimar su capacidad instalada y podrán incluir elementos complementarios dependiendo de sus actividades y/o de los métodos de ensayo y/o procedimientos de calibración para presentarlos durante las evaluaciones por parte de la entidad.

3 DOCUMENTOS DE REFERENCIA

- NMX-EC-17025-IMNC-2006 Requisitos para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración
- Procedimiento MP-FE007 "Guía de los Criterios para clasificar no conformidades en el Área de Laboratorios".
Procedimiento MP-FE005 "Guía de los criterios de aplicación de la norma NMX-EC-17025-IMNC2018 / ISO/IEC 17025:2017"

4 DEFINICIONES

4.1 Capacidad Instalada (CI): Potencial de producción o volumen máximo de producción (de servicios de ensayo y/o calibración) que un laboratorio en particular, puede lograr durante un período de tiempo determinado (Anual, mensual, semanal, o por jornada).

4.2 Factor Limitante (FL): Personal, equipo, método ó material limitante, con el que sólo se pueda realizar cierto número de ensayos y/o calibraciones por cuestiones de capacidad y sea determinante para la realización del ensayo y/o calibración.

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

Ejemplos: controles, procedimientos, sistemas de evaluación, personal, equipo, maquinaria, suministros.

4.3 Guía:

El laboratorio debería tener un registro de las siguientes variables mínimas a considerar:

- Número de equipos con que cuenta el laboratorio para realizar el ensayo y/o calibración.
- Número de técnicos con la competencia técnica para realizar el ensayo y/o calibración.
- Jornada de trabajo del laboratorio por día, y turnos con los que cuenta (cuando aplique).
- Días de trabajo por semana
- Semanas de trabajo por año

Adicionalmente a la información anterior:

- Tiempo invertido en la realización de cada ensayo y/o calibración (De acuerdo a la norma técnica)
- Tiempo invertido en la preparación del ítem de ensayo y/o calibración (cuando aplique)
- Especificar claramente su factor limitante.

El laboratorio debería registrar el tiempo aproximado (horas) para la realización del ensayo y/o calibración de forma completa, en condiciones normales de trabajo y por personal calificado.

NOTA: El laboratorio puede auxiliarse de diagramas de flujo, estudios de tiempos y movimientos, promedio entre operarios, datos históricos, etc.

El laboratorio debería declarar el número de equipos ó materiales limitantes con que cuenta, así como el número de técnicos calificados que realizan ensayos y/o calibraciones de manera simultánea. (FL)

NOTA: Considerar principalmente el número de técnicos que realizan el ensayo y/o calibración de manera rutinaria.

Para determinar el tiempo total para realizar el ensayo y/o calibración (T_{total}), el laboratorio deberá dividir el tiempo aproximado en horas que le toma realizar el ensayo y/o calibración completo (T_{en}) entre su factor limitante (FL) para realizar los **ensayos y/o calibración de manera simultánea**.

El laboratorio debería estimar su tiempo total aproximado de trabajo ($T_{trabajo}$), en horas por jornada, horas por semana, horas por mes o horas por año (demostrándolo con registros, cálculos, etc.).

Con los datos obtenidos anteriormente el laboratorio calculará su capacidad instalada (CI) (por jornada y/o turno, semana, mes o año) dividiendo el tiempo total aproximado de trabajo ($T_{trabajo}$) entre el tiempo total para realizar el ensayo y/o calibración (T_{total}).

4.4 Fórmula:

Tiempo total para realizar un ensayo y/o calibración:

$$T_{total} = T_{en} / FL$$

Capacidad Instalada:

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

$$CI = T_{\text{trabajo}} / T_{\text{total}}$$

5 PROCESOS DE EVALUACIÓN

Durante las evaluaciones en sitio a los laboratorios acreditados y en proceso de acreditación, el grupo evaluador confirmará, con base a su experiencia técnica, que los servicios realizados por el laboratorio sean consistentes con la capacidad instalada con la que cuenta, considerando personal, equipos, materiales, etc.

ANEXOS

Ejemplo 1:

EVALUACION DE TIEMPOS EN EL PROCESO					
ESTACION	PRUEBA	ACTIVIDAD	EQUIPO	CANTIDAD	TIEMPO (min)
Concreto Fresco	Muestreo	Matriz de Muestreo	-	-	5
		Toma de datos	-	-	10
		Tiempo de Mezclado	-	-	7
		Preparación Equipo	-	-	1

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

		Toma de Muestra	Carretilla	-	15
			Lona	-	
					38
Determinación de Revenimiento	Preparación Equipo	Determinación Revenimiento	-	-	1
			Cono	1	5
			placa	1	
			Varilla	1	
			Cucharon	1	
			Cinta	1	
					6
Masa Unitaria	Preparación Equipo	Determinación Masa Unitaria	-	-	1
			Recipiente	1	5
			Cucharon	1	
			placa	1	
			Varilla	1	
			Báscula	1	
			Esponja	1	
			Marro	1	
			Rendimiento Vol	-	1
			Contenido de aire	-	1
					8
Elaboración de especímenes	Preparación Equipo	Llenado de moldes	Moldes	4	5
			Moldes	1	15
			Cucharon	1	
			Varilla	1	
			Marro	1	
			Enrasador	1	
			Identificación	Etiqueta	1
					1
					21
Concreto endurecido	Preparación de los especímenes	Descimbrado	Llave	1	5
		Marcado	Marcador	1	2
		Acomodado en pilas	-	1	4
					11
	Cabeceo	Preparación	jerga	1	4
		* Sacar de pilas	compás	1	
		* Medir diámetros	Vernier	1	
		* Medir alturas	Flexómetro	1	
		* pesar	Bascula	1	

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

		especímenes				
		Cabeceo	Azufre	1	5	
			plato	1		
			guía	1		
			Cucharon	1		
						9
	Verificación de Planicidad	Planicidad	Escuadra	1	1	
			Laminillas	1		
		Perpendicularidad	Escuadra	1	1	
			Laminillas	1		
		Paralelismo	Nivel de Gota	1	1	
		Adherencia	-	1	1	
						4
	Ensaye compresión	a	Verificación de Platinas	Escuadra	1	1
				Laminillas	1	
			Colocación de espécimen	Prensa	1	0.5
			Aplicación de carga	Prensa	1	5
			Toma de datos	-	1	1
			Descabeceo	-	1	1
			Verificación de espesor	-	1	0.5
					9	
Captura de información	Llenado de ccp	-	1	1		
					1	
Elaboración de Informe	Estadístico	-	1	30		
	Informe	-	1	30		
					60	
Emisión	Revisión de Información	Estadístico	-	1	30	
		Informe	-	1	5	
	Envío de información	Estadístico	-	1	5	
		Informe	-	1	5	
					45	

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

Ae	Areas de preparación
Concreto Fresco	Muestreo
	Determinación de Revenimiento
	Masa Unitaria
	Elaboración de especímenes
Concreto endurecido	Preparación de los especímenes
	Cabeceo
	Verificación de Planicidad
	Ensayo a compresión
	Captura de información
	Elaboración de Informe
Emisión	Revisión de Información
	Envío de información

En este ejemplo, el laboratorio tiene 3 áreas de ensayo pero solo trabajan dos personas a tiempo completo, desarrollando pruebas de manera simultáneas. Por lo anterior el laboratorio solo cuenta con 2 áreas que realizan ensayos de manera simultánea (FL).

Con lo anterior, considerando que el laboratorio ocupa 3.53 horas (212 minutos) y se tiene un factor limitante (FL) de 2 se calcula el tiempo total para realizar el ensayo (T_{total}).

$$T_{total} = T_{en} / FL \quad T_{total} = 3.53 / 2 = 1.765 \text{ h de tiempo total}$$

El laboratorio hizo un análisis de los días laborables por mes, considerando domingos y días no hábiles. Se determinaron 25 días hábiles de trabajo conforme a los cálculos siguientes:

Año 2019	
Mes	Días Laborables
Enero	25
Febrero	23
Marzo	26
Abril	23
Mayo	25
Junio	26
Julio	27
Agosto	26
Septiembre	25
Octubre	26
Noviembre	26
Diciembre	26

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

Promedio	25
----------	----

El laboratorio solo labora 8 horas por día.

Considerando eso se hacen los siguientes cálculos:

$T_{\text{trabajo}} = \text{Jornada Diaria por número de días del mes laborables}$

$T_{\text{trabajo}} = 8 \text{ h} \times 25 \text{ días laborables} = 200 \text{ horas de trabajo mensual}$

Con los datos obtenidos anteriormente el laboratorio calculó su capacidad instalada (CI) por mes dividiendo el tiempo total aproximado de trabajo (T_{trabajo}) entre el tiempo total para realizar el ensayo (T_{total}).

$CI = T_{\text{trabajo}} / T_{\text{total}}$

$CI = 200 / 1.765 = 113.31$ informes de resultados mensuales

$CI = 113.31 \text{ informes mensuales} \times 12 \text{ meses} = 1\,360$ informes de resultados anuales.

Ejemplo 2:

Fecha:	19-03-2013	Estación	Concreto fresco
Norma:	NMX-C-156-2010	Método:	Revenimiento

Equipo Crítico	Cantidad
Vehículo de transporte	2
Equipos de revenimiento	3
Flexómetros para la medición	3
Carretillas para la toma de muestra	3
Personal capacitado	3

No	ETAPA	SUBETAPA	Tiempo (min)
1	Plan de muestreo	orden de muestreo	15
		registro del plan muestreo	
		logística de muestreo	
2	Salida y transporte al sitio de la determinación	preparación de formatos	30
		preparación de materiales	
		verificación de equipos	
		cargar vehículo de material y equipo	
		transporte al sitio	
3	Determinación del	presentación en el sitio	2,5

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

	revenimiento	ubicación del punto	
		toma de muestra y aforo	
4	Mediciones	Determinación del valor del revenimiento.	.5
5	Registros y cálculos	llenado registros técnicos	10
		cálculo de aforos o caudales	
		revisión y firma de formatos	
6	Termino y transporte al laboratorio	levantar material y equipos	20
		cargar vehículo de mat. y eq.	
		transporte al laboratorio	
		Suma (min):	94.5
		Suma (Hrs):	1.65

Entonces, considerando que el laboratorio ocupa 1.65 horas (94.5 minutos) y se tiene un factor limitante (FL) de 2 se calcula el tiempo total para realizar el ensayo (T_{total}).

$$T_{total} = T_{en} / FL \quad T_{total} = 1.65 / 2 = 0.875 \text{ h de Tiempo Total}$$

Considerando:

Meses/año	12	Hrs/día:	8
Semanas/año:	52	días/mes:	25
Días Hábiles/año:	250	Hrs/mes:	200

$T_{trabajo} = 200$ horas de trabajo mensuales

$$C_p = T_{trabajo} / T_{total}$$

$$C_p = 200 / 0.875 = 228.57 \text{ muestreos puntuales/ mensuales}$$

$$C_p = 228.57 \times 12 \text{ meses} = 2742.85 \text{ muestreos puntuales/año o Ejemplo 3:}$$

Área: Eléctrica.

El tiempo utilizado para realizar una calibración de un instrumento de medición de la misma marca y modelo, dependerá de los siguientes factores:

- 1.- Número de puntos a calibrar acorde a sus procedimientos internos.
- 2.- Experiencia del metrólogo que realiza la calibración.
- 3.- Si es realizado en forma manual o automática.
- 4.- Formas de conexión (aún cuando se contempla en el punto 1 los procedimientos internos, estos, normalmente son para una conexión unitaria y en la práctica real se pudieran conectar dos o más equipos al mismo tiempo).

Por los comentarios anteriores, se puede considerar la siguiente forma de cuantificar la capacidad instalada para un laboratorio de calibración en el área eléctrica:

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

- Cuantificar la cantidad de patrones que tiene el laboratorio.
- Cuantificar la cantidad de metrólogos o metrólogos en capacitación (o en su caso capturista de valores).
- Equipo que calibran con mayor frecuencia (complejidad sencilla)
- Equipo que calibran esporádicamente (complejidad término medio).
- Tiempo en que realizan la calibración desde el comienzo hasta la impresión del informe.

Tomando en cuenta los incisos del a) al e), si realiza el siguiente ejemplo con tiempos estimados (no reales).

Laboratorio 1	Laboratorio 2
Equipos patrón: 1 calibrador 2 multímetros 1 década de resistencia	Equipos patrón: 2 calibradores 2 multímetros 1 puente RLC 1 década de resistencia
Número de metrólogos 2	Número de metrólogos 3
Calibración de un multímetro de 4 ½ dígitos. Puntos a calibrar 50 Tiempo de calibración 40 min. Tiempo de trabajo efectivo 6 h Equipos calibrados por día 8, aún cuando se tienen dos metrólogos, solo se tiene un calibrador por lo que solo podrían calibrar 8	Calibración de un multímetro de 4 ½ dígitos. Puntos a calibrar 100 Tiempo de calibración 1 h Tiempo de trabajo efectivo 6 h Equipos calibrados por día 6 por metrólogo, como se tienen dos calibradores y tres metrólogos, se pudieran calibrar 12 en el mismo tiempo.
Suponiendo que le llegaran décadas a calibrar, como el laboratorio tiene un multímetro y dos metrólogos, pudiera calibrar al mismo tiempo que su compañero calibra multímetro, las décadas que le llegaran. Si suponemos cada década de cinco pasos se tendría Puntos a calibrar 50 Tiempo de calibración 1 h Tiempo de trabajo efectivo 6 h Equipos calibrados por día 6	Suponiendo que le llegaran décadas a calibrar, como el laboratorio tiene un multímetro y dos metrólogos, pudiera calibrar al mismo tiempo que su compañero calibra multímetro, las décadas que le llegaran. Si suponemos cada década de cinco pasos se tendría Puntos a calibrar 50 Tiempo de calibración 1 h Tiempo de trabajo efectivo 6 h Equipos calibrados por día 6

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

<p>Nótese que las calibraciones que se pueden hacer dependen del número de metrólogos y del tiempo que se tarda cada laboratorio en realizarlas.</p> <p>En este ejemplo aún cuando el laboratorio tiene 4 patrones, solo pueden ser operados por los 2 metrólogos que tiene. Este laboratorio pudiera calibrar si le llegaran los equipos indicados:</p> <p>Por día: 14 Por semana: $14 \times 5 = 70$ Por mes: $70 \times 4 = 280$ Por año: $280 \times 12 = 3360$</p>	<p>Nótese que las calibraciones que se pueden hacer dependen del número de metrólogos y del tiempo que se tarda cada laboratorio en realizarlas.</p> <p>En este ejemplo aún cuando el laboratorio tiene 6 patrones, solo pueden ser operados por los 3 metrólogos que tiene. Este laboratorio pudiera calibrar si le llegaran los equipos indicados:</p> <p>Por día: 18 Por semana: $18 \times 5 = 90$ Por mes: $90 \times 4 = 360$ Por año: $360 \times 12 = 4320$</p>
<p>Como se puede ver, la manera más sencilla de determinar la capacidad instalada en el laboratorio para cuantificar las calibraciones que pudiera realizar sería:</p> <p>1.- Estimar un promedio del tiempo utilizado para realizar la calibración más sencilla (como en el caso mostrado).</p> <p>El total de equipos diarios para este evento es:</p> <p>Número de equipos por metrólogo = Patrón N x tiempo de equipo calibrado</p> <p>Número de equipos diarios calibrados = Suma de lo calibrado por cada metrólogo (siempre y cuando se tenga al menos el mismo número de patrones como metrólogos tenga el laboratorio).</p> <p>Número de equipos por semana = Número de equipos diarios calibrados x 5</p> <p>Número de equipos por mes = Número de equipos calibrados por semana x 4</p> <p>Número de equipos por año = Número de equipos calibrados por mes x 12</p> <p>Como se puede ver, se calcula en función de 5 días la semana, los días de diferencia del mes se pueden no tomar en cuenta para sustituir los puentes y/o días festivos.</p> <p>En cada caso, se podría estimar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 equipo a calibrar sencillo de 1 h o menos dependiendo del procedimiento del laboratorio (Cuantificar el tiempo con un cronómetro para verificar lo definido por el laboratorio). - 1 equipo a calibrar de mediano tiempo por ejemplo 2 o 3 h y si fuera necesario algún equipo que llevara más tiempo. - El número de patrones. - El número de metrólogos acorde a los patrones a utilizar al mismo tiempo y calcular en forma sencilla el total de servicios a realizar como se indica arriba. <p>Nota: Se hace notar que muy pocos laboratorios rebasan los 3000 equipos calibrados.</p>	

GUIA PARA LA CAPACIDAD INSTALADA

